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

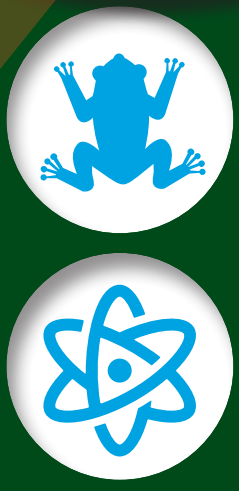
EDITORA RESPONSÁVEL:
Kelly Cristina dos Santos

MATERIAL DE DIVULGAÇÃO.
VERSÃO SUBMETIDA À AVALIAÇÃO.
Código da coleção: 0196P21203
Código da obra: 0196P21203134

DIÁLOGO

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

VIDA NA TERRA: COMO É POSSÍVEL?



Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

MODERNA

MODERNA

DIÁLOGO

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

VIDA NA TERRA: COMO É POSSÍVEL?

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

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
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 XXXII

Orientações, sugestões e respostas para cada unidade XXXIV

UNIDADE 1 Do átomo à vida XXXIV

CAPÍTULO 1 A união dos átomos XXXV

CAPÍTULO 2 As interações entre as moléculas XL

CAPÍTULO 3 Campo magnético terrestre XLIV

CAPÍTULO 4 Diversidade de seres vivos I LII

CAPÍTULO 5 Diversidade de seres vivos II LXVII

CAPÍTULO 6 Diversidade de seres vivos III LXXVI

UNIDADE 2 Estudando a célula LXXXVI

CAPÍTULO 1 Célula LXXXVII

CAPÍTULO 2 Funções orgânicas I XCIII

CAPÍTULO 3 Funções orgânicas II XCVIII

CAPÍTULO 4 Introdução à Óptica CVI

CAPÍTULO 5 Reflexão da luz CXI

CAPÍTULO 6 Refração da luz CXVI

Referências bibliográficas complementares comentadas CXXIV

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.

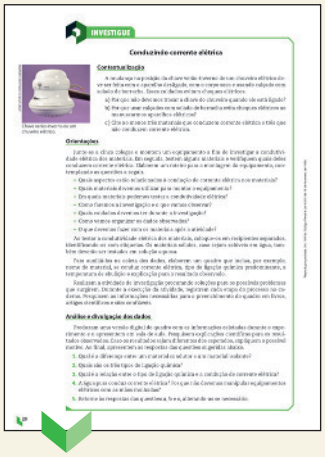
Boxe complementar

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

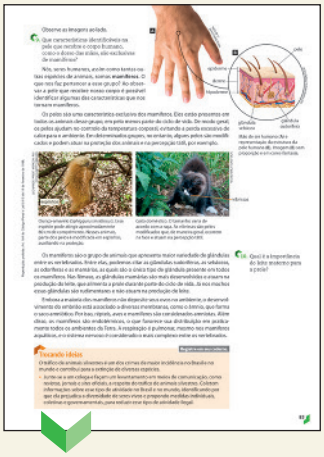
Seção em que são propostas atividades com o objetivo de aprofundar os conteúdos abordados, incentivando os estudantes a recorrer aos conhecimentos científicos para analisar, investigar, formular e resolver problemas. As atividades dessa seção também procuram estabelecer conexões com outras áreas do conhecimento,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

MODERNA



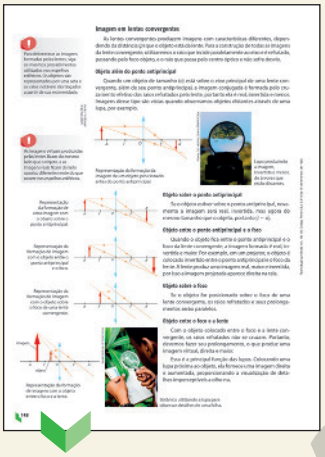
Investigue

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

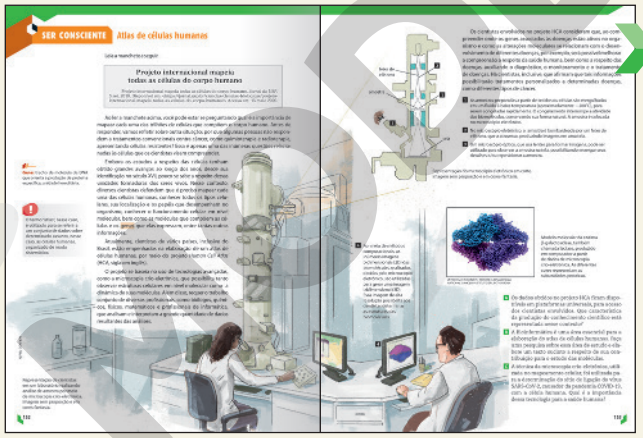
Boxe que apresenta informações importantes para os estudantes compreenderem os conteúdos, como conceitos de diferentes áreas, dicas que visam facilitar a execução das atividades, orientações relacionadas a cuidados em atividades práticas, entre outras.

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.

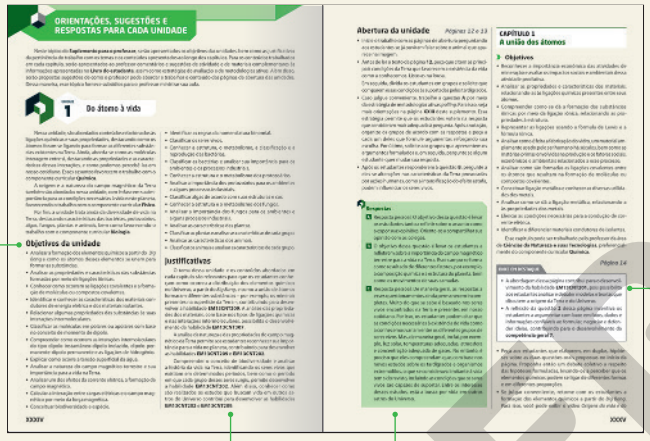
Referências bibliográficas comentadas

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

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.

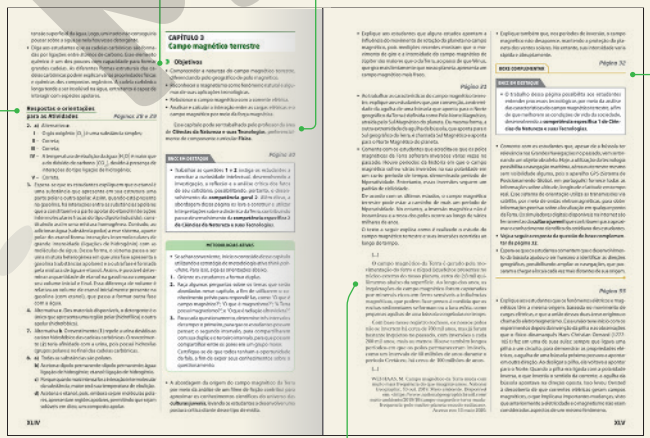


Objetivos da unidade
No início de cada unidade são destacados os principais **objetivos** que os estudantes devem alcançar ao trabalhar os conteúdos da unidade.

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

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

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.



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**).

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

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

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

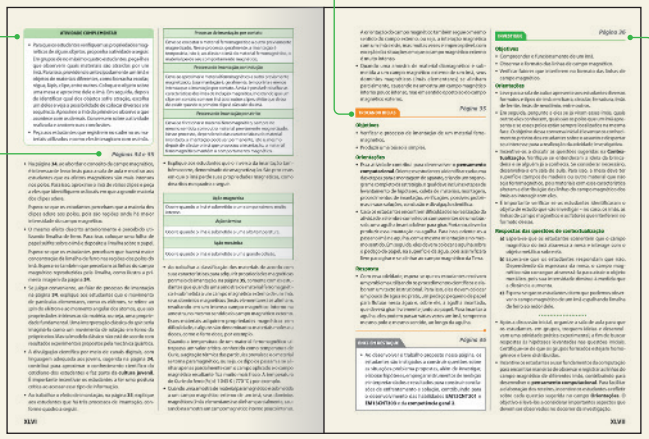
Apresenta sugestões de atividades que podem ser trabalhadas em sala para complementar os assuntos.

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**.

Trocando ideias

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

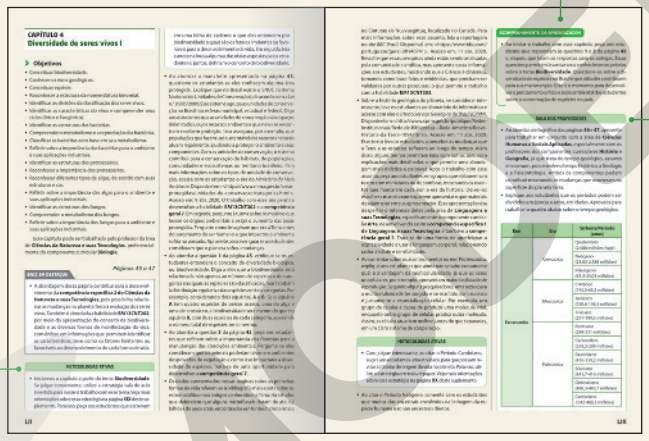


Investigue

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.

Acompanhamento da aprendizagem

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

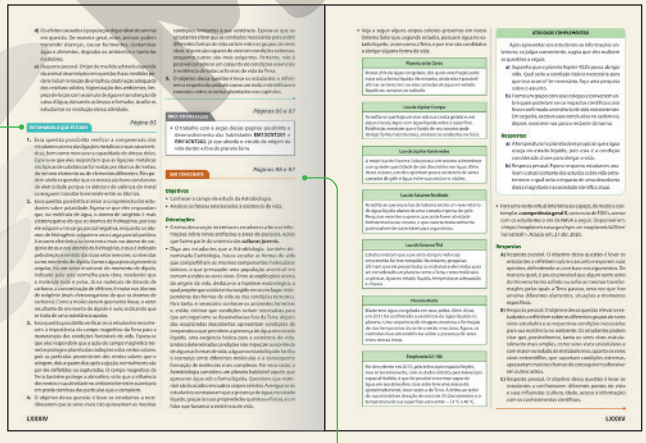


Metodologias ativas

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.

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**.



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.

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.

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.

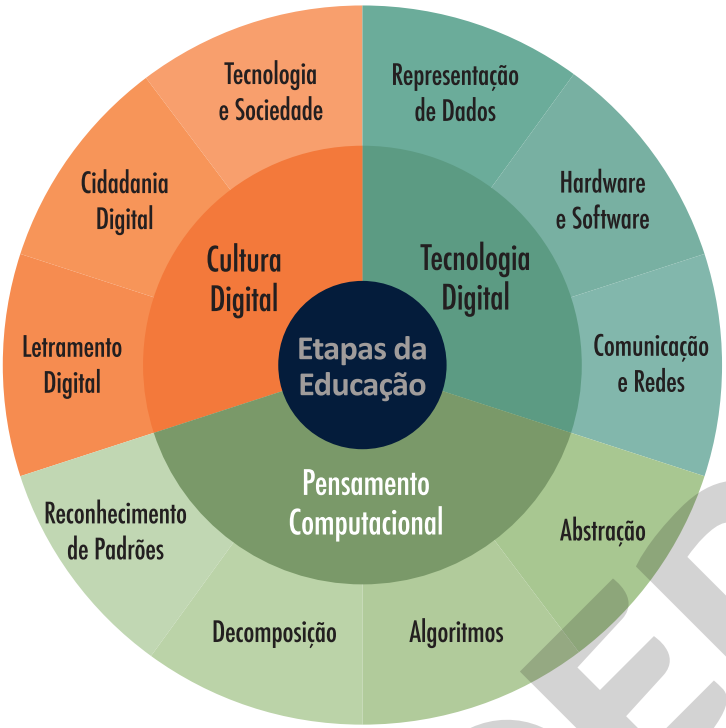
Reconhecimento de padrões: analisar os subproblemas individualmente, com o objetivo de reconhecer padrões e identificar características comuns que ajudem em sua resolução.

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

MODERNA

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

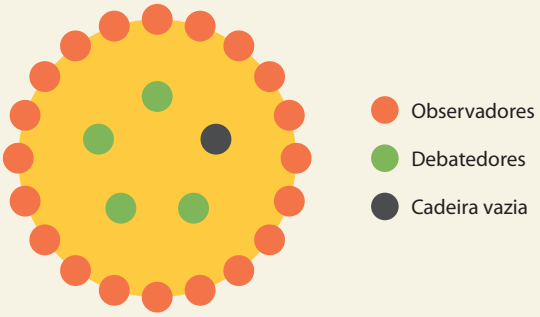
Essa estratégia desenvolve habilidades de oralidade e argumentação, além de incentivar os estudantes a ouvir e respeitar diferentes opiniões.

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	> Ligações químicas. > Extração mineral no Brasil. > Uso de nanopartículas magnéticas na mineração. > Ligações iônicas. > Fórmula de Lewis para ligações iônicas. > Ligação covalente. > Ligação metálica. > Condução de corrente elétrica.	> CG6; CG7; CG8. > CECNT2; CECNT3.	> EM13CNT201; > EM13CNT306; > EM13CNT309.	> Educação ambiental; > Trabalho; > Saúde.
	2	> Interações entre as moléculas. > Tensão superficial da água. > Geometria molecular. > Polaridade. > Interações ou forças intermoleculares. > Dipolo instantâneo-dipolo induzido. > Dipolo permanente-dipolo permanente. > Ligações de hidrogênio.	> CG2. > CECNT3.	> EM13CNT301.	
	3	> Origem do campo magnético terrestre. > Características do campo magnético terrestre. > Funcionamento das bússolas. > Magnetismo. > Propriedades dos ímãs. > Campo magnético criado por um ímã. > Vetor campo magnético. > Ímãs naturais. > Ímãs artificiais. > Processo de imantação de material ferromagnético. > Visualização do campo magnético de um ímã. > Importância do campo magnético para a vida na Terra. > Campo magnético gerado por corrente elétrica. > Eletroímã. > Campo magnético solar. > Campo magnético de um fio retilíneo.	> CG2; CG5. > CECNT1; CECNT2; CECNT3.	> EM13CNT202; > EM13CNT206; > EM13CNT301; > EM13CNT302; > EM13CNT303; > EM13CNT307; > EM13CNT308.	

MODERNA

	Capítulo	Conteúdos e conceitos principais	Competências gerais e específicas	Habilidades	Temas contemporâneos transversais
Unidade 1	3	> Campo magnético no centro de uma espiral. > Campo magnético de uma bobina. > Forças magnéticas. > Força de Lorentz.			
	4	> Origem da diversidade de seres vivos. > Diversificação das espécies ao longo do tempo. > Classificação dos seres vivos. > Conceito de espécie. > Nomenclatura binomial. > Vírus. > Ciclo lisogênico. > Bactérias. > Estrutura das bactérias. > Crescimento bacteriano. > Metabolismo das bactérias. > Relações entre as bactérias e o ambiente. > Relações entre as bactérias e outros seres vivos. > Protozoários. > Características dos protozoários. > Relações entre os protozoários e o ambiente. > Relações entre os protozoários e outros seres vivos. > Algas. > Características das algas. > Tipos de alga. > Relações entre as algas e o ambiente. > Relações entre as algas e outros seres vivos. > Fungos. > Características dos fungos. > Tipos de fungo. > Relações entre os fungos e o ambiente. > Relações entre os fungos e outros seres vivos. > Contaminação de alimentos.	> CG1; CG2; CG3; CG4; CG5; CG7; CG8. > CECNT2; CECNT3. > CECHSA1. > CEMT3. > CELT1.	> EM13CNT201; > EM13CNT202; > EM13CNT203; > EM13CNT206; > EM13CNT302; > EM13CNT303; > EM13CNT304.	> Diversidade cultural.
	5	> Plantas. > Características gerais das plantas. > Classificação das plantas. > Briófitas. > Pteridófitas. > Gimnospermas. > Angiospermas.	> CG1; CG2; CG4; CG5; CG6; CG7. > CECNT2; CECNT3. > CELT7. > CECHSA2.	> EM13CNT202; > EM13CNT302.	> Trabalho; > Educação ambiental.
	6	> Animais. > Classificação dos animais. > Grupos dos craniados. > Peixes. > Anfíbios. > Répteis. > Aves. > Mamíferos. > Astrobiologia.	> CG5; CG7. > CECNT2. > CECHSA2.	> EM13CNT201; > EM13CNT202; > EM13CNT203; > EM13CNT206.	> Diversidade cultural.

MODERNA

	Capítulo	Conteúdos e conceitos principais	Competências gerais e específicas	Habilidades	Temas contemporâneos transversais
Unidade 2	1	> Célula. > Estrutura celular. > Química das células. > Água nas células. > Carboidratos nas células. > Lipídios nas células. > Proteínas nas células. > Estrutura proteica. > Desnaturação de proteínas. > Enzimas. > Sais minerais e vitaminas. > DNA. > RNA.	> CG1; CG2; CG4; CG8; CG10. > CECNT1; CECNT3.	> EM13CNT202; > EM13CNT304.	> Saúde; > Processo de envelhecimento, respeito e valorização do idoso; > Educação alimentar e nutricional.
	2	> Química orgânica. > Propriedades dos compostos orgânicos. > Polaridade molecular. > Solubilidade em água. > Estados de agregação dos compostos orgânicos. > Classificação das cadeias carbônicas – Fechamento das cadeias carbônicas. > Classificação das cadeias carbônicas – Disposição dos átomos na cadeia. > Classificação das cadeias carbônicas – Tipo de ligação entre átomos de carbono. > Classificação das cadeias carbônicas – Natureza dos átomos. > Classificação das cadeias carbônicas – Presença de anel aromático. > Características gerais dos hidrocarbonetos. > Nomenclatura dos hidrocarbonetos. > Alcanos. > Alcenos. > Alcinos. > Consumo de petróleo.	> CG1; CG2; CG7; CG8; CG10. > CECNT1; CECNT2; CECNT3.	> EM13CNT101; > EM13CNT104; > EM13CNT105; > EM13CNT201; > EM13CNT203; > EM13CNT206; > EM13CNT303; > EM13CNT307; > EM13CNT309; > EM13CNT310.	
	3	> Principais características das funções oxigenadas. > Álcool. > Aldeídos. > Cetona. > Fenol. > Éter. > Ácido carboxílico. > Éster e enol. > Características gerais das funções nitrogenadas. > Amina. > Amida. > Tipos de isomeria. > Tipos de isomeria plana. > Estereoisomerias. > Diastereoisômeros. > Enantiômeros.	> CG3; CG8. > CECNT1; CECNT3.	> EM13CNT104; > EM13CNT309.	> Saúde.

MODERNA

	Capítulo	Conteúdos e conceitos principais	Competências gerais e específicas	Habilidades	Temas contemporâneos transversais
Unidade 2	4	> Óptica. > Óptica e os instrumentos de observação. > Microscópios. > Microscópios ópticos. > Microscópios eletrônicos de varredura. > Microscópios eletrônicos de transmissão. > Telescópios. > Telescópios refratores. > Telescópios refletores. > Características da luz. > Princípio da propagação retilínea da luz. > Princípio da independência dos raios de luz. > Princípio da reversibilidade dos raios de luz. > Meios físicos transparentes. > Meios físicos translúcidos. > Meios físicos opacos. > Reflexão da luz. > Reflexão regular. > Reflexão difusa. > Dispersão cromática. > Refração da luz.	> CG1; CG2; CG9. > CECNT1; CECNT2; CECNT3.	> EM13CNT303; > EM13CNT307.	> Ciência e tecnologia.
	5	> Características gerais da reflexão da luz. > Formação de imagens em espelhos planos. > Representação da reflexão da luz em espelhos planos. > Formação da luz em espelhos esféricos. > Elementos geométricos de um espelho esférico côncavo. > Elementos geométricos de um espelho esférico convexo. > Formação das imagens em um espelho côncavo. > Formação das imagens em um espelho convexo.	> CG1; CG2; CG5; CG9. > CECNT1; CECNT3.	> EM13CNT307.	> Educação ambiental; > Ciência e tecnologia; > Educação no trânsito.
	6	> Refração da luz. > Formação das imagens por refração da luz. > Refringência. > Leis da refração. > Refração em um dioptro plano. > Ângulo limite e reflexão total da luz. > Formação de imagem em lentes convergentes. > Formação de imagem em lentes divergentes. > Elementos geométricos das lentes esféricas. > Construção geométrica de imagem em lentes convergentes. > Construção geométrica de imagem em lentes divergentes. > Uso de equipamentos de observação para o mapeamento das células do corpo humano.	> CG2; CG5; CG7; CG9. > CECNT3.	> EM13CNT301; > EM13CNT302; > EM13CNT303; > EM13CNT304; > EM13CNT307.	> Educação em direitos humanos; > Ciência e tecnologia.

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.
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.
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.
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).
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.
EM13CNT301	Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
EM13CNT302	Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
EM13CNT303	Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
EM13CNT304	Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
EM13CNT306	Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.
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.
EM13CNT308	Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.
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.

MODERNA

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, esse 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 3
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 4
Semana 10	Unidade 1 • Capítulo 5
Semana 11	Unidade 1 • Capítulo 5
Semana 12	Unidade 1 • Capítulo 6
Semana 13	Unidade 1 • Capítulo 6
Semana 14	Unidade 2 • Capítulo 1
Semana 15	Unidade 2 • Capítulo 1
Semana 16	Unidade 2 • Capítulo 1
Semana 17	Unidade 2 • Capítulo 2
Semana 18	Unidade 2 • Capítulo 3
Semana 19	Unidade 2 • Capítulo 3
Semana 20	Unidade 2 • Capítulo 3
Semana 21	Unidade 2 • Capítulo 4
Semana 22	Unidade 2 • Capítulo 5
Semana 23	Unidade 2 • Capítulo 6
Semana 24	Unidade 2 • Capítulo 6

Sugestão de cronograma trimestral

Nesse caso, considerando que a duração do curso seja de 9 trimestres, esse 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 2 • Capítulo 1
Semana 9	Unidade 2 • Capítulo 2
Semana 10	Unidade 2 • Capítulo 3
Semana 11	Unidade 2 • Capítulo 3

MODERNA

Semana 12	Unidade 2 • Capítulo 4
Semana 13	Unidade 2 • Capítulo 5
Semana 14	Unidade 2 • Capítulo 6

Sugestão de cronograma bimestral

Nesse caso, considerando que a duração do curso seja de 12 bimestres, esse 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 3
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 2 • Capítulo 1
Semana 10	Unidade 2 • Capítulo 1
Semana 11	Unidade 2 • Capítulo 2
Semana 12	Unidade 2 • Capítulo 3
Semana 13	Unidade 2 • Capítulo 3
Semana 14	Unidade 2 • Capítulo 4
Semana 15	Unidade 2 • Capítulo 5
Semana 16	Unidade 2 • Capítulo 6

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 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

Do átomo à vida

Nessa unidade, são abordados conteúdos relacionados às ligações químicas e suas propriedades, destacando como os átomos foram se ligando para formar as diferentes substâncias existentes na Terra. Ainda, aborda-se como as moléculas interagem entre si, destacando as propriedades e as características dessas interações, e como podemos percebê-las em nosso cotidiano. Esses assuntos favorecem o trabalho com o componente curricular **Química**.

A origem e a natureza do campo magnético da Terra também são abordadas nessa unidade, com ênfase em sua importância para as condições necessárias à vida neste planeta, favorecendo o trabalho com o componente curricular **Física**.

Por fim, a unidade trata ainda da diversidade de vida na Terra, destacando características das bactérias, protozoários, algas, fungos, plantas e animais, bem como favorecendo o trabalho com o componente curricular **Biologia**.

Objetivos da unidade

- Analisar a formação dos elementos químicos a partir do *Big Bang* e como os átomos desses elementos se unem para formar as substâncias.
- Analisar as propriedades e características das substâncias formadas por meio de ligações iônicas.
- Conhecer como ocorrem as ligações covalentes e a formação de moléculas ou compostos covalentes.
- Identificar e conhecer as características dos materiais condutores de energia elétrica e dos materiais isolantes.
- Relacionar algumas propriedades das substâncias às suas interações intermoleculares.
- Classificar as moléculas em polares ou apolares com base no conceito de momento de dipolo.
- Compreender como ocorrem as interações intermoleculares do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido, dipolo permanente-dipolo permanente e as ligações de hidrogênio.
- Explicar como ocorre a tensão superficial da água.
- Analisar a natureza do campo magnético terrestre e sua importância para a vida na Terra.
- Analisar um dos efeitos da corrente elétrica, a formação de campo magnético.
- Calcular a interação entre cargas elétricas e o campo magnético por meio da força magnética.
- Conceituar biodiversidade e espécie.
- Identificar as regras da nomenclatura binomial.
- Classificar os seres vivos.
- Conhecer a estrutura, o metabolismo, a classificação e a reprodução das bactérias.
- Classificar as bactérias e analisar sua importância para os ambientes e os processos industriais.
- Conhecer a estrutura e o metabolismo dos protozoários.
- Analisar a importância dos protozoários para os ambientes e alguns processos industriais.
- Classificar algas de acordo com suas estruturas e cor.
- Conhecer a estrutura e o metabolismo dos fungos.
- Analisar a importância dos fungos para os ambientes e alguns processos industriais.
- Analisar as características das plantas.
- Classificar as plantas e analisar as características de cada grupo.
- Analisar as características dos animais.
- Classificar os animais e analisar as características de cada grupo.

Justificativas

O tema dessa unidade e os conteúdos abordados em cada capítulo são relevantes para que os estudantes conheçam como ocorreu a distribuição dos elementos químicos no Universo, a partir do *Big Bang*, e como a união de átomos formaram diferentes substâncias – por exemplo, os minerais presentes na superfície da Terra –, contribuindo para desenvolver a habilidade **EM13CNT209**. A análise das propriedades dos materiais, com base nos tipos de ligações químicas e nas interações intermoleculares, possibilita o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT307**.

A análise da natureza e das propriedades do campo magnético da Terra permite aos estudantes reconhecer sua importância para a vida no planeta, contribuindo para desenvolver as habilidades **EM13CNT209** e **EM13CNT202**.

Compreender o conceito de biodiversidade e analisar a história da vida na Terra, identificando os seres vivos que existiam em determinados períodos, bem como o período em que cada grupo desses seres surgiu, permite desenvolver a habilidade **EM13CNT202**. Além disso, conhecer como são realizados os estudos que buscam vida em outros astros do Universo contribui para desenvolver as habilidades **EM13CNT202** e **EM13CNT209**.

EM MODERNA

Abertura da unidade

Páginas 12 e 13

- Inicie o trabalho com as páginas de abertura perguntando aos estudantes se já ouviram falar sobre o animal que aparece na imagem.
- Antes de ler o texto da página **12**, peça que citem as principais condições da Terra que favorecem a existência da vida como a conhecemos. Liste-as na lousa.

  Em seguida, divida os estudantes em grupos e solicite que comparem essas condições às suportadas pelos tardígrados.
- Caso julgue conveniente, trabalhe a questão **A** por meio da estratégia de metodologias ativas *polling*. Para isso, veja mais orientações na página **XXIII** deste suplemento. Essa estratégia permite que os estudantes votem na resposta que consideram mais adequada à pergunta. Após a votação, organize os grupos de acordo com as respostas e peça a cada um deles que formule argumentos reforçando sua escolha. Por último, solicite aos grupos que apresentem os argumentos formulados e, em seguida, pergunte se algum estudante quer mudar sua resposta.
- Após os estudantes responderem à questão **B**, pergunte a eles se alterações nas características da Terra provocadas por ações humanas, como a intensificação do efeito estufa, podem influenciar os seres vivos.

Respostas

A Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes tanto a refletir sobre o assunto como a expor suas opiniões. Oriente-os a compartilhar sua opinião com os colegas.

B O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletirem sobre a importância do campo magnético terrestre para a vida na Terra. Esse campo se forma como resultado de diferentes fatores, por exemplo, a composição química e a estrutura do planeta, bem como os movimentos de suas camadas.

C Resposta pessoal. De maneira geral, as respostas a esses questionamentos ainda permanecem incompletas. Muito do que se sabe é baseado nos seres vivos encontrados na Terra e presentes em nosso cotidiano. Por isso, os estudantes podem citar que as condições necessárias à existência de vida como a conhecemos variam entre os diferentes grupos de seres vivos. Mas, de maneira geral, inclui, por exemplo, luz solar, temperaturas adequadas, atmosfera e concentração adequada de gases. No entanto, é preciso que eles compreendam que, com base nos novos estudos sobre os tardígrados e organismos extremófilos, o que se considerava limitante à vida tem sido revisto, incluindo as condições que os seres vivos são capazes de suportar. Entre os interesses desses estudos, está a busca por vida em outros astros do Universo.

CAPÍTULO 1
A união dos átomos

Objetivos

- Reconhecer a importância econômica das atividades de mineração e avaliar os impactos sociais e ambientais dessa atividade produtiva.
- Analisar as propriedades e características dos materiais, relacionando-as às ligações químicas presentes entre seus átomos.
- Compreender como se dá a formação das substâncias iônicas por meio da ligação iônica, relacionando as propriedades à estrutura.
- Representar as ligações usando a fórmula de Lewis e a fórmula iônica.
- Analisar como é feita a fabricação do vidro, um material amplamente usado pelo ser humano há séculos, bem como as matérias-primas envolvidas na produção e os fatores sociais, econômicos e ambientais relacionados a esse processo.
- Analisar como são formadas as ligações covalentes entre os átomos que resultam na formação de moléculas ou compostos covalentes.
- Conceituar ligação metálica e conhecer as diversas utilidades dos metais.
- Analisar como se dá a ligação metálica, relacionando-a às propriedades dos metais.
- Elencar as condições necessárias para a condução de corrente elétrica.
- Identificar e diferenciar materiais condutores de isolantes.

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

Página 14

BNCC EM DESTAQUE

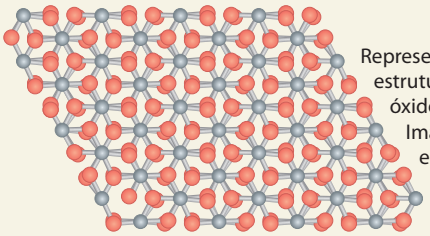
- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT201**, pois possibilita aos estudantes analisar e debater modelos e teorias que discutem a origem da Terra e do Universo.
- A reflexão da questão **2** dessa página incentiva os estudantes a argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis ao formular, negociar e defender ideias, contribuindo para o desenvolvimento da **competência geral 7**.

- Peça aos estudantes que elaborem, em duplas, hipóteses sobre as duas questões orais propostas no início da página. Proponha então um debate coletivo a respeito das hipóteses formuladas, levando-os a perceber que os elementos químicos podem se ligar de diferentes formas e em diferentes proporções.
- Se julgar conveniente, retome com os estudantes a formação dos elementos químicos a partir do *Big Bang*. Para isso, você pode exibir o vídeo *Origens da vida e do*

EDIÇÃO PROVISÓRIA

Universo, no *site USPtalks*. Disponível em: <http://usptalks.prp.usp.br/pt/usptalks-5-origens-da-vida-e-do-universo-joao-steiner/>. Acesso em: 16 abr. 2020.

- Explique de forma simplificada como, pelo processo de nucleossíntese, os elementos de maior número atômico foram se formando. Em seguida, explique como esse processo se relaciona com a formação do planeta Terra e de suas camadas, e termine indicando que a presença de diversos elementos químicos na crosta terrestre será estudada detalhadamente.
- Comente que diferentes condições de temperatura, pressão e movimentação terrestre provocaram a formação de vários tipos de minerais, que são estruturas cristalinas formadas por um ou mais elementos químicos. Uma estrutura cristalina, ou cristal, é uma substância sólida formada por átomos ou moléculas arranjados de forma ordenada e repetitiva.
- Mostre aos estudantes a estrutura cristalina do óxido de alumínio (Al_2O_3).



HELOÍSA PINTARELLI

Representação da estrutura cristalina do óxido de alumínio. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

- Você pode encontrar mais informações sobre a formação dos elementos químicos apresentados no quadro dessa página no *site* da *Revista da Universidade Federal de Minas Gerais* (UFMG). Disponível em: <https://www.ufmg.br/revistaufmg/pdf/REVISTA_19_web_182-205.pdf>. Acesso em: 15 maio 2020.

Página 15

BOXE COMPLEMENTAR

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT306** e **EM13CNT309**, pois possibilita aos estudantes analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das **Ciências da Natureza**.
- Essa página também permite abordar o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental** e a **competência geral 7**, ao incentivar os estudantes a argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias relacionadas a questões socioambientais.

- Peça aos estudantes que façam a leitura individual do **Livro do estudante**. Em seguida, promova uma atividade de pesquisa para que eles identifiquem os principais problemas gerados por esse tipo de atividade produtiva. Incentive-os, então, a refletir sobre as possíveis causas desses problemas, propondo formas de ação para resolvê-los. Após a elaboração dessas propostas, deve-se investigar a aplicabilidade delas. Essa dinâmica produzirá conhecimento que pode ser divulgado na forma de *podcast* ou outros tipos de mídia em redes sociais. É importante incentivar os jovens a se envolverem na busca de soluções para problemas atuais por meio de novas tecnologias, buscando novas formas de se relacionar com o ambiente. Além disso, é importante também incentivar os jovens a divulgar suas ideias e soluções por meio de ferramentas que fazem parte da **cultura juvenil**.
- Veja mais aplicações das nanopartículas magnéticas no *site* da *Universidade de São Paulo* (USP). Disponível em: <https://www5.usp.br/6046/laboratorio-do-iq-concretiza-promessas-das-nanoparticulas/>. Acesso em: 15 maio 2020. Se julgar conveniente, apresente essas informações aos estudantes.
- Veja dados sobre a extração mineral no Brasil no *site* da *Agência Nacional de Mineração* (ANM). Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/informe-mineral/publicacoes-nacionais/informe_mineral_1_2019.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2021.
- **Veja a seguir a resposta da questão do boxe complementar da página 15.**
- O objetivo dessa questão é levar os estudantes a explicarem o uso de nanopartículas na mineração (como facilitadoras do processo de extração mineral) para limpar a água contaminada por metais pesados. Utilizando nanofibras capazes de reter esses metais, tal como um filtro, grande parte da contaminação poderia ser retida. Contudo, é importante salientar que essa técnica por si só não tornaria a água própria para consumo humano e de outros animais.

Páginas 16 e 17

- Com o auxílio da tabela periódica, retome com os estudantes o modelo atômico de Bohr e a distribuição eletrônica em camadas. Com base nessas informações, eles estarão aptos a reconhecer e identificar a tendência dos elementos de se tornarem cátions ou ânions.
- Antes de mostrar o exemplo da hematita (Fe_2O_3), escreva na lousa outros exemplos que envolvam metais alcalinos e alcalinoterrosos formando ligações com o oxigênio (O). Explique como ocorre a formação dos cátions e ânions obedecendo à regra do octeto. Construa as fórmulas de Lewis e iônica para os exemplos.
- Volte ao **Livro do estudante** e mostre então como ocorre a ligação entre o cátion ferro (Fe^{3+}) e o ânion oxigênio (O^{2-}) na hematita. Ressalte que a carga total de um composto iônico é nula e, por essa razão, a hematita apresenta a proporção de 2 átomos de ferro (Fe) para 3 átomos de oxigênio.
- Veja mais informações sobre a aplicação de alguns minerais que são extraídos no Brasil no *site* do *Serviço Geológico do Brasil* (*CPRM*). Disponível em: <https://www.cprm.gov.

MODERNA

br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Utilidade-dos-Minerais-1105.html>. Acesso em: 15 maio 2020.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Pergunte aos estudantes por que quanto maior a diferença de eletronegatividade entre dois átomos, maior a força da ligação iônica entre eles? Espera-se que os estudantes respondam que quanto maior a diferença de eletronegatividade, mais efetivamente se dá a doação de elétrons entre os íons. É importante que eles tenham noção de continuidade de ligações químicas: uma ligação pode ser mais covalente e menos iônica, ou menos covalente e mais iônica. Caso os estudantes tenham dificuldade em responder à questão, retome o conceito de eletronegatividade e peça que eles o discutam em duplas. Ao trazer a discussão para todo o grupo, mostre que a diferença de eletronegatividade entre os elementos pode resultar em ligações iônicas de intensidades diferentes. No entanto, comparado a outros tipos de ligação química, essa ligação será mais forte.

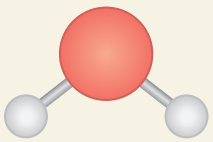
METODOLOGIAS ATIVAS

- Para reforçar os itens mais importantes a respeito das ligações iônicas, proponha aos estudantes algumas perguntas usando a estratégia de metodologia ativa *quick writing*. Veja mais informações sobre essa estratégia na página **XXIII** deste suplemento.

Página 18

- Nessa página, inicie o conteúdo referente à ligação covalente comentando com os estudantes sobre o dióxido de silício (SiO_2) e algumas de suas aplicações. Em seguida, acesse com os estudantes o simulador indicado no **Livro do estudante**.
- Se julgar conveniente, mostre aos estudantes um vídeo sobre como os vidros são fabricados, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=CHSDz9ARJ58>. Acesso em: 4 jun. 2020. Os simuladores digitais e os vídeos informativos disponíveis na internet são ferramentas da **cultura juvenil** que contribuem para aproximar o conhecimento científico do cotidiano dos estudantes.
- Caso trabalhe com o vídeo, aproveite a oportunidade e comente com os estudantes que nas indústrias de vidro, assim como em outras, é exigido que se use bota, jaleco e capacete. Pergunte aos estudantes como cada um desses itens confere proteção ao indivíduo. As botas protegem contra colisões, fogo, derramamento de substâncias químicas, choques elétricos e outros danos na área dos pés. O jaleco, contra fogo e substâncias químicas. O capacete, contra colisões na cabeça. Diga-lhes que esses equipamentos recebem o nome de EPIs – Equipamento de Proteção Individual. Essa abordagem está relacionada ao tema contemporâneo transversal **Trabalho** e também permite desenvolver a **competência geral 6**.
- Na página **18**, inicie a explicação comentando que a diferença entre os valores da eletronegatividade dos elementos que participam de uma ligação química define se essa ligação será iônica ou covalente. No entanto, para efeitos didáticos, consideramos nessa coleção que a ligação iônica ocorre entre um elemento metálico e um elemento não metálico ou entre um elemento metálico e hidrogênio (H), enquanto a ligação covalente ocorre entre elementos não metálicos, não metálicos e hidrogênio ou entre hidrogênio e hidrogênio.
- Mostre aos estudantes exemplos de ligações covalentes simples, como nas moléculas de gás hidrogênio (H_2) e de água (H_2O). Lembre de ressaltar que o hidrogênio é uma exceção à regra do octeto. Por ter apenas uma camada de elétrons, ele se estabiliza com dois elétrons. Faça na lousa as fórmulas eletrônica e estrutural para os compostos citados.
- Em seguida, passe para a fórmula do dióxido de silício, construindo também na lousa, passo a passo, sua fórmula eletrônica e em seguida sua fórmula estrutural.
- Utilizando os exemplos dados e a ilustração do retículo cristalino do dióxido de silício, explique que os compostos formados por ligações covalentes podem se estruturar como retículos cristalinos macromoleculares, chamados compostos covalentes, ou como moléculas simples, chamadas substâncias moleculares, ou apenas moléculas.
- Explique que as ligações presentes no retículo dos compostos covalentes ou entre as moléculas das substâncias moleculares são mais fracas do que as ligações iônicas e, por essa razão, essas substâncias podem estar nas fases gasosa ou líquida à temperatura ambiente. Ou, ainda, na fase sólida, com temperaturas de ebulição baixas.
- Os exemplos mostrados a seguir, da água, da glicose $(C_6H_{12}O_6)$ e das formas alotrópicas do carbono (C), trazem informações e imagens que podem ajudar na compreensão da diferença entre substâncias moleculares e compostos covalentes. Apresente-os aos estudantes.
- Água: cerca de 70% da massa do nosso corpo corresponde à água, que é a molécula mais fundamental à existência da vida. Ao contrário do que muitos pensam, a água pura não é boa condutora de eletricidade; qualidade esta que depende da presença de compostos iônicos nela dissolvidos.

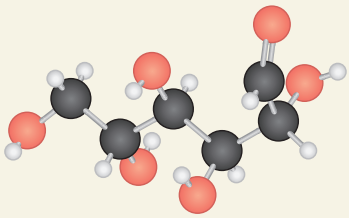
CYNTHIA SEKIGUCHI



Representação da estrutura molecular da água. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

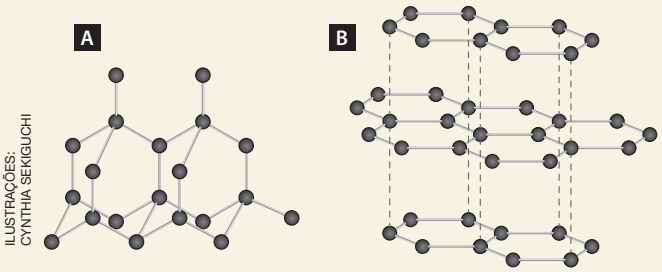
- Glicose: a molécula de glicose é a principal fonte de energia para os organismos vivos. É um açúcar simples que, quando associado a uma molécula de frutose (um outro tipo de açúcar), forma a sacarose $(C_{12}H_{22}O_{11})$, que é o açúcar comum usado para adoçar pratos e bebidas. Todas as ligações feitas entre os átomos da glicose são covalentes. A glicose é classificada como um **composto orgânico**, pois possui uma cadeia de átomos de carbono ligados entre si e a átomos de outros elementos químicos, principalmente o hidrogênio.

EM MODERNA



Representação da estrutura molecular da glicose. As esferas cinzas representam átomos de carbono; as brancas, de hidrogênio; e as vermelhas, de oxigênio. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

- O carbono grafite $\left(C_{\text{grafite}}\right)$ e o carbono diamante $\left(C_{\text{diamante}}\right)$: promova a discussão com os estudantes conforme o direcionamento a seguir. Olhe para a grafite que você usa em seu lápis ou lapiseira. Agora, pense nos diamantes. Pode parecer incrível, mas os dois materiais são macromoléculas formadas apenas por átomos de carbono! A diferença está apenas no modo como os átomos dessas substâncias estão arranjados: na grafite, há camadas de carbono sobrepostas umas às outras, o que torna a estrutura mais quebradiça. Já os átomos de carbono no diamante fazem ligações entre si nas três dimensões, formando uma estrutura bem mais rígida e resistente. Quando um mesmo elemento químico pode apresentar duas ou mais substâncias com configurações espaciais diferentes, é dito que esse elemento tem a propriedade da **alotropia**. Assim, a grafite e o diamante são **alótropos**.



ILUSTRAÇÕES: CYNTHIA SERIGUCHI

Representação da estrutura cristalina do diamante (**A**) e da grafite (**B**). Ambos são formados apenas por átomos de carbono, mas apresentam estruturas macromoleculares diferentes. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Página 19

- Peça aos estudantes que leiam, antes da aula, o texto sobre a liga metálica mais resistente do mundo. No início da aula, questione-os sobre qual é a diferença entre o aço comum e o aço inoxidável. Cite exemplos de utensílios domésticos feitos de aço inoxidável e conduza a discussão para que eles percebam a maior resistência desse tipo de liga metálica à ferrugem.
- Passe então para a discussão da questão **8**. Mostre que as ligas metálicas não são desenvolvidas necessariamente com o objetivo de aumentar a resistência mecânica. Elas podem ter como principal vantagem o aumento da maleabilidade, resistência à temperatura, entre outras. Cite exemplos de ligas metálicas presentes no dia a dia, como o bronze e o latão.
- Explique como se dá a ligação entre os átomos dos metais. Comente que, de forma diferente do que ocorre nas ligações iônicas e covalentes, na ligação metálica não ocorre transferência ou compartilhamento de elétrons; não sendo necessário, nesse caso, observar a regra do octeto. Explique como funciona o modelo de elétrons deslocalizados na ligação metálica.
- Em muitas questões de provas oficiais e textos sobre as ligações metálicas, é comum o uso do termo "mar de elétrons" para se referir ao trânsito livre dos elétrons de valência do metal entre os átomos. Essa analogia é proposta em um modelo de ensino que tem por objetivo facilitar a compreensão dos estudantes para a movimentação dos elétrons em metais e sua interação com os núcleos atômicos. Porém, esse modelo de ensino pode gerar ideias equivocadas sobre o assunto, sendo muitas vezes criticado por educadores.
- Dessa forma, optamos por não utilizar a expressão "mar de elétrons". No entanto, é importante que os estudantes a conheçam, pois eles possivelmente entrarão em contato com essa expressão em sua vida acadêmica. Por isso, sugerimos que, se julgar conveniente, apresente-a aos estudantes e mostre-lhes ao que ela se refere.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Divida a sala em duplas e peça aos estudantes que respondam, por escrito, à questão **8** da página **19**, relacionando o modelo de elétrons deslocalizados com as propriedades dos metais, como maleabilidade, ductilidade, e condutividade térmica e elétrica. Peça a eles que troquem a resposta com outra dupla, que deverá corrigi-la. Em seguida, reúna as duas duplas para avaliarem as respostas e as possíveis correções.

Página 20

INVESTIGUE

BNCC EM DESTAQUE

- As questões de **Contextualização** dessa seção contribuem para desenvolver a **competência geral 8**, além do tema contemporâneo transversal **Saúde**, uma vez que incentiva os estudantes a cuidar da própria ao se precaver contra choques elétricos.

Objetivos

- Avaliar as condições necessárias para a condução de corrente elétrica.
- Reconhecer e diferenciar materiais condutores de isolantes.
- Explicar como são formadas as ligações químicas.
- Concluir que as propriedades físicas e as propriedades químicas das substâncias são determinadas, em grande parte, pelas ligações químicas que mantêm seus átomos unidos.

Orientações

- Essa atividade contribui para desenvolver o **pensamento computacional**, incentivando os estudantes a usar fundamentos da computação para encontrar maneiras de criar um aparato que investigue a condutividade dos materiais. 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 **20** podem ajudar os estudantes nesse processo. Se possível leve um para a sala de aula e desmonte-o a fim de mostrar seus componentes, sobretudo a parte do resistor. Explique a eles que, quando abrimos o registro, a câmara

MODERNA

do chuveiro se enche de água, fazendo com que uma peça, chamada diafragma, infle e feche o circuito conectando os terminais do resistor à rede elétrica. A corrente elétrica então percorre o resistor e converte a energia elétrica em energia térmica, que aquece a água em contato com o resistor. Ao fecharmos o registro, a água da câmara do chuveiro escoa, o diafragma desce, o circuito é aberto interrompendo a passagem de corrente elétrica. A chave verão-inverno regula o trecho do resistor que é percorrida pela corrente: quanto maior o trecho (verão), menor é o aquecimento do resistor. Essa é uma oportunidade de trabalhar com os estudantes a comunicação científica. Peça a eles que elaborem um vídeo-minuto para explicar o funcionamento de um chuveiro elétrico. Essa estratégia faz parte da **cultura juvenil** e contribui para aproximar o conhecimento científico do cotidiano dos estudantes.

- Incentive os estudantes a discutir as questões sugeridas na **Contextualização**. Verifique se eles compreenderam o funcionamento de um chuveiro elétrico e os cuidados que devemos ter ao manusear equipamentos elétricos. É importante que os estudantes percebam a existência de materiais que facilitam a passagem da corrente elétrica (condutores) e de materiais que dificultam a passagem da corrente elétrica (isolantes).

Respostas das questões de contextualização

a) Espera-se que os estudantes respondam que não devemos manusear a chave verão-inverno enquanto o chuveiro estiver ligado porque a água, em contato com o resistor do chuveiro, pode receber corrente elétrica do sistema e conduzi-la até o corpo humano quando tocamos na chave.

b) A borracha é um isolante elétrico. Ela atua diminuindo a diferença de potencial entre o usuário e o solo, fazendo com que as chances de sofrer um choque elétrico sejam reduzidas.

c) Resposta pessoal. Os estudantes podem citar como condutores: grafite, soluções salinas e metais como ferro, prata (Ag), cobre (Cu) e alumínio (Al). Para os não condutores, os estudantes podem citar plástico, borracha, papel, vidro, madeira, entre outros.

- Auxilie os estudantes na montagem do aparato para a investigação da condutividade elétrica. Pode-se utilizar uma lâmpada LED como dispositivo elétrico e pilhas como fonte de energia. Você pode solicitar que instalem um interruptor para interromper a corrente elétrica enquanto o equipamento não estiver sendo utilizado.
- Oriente os estudantes a manterem os eletrodos paralelos e imersos quando forem testar uma amostra líquida.
- 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.
- Caso ache interessante, solicite aos estudantes que criem dois quadros, um para ser preenchido antes da realização dos testes e outro, durante a realização dos testes a fim de que, ao final, eles comparem suas hipóteses com os resultados obtidos.
- Veja a seguir uma sugestão de materiais que podem ser utilizados durante os testes.

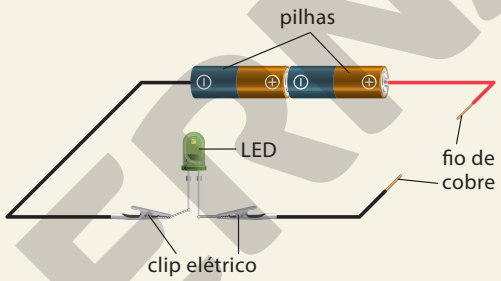
Materiais

- água da torneira
- água destilada ou deionizada
- sal
- açúcar
- solução de água com sal
- solução de água com açúcar
- óleo de cozinha
- etanol
- vinagre
- laranja ou limão
- cobre
- grafite
- madeira
- prego ou parafuso
- borracha
- detergente
- batata

- Para obter resultados mais abrangentes, peça aos estudantes que incluam, em suas listas, materiais com diferentes tipos de ligações químicas.

Procedimentos

a) Monte um equipamento para a verificação da condutividade elétrica, semelhante ao apresentado a seguir.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação de equipamento feito para verificar a condutividade elétrica. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

b) Coloque os materiais que serão testados em recipientes separados e devidamente identificados.

c) Coloque os eletrodos em contato com a amostra a ser analisada, tomando cuidado para não encostar um eletrodo no outro.

d) Anote os resultados observados no quadro.

e) Limpe os eletrodos com água e, em seguida, seque-os.

f) Repita o procedimento descrito nas etapas **c**, **d** e **e**, até que todas as amostras sejam testadas.

- Durante a execução da proposta de investigação, sugerimos que o professor continue atuando como orientador, incentivando os estudantes a encontrar soluções para os problemas que surgirem. No entanto, execute as etapas que podem lhes causar danos, como desencapar os fios e manipular os objetos cortantes.
- Leve-os a concluir que a explicação do resultado observado está diretamente relacionada ao tipo de ligação química predominante no material utilizado no teste.
- Durante a divulgação dos resultados, peça aos estudantes que apresentem ao restante da turma as reflexões e as conclusões obtidas no decorrer da investigação, de maneira clara e objetiva.
- Veja a seguir sugestões de respostas para as questões.

Respostas

1. Materiais condutores são aqueles que apresentam facilidade na passagem da corrente elétrica devido à existência de elétrons livres na estrutura do material. Materiais isolantes

MODERNA

não são bons condutores de corrente elétrica, pois apresentam poucos elétrons livres em sua estrutura.

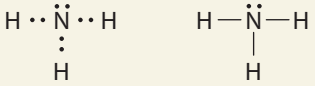
2. Ligação iônica, ligação covalente e ligação metálica.
3. A condução de corrente elétrica ocorre pela transferência de elétrons entre os átomos que compõem o material. Quanto mais livre o elétron estiver para se mover pela estrutura da substância, melhor é a condução de corrente elétrica.
4. A água pura não conduz corrente elétrica. No entanto, não devemos manipular aparelhos elétricos quando estamos molhados, pois, embora a água pura não conduza corrente elétrica, geralmente entramos em contato com água não pura, que apresenta íons dissolvidos capazes de conduzir corrente elétrica.
5. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes reflitam sobre suas respostas iniciais corrigindo e complementando-as, após a realização da atividade investigativa.

Destino dos resíduos

- As soluções preparadas podem ser descartadas na pia, os materiais sólidos podem ser descartados em lixo comum ou em coletores recicláveis. Os restos de alimentos podem ser utilizados como adubo, em uma composteira.

Respostas e orientações para as Atividades

Página 21

2. **a)** O composto Al_2O_3 apresenta ligações iônicas, pois é formado por um metal e um ametal, e o metal alumínio puro (Al) apresenta ligações metálicas, pois é formado apenas por um elemento químico metálico.
   b) Apenas o alumínio é bom condutor elétrico, pois apresenta ligação química do tipo metálica.
   c) O alumínio é mais maleável, por causa da livre movimentação dos elétrons em sua estrutura.
   d) Ocorre primeiro a fusão do alumínio metálico, porque as ligações iônicas são mais fortes do que as ligações metálicas. Se os estudantes ficarem em dúvida, cite as temperaturas de fusão dessas duas substâncias: 2 054 °C do Al_2O_3 e 660 °C do Al.
3. Alternativa **b**.
   II – Falsa. As ligações covalentes ocorrem entre os elementos químicos não metálicos; não metálicos e hidrogênio; e entre átomos de hidrogênio, ocorrendo compartilhamento de elétrons. Os compostos com esse tipo de ligação, em geral, não são bons condutores de eletricidade.
4. Alternativa **c**. Única alternativa que não apresenta elemento pertencente ao grupo dos gases nobres.
5. **a)** NH_3
   b) A amônia possui ligações do tipo covalente.
   c) A amônia não é um bom condutor elétrico em qualquer estado de agregação, pois não possui cargas elétricas com alta mobilidade.
   d) 
   e) Espera-se que os estudantes citem como prevenção: treinamento dos funcionários, plano de emergência, manutenção e conservação dos equipamentos, entre outras ações. Quanto aos procedimentos após o acidente, podem citar: acionar o corpo de bombeiros e evacuar o frigorífico. Caso algum estudante cite a contenção e/ou dispersão do produto, comente que isso deve ser feito por especialistas.

CAPÍTULO 2
As interações entre as moléculas

Objetivos

- Analisar como ocorrem a tensão superficial, a relação entre algumas propriedades das substâncias e suas interações intermoleculares.
- Interpretar a teoria da repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência para definir a geometria molecular dos compostos covalentes lineares, angulares, trigonais, piramidais e tetraédricos.
- Conceituar o momento de dipolo e classificar as moléculas em polares ou apolares.
- Analisar como ocorrem as interações moleculares dos tipos dipolo instantâneo-dipolo induzido e dipolo permanente-dipolo permanente e as ligações de hidrogênio.
- Relacionar o tipo de interação molecular com algumas propriedades físicas das substâncias.

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

Páginas 22 e 23

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem da página **22** contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT301**, pois possibilita que os estudantes construam questões e elaborem hipóteses para representar e interpretar modelos explicativos.
- A análise da situação envolvendo o inseto sobre a superfície da água possibilita que os estudantes exercitem a curiosidade intelectual e recorram à abordagem da Ciência para investigar, levantar hipóteses e elaborar conclusões com base em conhecimentos científicos, contribuindo para desenvolver a **competência geral 2**.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Peça aos estudantes que, individualmente, observem a imagem do inseto sobre a água e pensem sobre a resposta da questão **1**, uma definição para o conceito de tensão superficial. Em seguida, usando a metodologia *think-pair-share*, eles devem compartilhar o raciocínio individual com um colega. Depois, eles podem socializar

NÃO PODE RIA

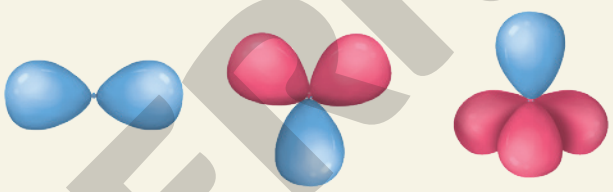
com um grupo maior os pensamentos e as conclusões aos quais a dupla chegou. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXII** deste suplemento.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Se julgar conveniente, leve para a sala de aula um copo de vidro e, cuidadosamente, encha-o de água até perceber que a superfície da água ficou um pouco acima da borda do copo. Peça aos estudantes que observem o que aconteceu.

  Pergunte a eles se o que observaram nessa atividade tem alguma relação com a situação do inseto, mostrada no início dessa página, e peça-lhes que expliquem por que isso aconteceu.

- Explique aos estudantes que os conceitos de geometria molecular e polaridade das moléculas, que são pré-requisito para o entendimento do conceito de tensão superficial, serão estudados nas próximas páginas.
- Inicie a explicação sobre a teoria VSEPR (teoria da repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência) construindo as fórmulas estruturais para a água (H_2O) e para o gás carbônico (CO_2), sem se preocupar em representá-las com a geometria correta. Defina o que, na geometria molecular, chamaremos de átomo central e o que são pares de elétrons não ligantes.
- Explique que as nuvens eletrônicas que formam as ligações covalentes se repelem e que a estabilidade da molécula é alcançada quando essas nuvens estão o mais afastadas possível.
- Mostre que, para o gás carbônico, esse afastamento máximo entre as nuvens confere à molécula a geometria linear, isto é, quando é feita uma representação plana e os três átomos ficam alinhados. Desenhe na lousa.
- Explique que, para a molécula de água, esse formato não é possível devido à existência dos pares de elétrons não ligantes. Peça a eles que observem a ilustração do livro, mostrando como seria o formato correto para representar a molécula da água, de modo que se adquira a maior estabilidade com a geometria angular.
- No momento, não se preocupe com a representação tridimensional desses modelos. Para outras geometrias mais complexas, serão trabalhados modelos tridimensionais, e você pode então retomar as geometrias linear e angular.
- Ao abordar o quadro da página **23**, que apresenta as demais geometrias moleculares, use o simulador indicado no boxe **Dica**. Se for possível, leve os estudantes à sala de informática ou peça a eles que utilizem o celular.
- O conceito de polaridade será explicado logo a seguir. Use o quadro para explicar a geometria molecular e diga aos estudantes que esse conceito será trabalhado em seguida, mas que o termo já aparece no quadro porque a polaridade depende da geometria molecular.
- Explique que as moléculas com dois átomos sempre terão geometria linear, sendo os átomos constituintes iguais ou diferentes. Para moléculas com três átomos ou mais, estruture sua explicação de modo que as geometrias sejam definidas de acordo com o número de átomos da molécula e a presença ou não de pares eletrônicos não ligantes no átomo central.
- Se achar conveniente, utilize um modelo tridimensional com bolas de poliestireno e palito de dente/churrasco, ou mesmo os balões propostos mais adiante, desde o início da abordagem, para auxiliar a compreensão dos estudantes sobre a geometria das moléculas.
- Retome rapidamente os exemplos da água e do gás carbônico. Usando os outros exemplos do quadro, mostre que todas as moléculas com três átomos sem pares de elétrons não ligantes são lineares, e todas as moléculas com três átomos com pares de elétrons não ligantes são angulares.
- Para as moléculas com quatro átomos, um recurso auxiliar, além do simulador, é utilizar balões representando cada átomo, como na ilustração a seguir. Para manter os balões presos, amarre-os com um barbante pelos seus bicos.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação das geometrias moleculares por meio de balões. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

- Cada balão representa um átomo ao redor do átomo central ou um par de elétrons não ligantes. O átomo central está localizado na união dos bicos dos balões.
- A utilização dos balões auxilia na visualização tridimensional de algumas moléculas. Para as moléculas com quatro átomos sem pares de elétrons não ligantes, coloque os balões sobre uma mesa para mostrar que se trata de uma fórmula plana, e que o nome de sua geometria é trigonal.
- Para as moléculas com quatro átomos com pares não ligantes, monte a fórmula forçando os balões de modo que ela pareça ser uma fórmula plana. Em seguida, agite a montagem segurando pela ponta do barbante, de modo que os balões adquiram a forma tridimensional. Explique aos estudantes que essa é a conformação mais estável, cuja geometria é chamada piramidal. Peça-lhes que confirmem a forma tridimensional no simulador, usando o NH_3 como exemplo. Com o recurso digital, é possível comparar os ângulos entre as ligações N — H. Voltando os balões para a montagem plana, você pode mostrar a eles como esses ângulos não são iguais entre si, o que gera instabilidade.
- Ao abordar as moléculas formadas por cinco átomos, explique aos estudantes que, no Ensino Médio, serão estudadas apenas aquelas moléculas sem pares de elétrons não ligantes no átomo central. Para essas fórmulas, o arranjo tridimensional é semelhante àquele das moléculas com quatro átomos com pares de elétrons não ligantes, sendo que o par não ligante é substituído por um átomo, e sua geometria é chamada tetraédrica. Usando o simulador

MODERNA

para o CH_4, é possível verificar uma pequena diferença nos ângulos entre as ligações, comparando-os à fórmula NH_3.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Caso julgue interessante, veja com os estudantes os exemplos de geometria presentes no simulador que não são abordados no **Livro do estudante**. São casos interessantes para que eles confirmem a lógica usada na teoria, com os pares de elétrons não ligantes sempre afastados das ligações entre os átomos. Verifique se eles aplicam essa lógica ao observarem outros exemplos de geometria.

Página 24

- Ao iniciar a explicação, comente com os estudantes que o item polaridade integra a sequência de conceitos necessários para explicarmos como os insetos conseguem pousar sobre a água sem afundar. É importante atentar para isso porque os conceitos de geometria molecular e polaridade são abstratos e os estudantes podem perder o fio condutor do assunto.
- Inicie fazendo a distinção entre polaridade das ligações e polaridade das moléculas. Mostre que, se uma ligação covalente ocorre entre elementos diferentes, por terem eletronegatividades diferentes, o mais eletronegativo deles atrai com mais força os elétrons que formam a ligação, ficando polarizado negativamente. Quando os átomos presentes na ligação são do mesmo elemento, não ocorre a polarização. Conclua dizendo que a polaridade das ligações é definida usando esse critério.
- Para explicar sobre a polaridade das moléculas, inicie com o exemplo do gás carbônico, mostrando os polos positivo e negativo entre os átomos de carbono (C) e oxigênio (O), com a representação do vetor. Em seguida, explique por que o momento de dipolo resultante é nulo.
- Mostre a formação dos vetores na molécula de água e explique que, nesse caso, a soma dos vetores não é nula, em razão da geometria angular da molécula.
- Retome o quadro da página anterior e mostre a formação dos polos e vetores na molécula do cianeto de hidrogênio (HCN). Com base na conclusão de que tal molécula é polar, explique aos estudantes, ainda utilizando o quadro, que a análise dos átomos ao redor do átomo central definirá a polaridade das moléculas com geometria linear, trigonal e tetraédrica. As moléculas com geometria angular e piramidal sempre serão polares.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Aplicando a estratégia *quick writing*, faça uma avaliação sobre a compreensão do conceito de polaridade. Além de pedir aos estudantes que expliquem o que define se uma molécula é polar ou apolar, escreva na lousa a fórmula estrutural de algumas moléculas e peça-lhes que as classifiquem como polares ou apolares.

Página 25

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT301**, pois possibilita que os estudantes construam questões e elaborem hipóteses para representar e interpretar modelos explicativos.
- A análise da situação envolvendo os béqueres com água e com álcool possibilita que os estudantes exercitem a curiosidade intelectual e recorram à abordagem da Ciência para investigar, levantar hipóteses e elaborar conclusões com base em conhecimentos científicos, contribuindo para desenvolver a **competência geral 2**.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Peça aos estudantes que primeiro discutam sobre a questão **3** por meio da estratégia *turn and talk* e, em seguida, levem a discussão para todo o grupo. Você pode perguntar se eles conhecem uma substância que evapore ainda mais rápido do que o etanol (C_2H_5OH). Alguns deles provavelmente responderão que a acetona (C_3H_6O) evapora mais rapidamente do que o álcool. Diga-lhes que atentem a essa informação, pois em breve conseguirão explicar por que existe essa diferença de volatilidade entre os compostos.

- Inicie explicando aos estudantes que, quando uma substância passa da fase líquida para a fase gasosa, suas moléculas se separam. Faça na lousa um esquema mostrando como as moléculas estão unidas na fase líquida e que, ao passar para a fase gasosa, elas não apresentam mais essa interação.
- Explique que a força dessa ligação entre as substâncias está relacionada à sua polaridade. Portanto, a ausência de polos faz com que a substância passe mais facilmente para a fase gasosa.
- Comente que as substâncias apolares possuem momento de dipolo nulo, mas a movimentação dos elétrons das ligações podem formar dipolos instantâneos de baixa intensidade. O entendimento da formação desses dipolos em substâncias apolares é complexo para os estudantes. Portanto, gaste um pouco mais de tempo nessa exposição e use esquemas e figuras na lousa para que eles consigam entender essa dinâmica de formação dos dipolos. Use também a ilustração da página **26**, que mostra a formação dos dipolos e as interações entre as moléculas no gás oxigênio (O_2).
- Após concluir que esses dipolos são fracos e, portanto, a tendência para as substâncias apolares é que estejam na fase gasosa à temperatura ambiente ou sejam líquidos de baixa temperatura de ebulição, passe para a comparação das temperaturas de ebulição entre duas substâncias apolares. Use o exemplo do livro, comparando a temperatura de ebulição do propano (C_3H_8) ao do octano (C_8H_{18}). Desenhe

MODERNA

algumas moléculas de propano agrupadas e em seguida algumas moléculas de octano também agrupadas, da mesma forma que as representadas no livro. Mostre que, além da massa molecular, as moléculas maiores apresentam área de interação maior. Portanto, a interação entre duas moléculas de octano é maior do que entre duas moléculas de propano. Por essa razão, o propano evapora mais facilmente.

- O texto abaixo também pode ser usado para introduzir o conceito de interações intermoleculares.

Por que a lagartixa não cai quando anda pelas paredes?

Por muito tempo se acreditou que essa incrível habilidade estivesse ligada à existência de microventosas na pata da lagartixa. Essa hipótese foi descartada porque se percebeu que elas também eram capazes da mesma proeza em superfícies muito lisas e molhadas, onde, supostamente, as microventosas não teriam aderência. O mistério começou a ser desvendado em 1960, quando o cientista alemão Uwe Hiller sugeriu a existência de um tipo de força atrativa entre as moléculas da parede e as da pata da lagartixa. Tal força é conhecida na física como força intermolecular de Van der Waals, em homenagem ao físico que a descobriu, o holandês Johannes Diederik van der Waals.

No final do século 20, uma equipe de cientistas, liderada pelo biólogo americano Kellar Autumn, provou que a aderência da lagartixa à parede era mesmo resultado das forças intermoleculares. A pesquisa saiu na revista científica Nature, onde Autumn escreveu: "Se todos os pelos microscópicos das patas, chamados de setae, aderissem simultaneamente e em sua força máxima à parede, duas patas de uma lagartixa poderiam produzir uma força capaz de suspender até uma criança de 20 quilos".

VASCONCELOS, Y. Por que a lagartixa não cai quando anda pelas paredes? *Mundo estranho*. São Paulo. Abril. n. 16, p. 70, 1 jun. 2003. © Yuri Vasconcelos/ Abril Comunicações S.A.

Página 26

- Analise com os estudantes a ilustração que mostra as interações entre as moléculas de HCl. Peça a eles que a comparem com a ilustração anterior, a qual representa as interações no O_2. Eles perceberão que é a mesma representação, apenas substituindo as moléculas envolvidas. Caso ainda não tenham mencionado, peça-lhes que citem outras diferenças entre as duas situações comparadas. Conduza a discussão levando-os a perceber que, para o HCl, os dipolos são permanentes pelo fato de a molécula ser polar. No caso do O_2, como os dipolos não são permanentes, são mais fracos e, assim, a atração é menor.
- Explique que o aumento da polaridade em uma molécula acontece devido ao seu tamanho e à diferença de eletronegatividade entre os elementos químicos que a compõem. Use as fórmulas do clorometano (CH_3Cl), do diclorometano (CH_2Cl_2) e do triclorometano ($CHCl_3$) representadas no livro para explicar esse conceito.
- Comente com os estudantes que eles não precisarão prever as temperaturas de ebulição dos compostos. Eles devem ser capazes de estabelecer uma sequência de informações, que parte da geometria da molécula e sua polaridade, para definir se uma substância apresenta interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido ou do tipo dipolo permanente-dipolo permanente. Eles também deverão ser capazes de prever qual substância tem temperatura de fusão ou de ebulição mais alta ou mais baixa quando comparada a outra. É sempre oportuno lembrar aos estudantes que seu aprendizado não deve ser baseado em memorização.

Página 27

- Explique aos estudantes que cientistas observaram experimentalmente que algumas moléculas apresentavam temperaturas de ebulição anormalmente elevadas quando se considerava as características das moléculas e suas polaridades estudadas até aqui. Percebeu-se então que essas moléculas tinham em comum o fato de possuírem átomos de hidrogênio (H) ligados a átomos de flúor (F), oxigênio ou nitrogênio (N), os três elementos químicos mais eletronegativos.
- Comente que o aumento da temperatura de ebulição, como foi visto, é explicado pelo aumento da intensidade dos polos que são formados em moléculas polares. Portanto, a ligação entre as moléculas que apresentam os elementos químicos citados é mais intensa que os dipolos permanentes estudados.
- Explique que todas as interações intermoleculares têm, em maior ou menor grau, semelhança com uma ligação covalente completa, afinal são forças eletrostáticas aproximando a região eletronegativa de uma molécula com a região eletropositiva de outra. A ligação de hidrogênio, inclusive, tem esse nome porque se aproxima bastante de uma ligação covalente, com o oxigênio (muito eletronegativo) interagindo fortemente com hidrogênios vizinhos (pouco eletronegativos).
- Oriente os estudantes a observar a ilustração do livro que mostra a interação entre as moléculas de água. Mostre a eles as semelhanças com as representações feitas na página anterior, a fim de perceberem que todas as interações intermoleculares se dão pela atração entre polos positivos e polos negativos. O que as diferencia é a intensidade desses polos.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Retome a imagem do início do capítulo, com o inseto pousado sobre a água, e verifique se os estudantes percebem que a intensidade das ligações de hidrogênio mantém as moléculas de água unidas, e diga que essa força que mantém a união entre as moléculas é chamada tensão superficial.

- Utilizando as informações do boxe **Dica**, explique para os estudantes que os detergentes provocam a diminuição da

PROIBIDA

tensão superficial da água. Logo, um inseto não conseguiria pousar sobre a água se nela houvesse detergente.

- Diga aos estudantes que as cadeias carbônicas são formadas por ligações entre átomos de carbono. Esse elemento químico é um dos poucos com capacidade para formar grandes cadeias. As diferentes formas estruturais das cadeias carbônicas podem explicar várias propriedades físicas e químicas dos compostos orgânicos. A cadeia carbônica longa tende a ser insolúvel na água, entretanto é capaz de interagir com espécies apolares.

Respostas e orientações para as Atividades

Páginas 28 e 29

2. a) Alternativa **e**.

I – O gás oxigênio (O_2) é uma substância simples;

II – Correta;

III – Correta;

IV – A temperatura de ebulição da água (H_2O) é maior que a do dióxido de carbono (CO_2), devido à presença de interações do tipo ligação de hidrogênio;

V – Correta.

3. Espera-se que os estudantes expliquem que o etanol é uma substância que apresenta em sua estrutura uma parte polar e outra apolar. Assim, quando está presente na gasolina, há interações entre as substâncias apolares que a constituem e a parte apolar do etanol (interações intermoleculares fracas do tipo dipolo induzido), constituindo assim uma mistura homogênea. Contudo, ao adicionar água (substância polar) a esse sistema, a parte polar do etanol forma interações intermoleculares de grande intensidade (ligações de hidrogênio) com as moléculas de água. Dessa forma, o sistema passa a ser uma mistura heterogênea em que uma fase apresenta a gasolina (substâncias apolares) e a outra fase é formada pela mistura de água e etanol. Assim, é possível determinar a quantidade de etanol na gasolina ao comparar seu volume inicial e final. Essa diferença de volume é relativa ao volume de etanol inicialmente presente na gasolina (com etanol), que passa a formar outra fase com a água.

4. Alternativa **c**. Dos materiais disponíveis, o detergente é o único que apresenta uma região polar (hidrofílica) e outra apolar (hidrofóbica).

7. Alternativa **b**. O revestimento (**1**) repele a urina devido ao caráter hidrofóbico das cadeias carbônicas. O revestimento (**2**) teria afinidade com a urina, pois possui hidroxilas (grupos polares) no final das cadeias carbônicas.

8. a) Todas as substâncias são polares.

b) Acetona: dipolo permanente-dipolo permanente; água: ligação de hidrogênio; etanol: ligação de hidrogênio.

c) Porque quanto mais intensa for a interação intermolecular da substância, maior será sua temperatura de ebulição.

d) Acetona e etanol, pois, embora sejam moléculas polares, apresentam regiões apolares, permitindo que sejam solúveis em óleo, um composto apolar.

CAPÍTULO 3
Campo magnético terrestre

Objetivos

- Compreender a natureza do campo magnético terrestre, diferenciando polo geográfico de polo magnético.
- Reconhecer o magnetismo como fenômeno natural e algumas de suas aplicações tecnológicas.
- Relacionar o campo magnético com a corrente elétrica.
- Analisar e calcular a interação entre as cargas elétricas e o campo magnético por meio da força magnética.

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

Página 30

BNCC EM DESTAQUE

- Trabalhar as questões **1** e **2** instiga os estudantes a exercitar a curiosidade intelectual, desenvolvendo a investigação, a reflexão e a análise crítica dos fatos de seu cotidiano, possibilitando, portanto, o desenvolvimento da **competência geral 2**. Além disso, a abordagem dessa página os leva a construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Terra, contribuindo para o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Se achar conveniente, inicie o conteúdo desse capítulo utilizando a estratégia de metodologia ativa *think-pair-share*. Para isso, siga as orientações abaixo.

1. Oriente os estudantes a formar duplas.

2. Faça algumas perguntas sobre os temas que serão abordados nesse capítulo, a fim de utilizarem o conhecimento prévio para respondê-las, como: "O que é campo magnético?"; "O que é magnetismo?"; "A Terra possui magnetismo?"; e "O que é radiação ultravioleta?".

3. Para cada questionamento, determine três intervalos de tempo: o primeiro, para que os estudantes possam pensar; o segundo intervalo, para compartilharem com sua dupla; e o terceiro intervalo, para que possam compartilhar entre os pares em um grupo maior.

Certifique-se de que todos tenham a oportunidade da fala, a fim de expor seus conhecimentos sobre o questionamento.

- A abordagem da origem do campo magnético da Terra por meio da análise de um filme de ficção contribui para aproximar os conhecimentos científicos do universo das **culturas juvenis**, levando os estudantes a desenvolver uma postura crítica diante desse tipo de mídia.

MODERNA

- Explique aos estudantes que alguns estudos apontam a influência do movimento de rotação do planeta no campo magnético, pois medições recentes mostram que o movimento de giro e a intensidade do campo magnético de Júpiter são maiores que o da Terra, ao passo de que Vênus, que gira mais lentamente que nosso planeta, apresenta um campo magnético mais fraco.

Página 31

- Ao trabalhar as características do campo magnético terrestre, explique aos estudantes que, por convenção, a extremidade da agulha de uma bússola que aponta para o Norte geográfico da Terra é definida como Polo Norte Magnético, atraída pelo Sul Magnético do planeta. Da mesma forma, a outra extremidade da agulha da bússola, que aponta para o Sul geográfico da Terra, é chamada Sul Magnético e aponta para o Norte Magnético do planeta.
- Comente com os estudantes que acredita-se que os polos magnéticos da Terra sofreram inversões várias vezes no passado. Houve períodos da história em que o campo magnético sofreu várias inversões na sua polaridade em um curto período de tempo, denominado período de hiperatividade. Entretanto, essas inversões seguem um padrão de ciclicidade.

  De acordo com os últimos estudos, o campo magnético terrestre pode estar a caminho de mais um período de hiperatividade. No entanto, a inversão magnética não é instantânea e a troca dos polos ocorre ao longo de vários milhares de anos.

  O texto a seguir explica como é realizado o estudo do campo magnético terrestre e suas inversões ocorridas ao longo do tempo.

> [...]
>
> O campo magnético da Terra é gerado pela movimentação do ferro e níquel liquefeitos presentes no núcleo externo do nosso planeta, cerca de 2,8 mil quilômetros abaixo da superfície. Ao longo dos anos, as inquietações do campo magnético foram capturadas por minerais ricos em ferro sensíveis a influências magnéticas, que podem ficar presos à medida que as rochas sedimentares se formam ou a lava esfria, como pequenas agulhas de uma bússola congeladas no tempo.
>
> Com base nesse registro rochoso, os nossos polos não se invertem há cerca de 780 mil anos, mas já foram bastante inquietos no passado, com inversões a cada 200 mil anos, mais ou menos. Houve também longos períodos em que os polos permaneceram imóveis, como um intervalo de 40 milhões de anos durante o período Cretáceo, há cerca de 100 milhões de anos.
>
> [...]
>
> WEI-HAAS, M. Campo magnético da Terra muda com muito mais frequência do que imaginávamos. *National Geographic*, 10 out. 2019. Meio ambiente. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2019/10/campo-magnetico-terra-muda-frequencia-polo-nucleo-planeta-escudo-radiacao>. Acesso em: 13 maio 2020.

- Explique também que, nos períodos de inversão, o campo magnético não desaparece, mantendo a proteção do planeta dos ventos solares. No entanto, sua intensidade varia rápida e abruptamente.

Página 32

BOXE COMPLEMENTAR

BNCC EM DESTAQUE

- O trabalho dessa página possibilita aos estudantes entender processos tecnológicos por meio da análise das características do campo magnético terrestre, a fim de que melhorem as condições de vida da sociedade, desenvolvendo a **competência específica 1 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**.

- Comente com os estudantes que, apesar de a bússola ter relevância nas Grandes Navegações no passado, vem se tornando um objeto obsoleto. Hoje, a utilização da tecnologia possibilita a navegação marítima, aérea ou terrestre mesmo sem visibilidade alguma, pois o aparelho GPS (Sistema de Posicionamento Global, em português) fornece todas as informações sobre altitude, longitude e latitude em tempo real. Esse sistema de orientação utiliza as transmissões via satélite, por meio de ondas eletromagnéticas, para obter informações precisas sobre a localização em qualquer ponto da Terra. Os simuladores digitais disponíveis na internet são ferramentas da **cultura juvenil** que contribuem para aproximar o conhecimento científico do cotidiano dos estudantes.
- **Veja a seguir a resposta da questão do boxe complementar da página 32.**
- Espera-se que os estudantes comentem que o desenvolvimento da bússola ajudou o ser humano a identificar as direções geográficas, possibilitando ampliar as navegações, que passaram a chegar a locais cada vez mais distantes de sua origem.

Página 33

- Explique aos estudantes que os fenômenos elétricos e magnéticos têm a mesma origem, baseada no movimento de cargas elétricas, e que a união dessas duas áreas originou o chamado eletromagnetismo. Essa união teve início com os experimentos depois da invenção da pilha e as observações que o físico dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851) fez em uma de suas aulas: sempre que ligava uma pilha a um circuito, para demonstrar as propriedades elétricas, a agulha de uma bússola próxima passava a apontar em outra direção. Ao desligar a pilha, ela voltava a apontar para o Norte. Quando a pilha era ligada com a polaridade inversa, o que invertia o sentido da corrente, a agulha da bússola apontava na direção oposta. Isso levou Oersted à descoberta de que correntes elétricas geram campos magnéticos, o que implicava importantes mudanças, visto que anteriormente a eletricidade e o magnetismo não eram considerados aspectos de um mesmo fenômeno.

EXPOSIÇÃO

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Para que os estudantes verifiquem as propriedades magnéticas de alguns objetos, proponha a atividade a seguir.

  Em grupos de no máximo quatro estudantes, peça-lhes que observem quais materiais são atraídos por um ímã. Para isso, providencie antecipadamente um ímã e objetos de materiais diferentes, como borracha escolar, régua, lápis, clipe, entre outros. Coloque o objeto sobre uma mesa e aproxime dele o ímã. Em seguida, depois de identificar qual dos objetos sofre atração, escolha um deles e veja a possibilidade de colocar diversos em sequência. Aproxime o ímã do primeiro e observe o que acontece com os demais. Conversem sobre a atividade realizada e anotem suas conclusões.
- Peça aos estudantes que registrem no caderno os materiais utilizados e como eles interagiram com os ímãs.

Páginas 34 e 35

- Na página **34**, ao abordar o conceito de campo magnético, é interessante levar ímãs para a sala de aula e mostrar aos estudantes que os efeitos magnéticos são mais intensos nos polos. Para isso, aproxime o ímã de vários clipes e peça a eles que identifiquem os locais em que a grande maioria dos clipes adere.

  Espera-se que os estudantes percebam que a maioria dos clipes adere aos polos, pois são regiões onde há maior intensidade do campo magnético.
- O mesmo efeito descrito anteriormente é percebido utilizando limalha de ferro. Para isso, coloque uma folha de papel sulfite sobre o ímã e deposite a limalha sobre o papel.

  Espera-se que os estudantes percebam que haverá maior concentração da limalha de ferro nas regiões dos polos do ímã. Espera-se também que percebam as linhas do campo magnético reproduzidas pela limalha, como ilustra a primeira imagem da página **34**.
- Se julgar conveniente, ao falar do processo de imantação na página **34**, explique aos estudantes que o movimento de partículas elementares, como os elétrons, se refere ao *spin* do elétron e ao momento angular dos átomos, que são propriedades intrínsecas da matéria, ou seja, uma propriedade fundamental. Uma interpretação clássica do *spin* seria imaginá-lo como um movimento de rotação em torno do próprio eixo. Mas tal modelo clássico não está de acordo com resultados experimentais propostos pela mecânica quântica.
- A divulgação científica por meio de canais digitais, com linguagem adequada aos jovens, sugerida na página **34**, contribui para aproximar o conhecimento científico do cotidiano dos estudantes e faz parte da **cultura juvenil**. É importante incentivar os estudantes a ter uma postura crítica ao acessar esse tipo de informação.
- Ao trabalhar o efeito de imantação, na página **35**, explique aos estudantes que há três processos de imantação, conforme quadro a seguir.

Processo de imantação por contato
Deve-se encostar o material ferromagnético a outro previamente magnetizado. Nesse processo, geralmente, a imantação é temporária, isto é, ao afastar o ímã do material ferromagnético, o material perde seu comportamento magnético.
Processo de imantação por indução
Deve-se aproximar o material ferromagnético a outro previamente magnetizado. Essa imantação é, geralmente, temporária e menos intensa que a imantação por contato. Ainda é possível trabalhar as características dos ímãs de indução magnética, mostrando que um clipe em contato com um ímã atrai outros clipes, efeito que deixa de existir quando o primeiro clipe é afastado do ímã.
Processo de imantação por atrito
Deve-se friccionar o material ferromagnético, sempre no mesmo sentido, com outro material previamente magnetizado. Nesse processo, dependendo das características do material imantado, a imantação pode ser permanente, isto é, mesmo depois de afastar o ímã que provocou a imantação, o material ferromagnético mantém o comportamento magnético.

- Explique aos estudantes que o inverso da imantação também ocorre, denominado desmagnetização. São processos em que o ímã perde suas propriedades magnéticas, como descritos no quadro a seguir.

Ação magnética
Ocorre quando o ímã é submetido a um campo externo muito intenso.
Ação térmica
Ocorre quando o ímã é submetido a uma alta temperatura.
Ação mecânica
Ocorre quando o ímã é submetido a uma grande colisão.

- Ao trabalhar a classificação dos materiais de acordo com suas características para adquirir propriedades magnéticas por meio da imantação, na página **35**, comente com os estudantes que quando uma amostra de material ferromagnético é submetida a um campo magnético externo de um ímã, seus domínios magnéticos (ímãs elementares) se alinham, resultando em um intenso campo magnético interno na amostra, no mesmo sentido do campo magnético externo.

  Esses materiais adquirem propriedades magnéticas sem dificuldade, e alguns são denominados materiais moles ou doces, como o ferro doce, por exemplo.

  Quando a temperatura de um material ferromagnético ultrapassa um valor crítico, conhecido como temperatura de Curie, a agitação térmica das partículas prevalece e o material se torna paramagnético, ou seja, os dipolos passam a se alinhar apenas parcialmente com o campo aplicado e o campo magnético resultante fica muito mais fraco. A temperatura de Curie do ferro (Fe) é 1 043 K (770 °C), por exemplo.
- Quando uma amostra de material paramagnético é submetida a um campo magnético externo de um ímã, seus domínios magnéticos (ímãs elementares) se alinham parcialmente, causando na amostra um campo magnético interno pouco intenso.

MODENA

A orientação do campo magnético também segue o mesmo sentido do campo externo, ou seja, a interação magnética com um ímã existe, mas muitas vezes é imperceptível, com exceção das situações em que o campo magnético externo é muito intenso.

- Quando uma amostra de material diamagnético é submetida a um campo magnético externo de um ímã, seus domínios magnéticos (ímãs elementares) se alinham parcialmente, causando na amostra um campo magnético interno pouco intenso, mas em sentido oposto ao do campo magnético externo.

Página 35

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Verificar o processo de imantação de um material ferromagnético.
- Produzir uma bússola simples.

Orientações

- Essa atividade contribui para desenvolver o **pensamento computacional**. Oriente os estudantes a identificar cada uma das etapas para a montagem do aparato, criando um organograma completo da estratégia, o qual deve incluir as etapas de levantamento de hipóteses, coleta de materiais, montagem, procedimentos de imantação, verificações, possíveis problemas e suas soluções, conclusão e divulgação científica.
- Caso os estudantes encontrem dificuldades na realização da atividade, relembre com eles os componentes de uma bússola, uma agulha imantada livre para girar. Portanto, deverão produzir essa imantação na agulha. Para isso, oriente-os a passar o ímã na agulha, com a mesma orientação e no mesmo sentido. Em seguida, eles devem colocar a agulha sobre o pedaço de papel, na superfície da água, pois assim ficará livre para girar e se alinhar ao campo magnético da Terra.

Resposta

- Com essa atividade, espera-se que os estudantes resolvam um problema utilizando os procedimentos científicos e elaborem um texto instrucional. Para isso, eles devem colocar um pouco de água no prato, um pedaço pequeno de papel para flutuar nessa água e, sobre ele, a agulha imantada, que deverá girar livremente junto ao papel. Para imantar a agulha, eles podem passar várias vezes um ímã, sempre no mesmo polo e mesmo sentido, ao longo da agulha.

Página 36

BNCC EM DESTAQUE

- Ao desenvolver o trabalho proposto nessa página, os estudantes são instigados a construir questões sobre as situações-problema propostas, além de investigar, elaborar hipóteses, empregar instrumentos de medição e interpretar dados e resultados para construir conclusões de enfrentamento e solução, contribuindo para o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT301** e **EM13CNT303** e da **competência geral 2**.

Página 36

INVESTIGUE

Objetivos

- Compreender o funcionamento de um ímã.
- Observar o formato das linhas de campo magnético.
- Verificar fatores que interferem no formato das linhas de campo magnético.

Orientações

- Leve para a sala de aula e apresente aos estudantes diversos formatos e tipos de ímã: em barra, circular, ferradura, ímãs de ferrite, ímãs de neodímio, entre outros.
- Em seguida, pergunte a eles se já viram esses ímãs, quais outros eles conhecem, quais são os polos que um ímã apresenta e se esses polos estão sempre localizados na mesma face. O objetivo dessa conversa inicial é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto e despertar seu interesse para a realização da atividade investigativa.
- Incentive-os a discutir as questões sugeridas na **Contextualização**. Verifique se entenderam a ideia da brincadeira e se alguém já a conhecia. Se considerar necessário, desenvolva-a em sala de aula. Para isso, a mesa deve ter superfície (tampo) de madeira ou outro material que não seja ferromagnético, pois materiais com essa característica alteram a distribuição das linhas do campo magnético dos ímãs ao interagir com eles.
- É importante verificar se os estudantes identificaram o objeto de estudo que vão investigar – no caso, os ímãs, as linhas de campo magnético e os fatores que interferem no formato dessas.

Respostas das questões de contextualização

a) Espera-se que os estudantes comentem que o campo magnético do ímã atravessa a mesa e interage com o objeto metálico sobre ela.

b) Espera-se que os estudantes respondam que não. Dependendo da espessura da mesa, o campo magnético não consegue atravessá-la para atrair o objeto metálico, pois sua intensidade diminui à medida que a distância aumenta.

c) Espera-se que os estudantes citem que podemos observar o campo magnético de um ímã espalhando limalha de ferro ao redor dele.

- Após a discussão inicial, organize a sala de aula para que os estudantes, em grupos, troquem ideias e desenvolvam uma atividade prática experimental, a fim de buscar respostas às hipóteses levantadas nas questões iniciais. Certifique-se de que os grupos formados estejam homogêneos e bem distribuídos.
- Incentive os estudantes a usar fundamentos da computação para encontrar maneiras de observar e registrar as linhas do campo magnético de diferentes ímãs, contribuindo para desenvolver o **pensamento computacional**. Para facilitar a elaboração dos roteiros, incentive os estudantes a refletir sobre cada questão sugerida no campo **Orientações**. O objetivo é levá-los a considerar importantes aspectos que devem ser observados no decorrer da investigação.

MANUAL DO PROFESSOR

- Na primeira questão, incentive os estudantes a refletir sobre quais materiais serão necessários para realizar a atividade, como diferentes tipos de ímãs, limalha de ferro e uma superfície lisa e fina, como uma folha de papel sulfite, cartolina ou um pedaço de plástico.
- Na segunda questão, verifique se eles perceberam que qualquer espécie de ímã pode ser utilizada na investigação. Contudo, alguns ímãs são mais fáceis de manipular do que outros. Oriente-os na organização dos materiais.
- Para as demais questões, atue como mediador da turma, auxiliando os grupos à medida que forem sugeridas propostas de investigação. Avalie as sugestões, questionando-os sobre possíveis riscos e problemas e, se julgar conveniente, sistematize com os estudantes um roteiro único para a turma. Nesse roteiro, devem estar claras todas as etapas do procedimento.
- Veja a seguir uma sugestão de procedimento para a observação das linhas de campo magnético.

Materiais

- ímãs de diversos formatos
- limalha de ferro
- folha de papel sulfite

Procedimentos

a) Coloque um ímã sobre uma superfície lisa e plana.

b) Cubra o ímã com uma folha de papel sulfite.

c) Espalhe a limalha de ferro sobre a folha de sulfite.

d) Observe as linhas de campo magnético formadas.

e) Repita os procedimentos acima variando alguns fatores, como o tipo de ímã utilizado, a posição dos polos magnéticos em relação à folha de papel, a distância do ímã até essa folha e a gramatura do papel. Posicione dois ímãs, aproximando os polos diferentes para verificar a atração entre eles e, na sequência, aproxime-os pelo polos iguais, para verificar a repulsão entre seus polos magnéticos. Para todas essas variáveis, observe atentamente a forma das linhas de campo magnético.

- Durante a execução da proposta de investigação elaborada pelos estudantes, sugerimos que continue atuando como orientador, incentivando-os a encontrar soluções para os problemas que surgirem.
- Se julgar conveniente, sugira que um dos estudantes fique responsável por registrar todas as etapas e os resultados por meio de ilustrações ou fotografias.
- Oriente-os a divulgar os resultados, as discussões das questões e as conclusões de forma expositiva para o restante da turma.
- Veja a seguir sugestões de respostas para as questões.

Respostas para as questões

1. Formato do ímã, material do qual é feito, distância do ímã até a limalha de ferro, atração e repulsão entre dois ímãs, posição dos polos magnéticos do ímã, entre outros.

2. Não, também há alguns ímãs com o polo norte em uma face e polo sul na outra, por exemplo. Outros têm diversos polos intercalados na mesma face e são chamados ímãs multipolares.

3. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes utilizem objetos muito pequenos que contenham ferro, como limalha de ferro e pó de lã de aço.

4. As linhas de campo magnético são orientadas saindo do polo norte e entrando no polo sul.

5. Resposta pessoal.

Destino dos resíduos

- Os ímãs e a limalha de ferro devem ser guardados e armazenados para utilizar em outras investigações. Já a folha de papel sulfite pode ser encaminhada para a coleta seletiva.

BNCC EM DESTAQUE *Página 38*

- Trabalhar essa página contribui para o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e da habilidade **EM13CNT202**, pois compreende a natureza do campo magnético terrestre e da camada de ozônio e a importância desses elementos para a proteção e a manutenção da vida.

- Ao trabalhar a absorção da radiação ultravioleta, principalmente pelas moléculas de ozônio (O_3) na atmosfera, caso queira aprofundar o assunto, explique aos estudantes que essas são criadas na estratosfera, uma das camadas da atmosfera. A molécula de gás oxigênio (O_2) é dividida quando interage com a radiação ultravioleta de menor comprimento de onda, formando dois átomos de oxigênio (O), que se juntam, cada um deles, a uma molécula de oxigênio, formando moléculas de ozônio.

  A molécula de ozônio, então, absorve eficientemente raios ultravioletas de comprimento de onda intermediário, aquecendo o ar enquanto impede parte da radiação UV de chegar até a superfície da Terra.

  A camada de ozônio é vital, mas tem sido destruída pelas substâncias químicas geradas pelo homem. O cumprimento dos países aos acordos de preservação dessa camada é fundamental para sua reconstituição, pois é a energia proveniente do Sol que cria a molécula de ozônio, podendo ser, portanto, naturalmente recuperada.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Se julgar conveniente, trabalhe as questões sobre a camada de ozônio utilizando a estratégia de metodologia ativa problematização. Para isso, divida a turma em grupos e siga as instruções abaixo.

1. Peça aos grupos que reflitam sobre os principais fatores que interferem negativa e positivamente sobre a camada de ozônio. É preciso que pensem em determinantes maiores dos problemas a que a sociedade se submete ao degradar a camada de ozônio.

2. Agora, peça aos grupos que investiguem todos os pontos-chave pensados anteriormente. Oriente-os na realização de pesquisas em fontes confiáveis, buscando informações e analisando-as, em que pese

MANUAL DO PROFESSOR

nos conteúdos pesquisados a busca por recuperar e conservar a camada de ozônio, assim como a manutenção de toda vida terrestre.

3. Com posse das informações obtidas por meio das pesquisas, peça aos grupos que elaborem hipóteses e construam propostas para solucionar o problema da camada de ozônio. É importante que os grupos também apresentem propostas de como aplicar suas hipóteses para a solução dos problemas atuais.
4. Por fim, peça a cada grupo que apresente sua pesquisa aos demais. Se julgar conveniente, oriente os estudantes na confecção de cartazes e promova uma divulgação em toda a escola.

- A realização da atividade proposta anteriormente possibilita aos estudantes construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas e interpretar modelos explicativos, dados e resultados experimentais para a construção de propostas que visam enfrentar situações-problema que envolvam a degradação da camada de ozônio. Isso contribui para o desenvolvimento da **competência geral 5**, da **competência específica 3 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e das habilidades **EM13CNT206**, **EM13CNT301**, **EM13CNT302** e **EM13CNT303**.
- Caso deseje aprofundar o assunto sobre o Cinturão de Van Allen com os estudantes, acesse o *site* da NASA e mostre a eles a imagem que esquematiza os cinturões de radiação do planeta Terra. Diga-lhes que o cinturão interno tem seu centro localizado a uma distância de 3 200 km acima da superfície terrestre, enquanto o cinturão mais externo, a 16 000 km acima da superfície do planeta. Disponível em: <https://www.nasa.gov/mission_pages/sunearth/news/gallery/20130228-radiationbelts.html>. Acesso em: 13 maio 2020.

  Os cinturões de radiação são duas regiões em forma de "rosca" que circundam a Terra, onde partículas de alta energia, principalmente elétrons e íons, ficam presas no campo magnético do planeta. Essa radiação é um tipo de "clima" no espaço, análogo ao clima terrestre, e pode afetar o desempenho e a confiabilidade de nossas tecnologias, além de representar uma ameaça a astronautas e naves espaciais.

Páginas 39 a 42

BNCC EM DESTAQUE

- Entender o funcionamento de equipamentos elétricos e eletrônicos, associando-o aos conceitos teóricos para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos, possibilita aos estudantes o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT307** e **EM13CNT308**.

- Comente com os estudantes que as aplicações do eletromagnetismo no cotidiano são variadas, indo de motores elétricos e discos rígidos de computadores até cartões de crédito.
- Se considerar necessária uma explicação mais detalhada sobre o eletroímã, abordado na página **39**, diga aos estudantes que uma bobina conduzindo corrente elétrica constitui-se em um eletroímã. Uma bobina é um conjunto de espiras, ou seja, um fio condutor curvado na forma circular. A intensidade de um eletroímã pode ser aumentada simplesmente ao aumentar a corrente que flui pelo dispositivo e o número de espiras em torno do núcleo. Eletroímãs industriais têm suas intensidades reforçadas pela introdução de um núcleo de ferro no interior da bobina. Ímãs suficientemente potentes para erguer automóveis são de uso comum em depósitos de ferro-velho.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Caso seja possível, reproduza a imagem do campo magnético produzido por um fio condutor retilíneo apresentada na página **40**. Para isso, utilize uma pilha, um fio condutor, uma folha de papel sulfite e limalha de ferro ou farelo de palha de aço.

1. Atravesse o fio retilíneo perpendicularmente à folha de papel sulfite.
2. Espalhe a limalha de ferro sobre o papel, próximo ao fio.
3. Conecte o fio e a pilha e peça aos estudantes que observem a configuração da disposição da limalha de ferro sobre o papel. Espera-se que eles percebam que a limalha se organiza de acordo com as linhas do campo magnético produzido pelo fio retilíneo.

- Aproveite os materiais para demonstrar o campo magnético produzido por uma espira condutora de corrente elétrica, abordado na página **41**. Para isso, molde o fio para que assuma a forma curva, atravessando perpendicularmente o plano da folha de papel sulfite. Repita as orientações definidas anteriormente.

  Espera-se que os estudantes percebam que o campo magnético produzido pela espira tem características diferentes das do campo magnético produzido pelo fio retilíneo.

  É importante que os estudantes compreendam que um fio percorrido por corrente elétrica gera um campo magnético e que esse campo depende do formato do condutor.

- Ao abordar os trens de levitação magnética, na página **41**, se julgar interessante, assista ao vídeo indicado a seguir com os estudantes, que explica o funcionamento do trem Maglev Cobra, projetado pela UFRJ, no município do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=lqsAkfXMNTw>. Acesso em: 13 maio 2020.
- Se deseja aprofundar o assunto referente à levitação magnética de trens, explique aos estudantes que os eletroímãs, necessariamente, não precisam ter núcleos de ferro. Eletroímãs sem núcleo são usados no transporte por levitação magnética, ou "maglev". A levitação é conseguida pelas espiras magnéticas que se distribuem ao longo do trilho, chamado guia de linha. Essas espiras repelem grandes ímãs sobre o guia inferior dos trens.

Uma vez tendo sido levitado alguns centímetros, energia é fornecida às espiras dentro das paredes do guia de linha, que impulsionam o trem. Isso é possível alternando continuamente a corrente elétrica que alimenta as espiras, o que por sua vez alterna continuamente suas polaridades. Dessa maneira, um campo magnético puxa o veículo para frente ao mesmo tempo em que o outro campo magnético o empurra para trás. Os puxões e empurrões alternados produzem um empuxo para frente. Uma vez que os trens maglev flutuam sobre um colchão de ar, o atrito enfrentado pelos trens convencionais é eliminado. A velocidade do maglev, cerca da metade da de uma aeronave a jato convencional, é limitada apenas pela resistência do ar e pelo conforto que deve ser proporcionado aos passageiros.

Comente também que as espiras utilizadas na levitação magnética dos trens são mantidas a uma temperatura extremamente baixa, chegando próximo a 95 K, aproximadamente $-178\,°C$. Assim, o material que constitui as espiras são supercondutores, materiais que não oferecem resistência à passagem de corrente elétrica, o que elimina o efeito de aquecimento.

- Ao definir o campo magnético produzido por um solenoide, na página **42**, explique aos estudantes que a intensidade do campo magnético é diretamente proporcional à da corrente elétrica e também ao número de espiras que compõem o solenoide, mas inversamente proporcional a seu comprimento. Explique também que o vetor campo magnético no interior de uma bobina é praticamente constante comportando-se de forma similar a um ímã em forma de barra, com linhas de campo saindo do polo norte e chegando ao polo sul.

Página 43

- Após lerem a manchete apresentada no início dessa página, comente com os estudantes que a equipe de cientistas que pesquisa o fenômeno atmosférico Steve é liderada pela física estadunidense Dr.ª Elizabeth MacDonald. Promova uma discussão sobre a valorização e o reconhecimento da atuação das mulheres nas pesquisas científicas e no mercado de trabalho. Inicie a abordagem das forças magnéticas na página **43** perguntando aos estudantes como, utilizando um ímã, podemos movimentar um pedaço de ferro, como um prego, sem que ambos se toquem. Verifique se eles percebem que a força de atração à distância surge porque o ímã é um corpo magnetizado, e, por isso, gera ao seu redor um campo magnético que imanta temporariamente o prego. Este também passa a gerar um campo magnético ao seu redor e, da interação entre os campos, surge uma força magnética de atração entre eles.
- Cite outros exemplos de interações à distância por meio de campos, como a força da gravidade e a força elétrica. É válido lembrar que a Terra, por exemplo, gera um campo gravitacional ao seu redor, que pode ser verificado pela ação da força da gravidade quando soltamos qualquer objeto estando na superfície do planeta. Esse objeto também possui um campo gravitacional ao seu redor, de intensidade desprezível, mas que possibilita a existência da atração gravitacional. O mesmo ocorre com as cargas elétricas, que geram um campo elétrico, também ao seu redor, que pode ser verificado pela força elétrica entre elas. Diferentemente da força gravitacional, que é sempre atrativa, a interação entre os campos elétricos pode resultar em uma força de atração, como a existente entre prótons e elétrons, ou em uma força de repulsão, como a que ocorre entre os prótons ou entre os elétrons.
- A força magnética $\left(\vec{F}\right)$ também pode ser de atração ou de repulsão, conforme a interação entre os campos magnéticos. Assim, um ímã, por exemplo, pode atrair ou repelir outros ímãs.
- Peça aos estudantes que citem exemplos da ação da força magnética. Eles podem mencionar a movimentação da agulha de uma bússola. Por conta da interação entre os campos magnéticos da agulha e da Terra, surge uma força magnética que faz a agulha estabilizar sempre na mesma posição, a direção norte-sul magnética terrestre.
- Explique aos estudantes que a força magnética é perpendicular à velocidade, portanto não altera o módulo da velocidade, somente a direção e o sentido.
- Comente com os alunos que existe o chamado modelo padrão, que identifica todas as partículas constituintes da natureza da matéria e suas interações. Esse modelo divide as partículas em léptons (elétrons, múons, neutrinos), *quarks* e mediadores ou bósons. Já os hádrons são partículas formadas pela combinação dos *quarks*, e são os prótons e os nêutrons, por exemplo.
- Comente com os estudantes que a relação entre cargas elétricas em movimento e a força magnética apresentada da página **43** são utilizadas nos aceleradores de partículas, que aceleram e curvam os feixes de partículas portadoras de cargas elétricas por interações eletromagnéticas. Atualmente, o Grande Colisor de Hádrons (LHC na sigla em inglês), por exemplo, é o principal acelerador de partículas e localiza-se no complexo de laboratórios da Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (CERN), em Genebra, Suíça, onde são realizadas pesquisas de Física de partículas. Os principais estudos desenvolvidos estão relacionados às estruturas subatômicas, a raios cósmicos, à matéria escura, à antimatéria, à formação do Universo, entre outros.
- A estrutura do LHC conta com túneis em forma de circunferência, de aproximadamente 27 km de comprimento e divididos em 8 partes. Esses túneis são utilizados para acelerar e colidir feixes de prótons em sentidos opostos, a uma velocidade muito próxima à da luz e com uma energia de $7 \cdot 10^{12}$ eV por feixe. O acelerador tem um total de 9 593 ímãs, dos quais 1 232 são eletroímãs, utilizados tanto para manter os prótons do feixe mais próximos uns dos outros quanto para fazê-los realizar a trajetória circular do túnel. Como os prótons são portadores de carga positiva e estão em movimento, ao passarem pelos eletroímãs, são desviados pela força magnética que atua sobre eles.

CÓPIA

- Comente também que outra verificação da força magnética sobre partículas carregadas é o fenômeno natural das auroras, que surge da interação entre partículas eletricamente carregadas e o campo magnético da Terra. Esse fenômeno ocorre principalmente por conta das partículas eletricamente carregadas emitidas pelo Sol, os chamados ventos solares.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Para melhor compreensão dos alunos sobre o conteúdo força magnética em condutores, realize a atividade a seguir, a fim de que eles observem a força exercida sobre um fio condutor de corrente elétrica. Para a realização do experimento, serão necessários:
  - > um ímã circular (encontrado em alto-falantes);
  - > uma bateria de 9 volts;
  - > um fio de alumínio (que depois deverá ser moldado em formato de U);
  - > dois suportes para a sustentação do fio;
  - > cabos conectores.
- Coloque o fio (moldado em formato de U) sobre os suportes, de modo que ele fique como um pêndulo. Embaixo do fio, coloque o ímã.
- No polo positivo da bateria, ligue a ponta de um cabo conector. A outra ponta desse cabo deve ser ligada na extremidade do fio de alumínio. Ligue o outro cabo à segunda extremidade desse fio.
- Encoste a extremidade livre do cabo conector no polo negativo da bateria e depois desencoste, ou seja, ligue e desligue a corrente elétrica do circuito. Peça aos estudantes que observem o que acontece.
- Explique-lhes que, se um fio for percorrido por uma corrente elétrica e imerso em uma região de campo magnético, uma força de natureza magnética começa a atuar sobre esse fio, fazendo-o oscilar. Essa regra é dada pela mão esquerda.
- Invertendo os polos da bateria, para inverter o sentido da corrente no circuito, peça aos alunos que observem o que acontece.
- Mostre a eles que o movimento do pêndulo é invertido porque o sentido da corrente elétrica também é, o que resulta em uma força magnética atuante no fio, também de sentido contrário.

Respostas e orientações para as Atividades

Página 37

1. Soma: 01 + 02 + 08 = 11

01 – Correta.

02 – Correta.

04 – Incorreta. A revolução da Terra em torno do Sol não tem relação com o campo magnético terrestre.

08 – Correta.

16 – Incorreta. Quanto mais próximo dos polos, mais intenso é o campo magnético.

4. Alternativa **a**. Como as linhas de campo magnético saem do polo norte e entram no polo sul, a agulha da bússola colocada no ponto ***D*** se alinhará de forma tangente às linhas de campo, com o norte em sentido ao sul magnético do ímã.

5. Soma: 01 + 04 + 08 + 16 = 29

01 – Verdadeira.

02 – Falsa. A bússola é orientada por meio do campo magnético. Assim, em sua ausência, não há orientação.

04 – Verdadeira.

08 – Verdadeira.

16 – Verdadeira.

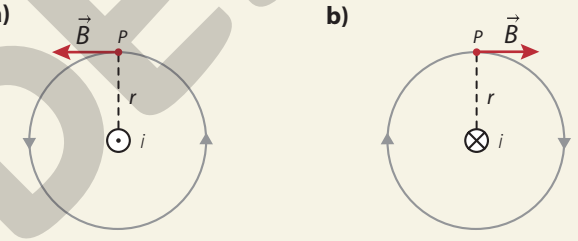
32 – Falsa. Não é um processo de imantação.

Página 44

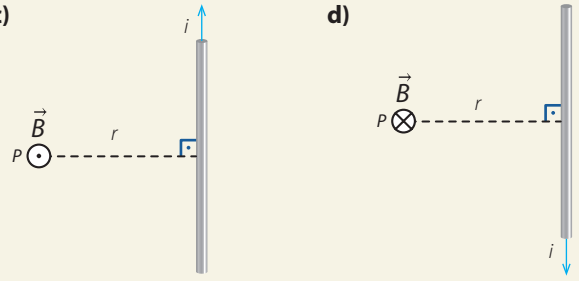
1. Alternativa **a**. Como a Terra comporta-se como um grande ímã, ela gera em seu entorno um campo magnético, devido às correntes elétricas de seu núcleo externo. Além disso, o vento solar e o campo magnético terrestre promovem uma "deformação" característica no campo magnético do planeta, formando a magnetosfera terrestre.

3. Alternativa **d**. As linhas de campo formam circunferências no espaço quando são considerados pontos próximos a um fio condutor retilíneo infinito, percorrido por uma corrente elétrica.

5. **a)** **b)**



c) **d)**



ILUSTRAÇÕES: KEITHY MOSTACHI

6. $B = 2{,}5 \cdot 10^{-6}\,T$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot r} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 3}{2 \cdot \pi \cdot 24 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B = 2{,}5 \cdot 10^{-6} \therefore B = 2{,}5 \cdot 10^{-6}\,T$$

7. **I)** Falsa. A força magnética só existe se a partícula estiver em movimento com velocidade não paralela ao campo magnético externo.

II) Falsa. Quando a partícula se move paralelamente a um campo magnético externo, a força magnética sobre ela é nula.

III) Falsa. As intensidades da velocidade da partícula e do campo magnético externo são inversamente proporcionais.

IV) Verdadeira.

MODERNA

CAPÍTULO 4
Diversidade de seres vivos I

Objetivos

- Conceituar biodiversidade.
- Conhecer os éons geológicos.
- Conceituar espécie.
- Reconhecer a estrutura da nomenclatura binomial.
- Identificar as divisões da classificação dos seres vivos.
- Identificar as características do vírus e compreender seus ciclos (lítico e lisogênico).
- Identificar as estruturas das bactérias.
- Compreender o metabolismo e a reprodução das bactérias.
- Classificar as bactérias com base em seu metabolismo.
- Refletir sobre a importância das bactérias para o ambiente e suas aplicações industriais.
- Identificar as estruturas dos protozoários.
- Reconhecer a importância dos protozoários.
- Reconhecer diferentes tipos de algas, de acordo com suas estruturas e cor.
- Refletir sobre a importância das algas para o ambiente e suas aplicações industriais.
- Identificar as estruturas dos fungos.
- Compreender o metabolismo dos fungos.
- Refletir sobre a importância dos fungos para o ambiente e suas aplicações industriais.

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

Páginas 45 a 47

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois possibilita relacionar as mudanças no planeta Terra à evolução dos seres vivos. Também é abordada a habilidade **EM13CNT202**, por meio da apresentação do conceito de biodiversidade e as diversas formas de manifestação da vida, com ênfase em informações que permitem identificar as características, bem como os fatores limitantes ou favoráveis ao desenvolvimento de cada forma de vida.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Iniciamos o capítulo a partir do tema **Biodiversidade**. Se julgar conveniente, utilize a estratégia sala de aula invertida para iniciar o trabalho com esse tema. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XIX** deste suplemento. Para isso, peça aos estudantes que escrevam em uma folha de caderno o que eles entendem por biodiversidade e quais são os fatores limitantes ou favoráveis para o desenvolvimento da vida. Em seguida, leia e anote na lousa algumas das ideias expostas pelos estudantes e, juntos, definam o conceito de biodiversidade.

- Ao abordar a manchete apresentada na página **45**, questione os estudantes se eles conhecem alguma área protegida. Explique que no Brasil existe o SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação), de acordo com a Lei n.º 9.985/2000. Esse sistema agrupa as unidades de conservação no Brasil nas esferas municipal, estadual e federal. Diga aos estudantes que as unidades de conservação são espaços delimitados, cujos recursos ambientais que neles se encontram recebem proteção. Isso assegura, por exemplo, que populações que fazem uso sustentável dos recursos naturais atuem legalmente, ajudando a proteger o ambiente e seus componentes. Com as unidades de conservação, o sistema contribui para a conservação de hábitats, de populações, comunidades e ecossistemas no território brasileiro. Para mais informações sobre os tipos de unidade de conservação, acesse com os estudantes o *site* do *Ministério do Meio Ambiente*. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/categorias.html>. Acesso em: 9 abr. 2020. O trabalho com esse *site* permite desenvolver a habilidade **EM13CNT302** e a **competência geral 7**. Em seguida, pergunte à turma sobre os motivos que levam os órgãos ambientais a exigir o aumento das áreas protegidas. Pergunte como imaginam que era a Terra antes do surgimento do ser humano e que impactos o ambiente sofria no passado. Aproveite para averiguar se os estudantes consideram que o planeta sofreu mudanças.
- Ao abordar a questão **1** da página **45**, verifique se os estudantes entendem o conceito de diversidade biológica, ou biodiversidade. Diga a eles que a biodiversidade está relacionada não apenas ao número de espécies e de categorias nas quais as espécies são classificadas, mas também à distribuição equitativa das espécies em tais categorias. Por exemplo, considerando dois aquários, **A** e **B**. Se o aquário **A** tem quatro espécies de peixes ósseos, uma de alga e uma de crustáceo, a biodiversidade será menor do que no aquário **B**, com duas espécies de cada categoria, apesar de o número total de espécies ser o mesmo.
- Ao abordar a questão **3** da página **45**, peça aos estudantes que reflitam sobre a importância das florestas para a manutenção das condições ambientais. Pergunte se eles consideram que os animais poderiam viver em ambientes desprovidos de vegetação e como isso impactaria a diversidade de espécies. Trata-se de uma oportunidade para desenvolver a **competência geral 7**.
- Os dados apresentados nessas páginas sobre as primeiras formas de vida referem-se à bibliografia mais aceita sobre os estromatólitos mais antigos conhecidos na Terra. Há estudos que defendem que alguns microfósseis datam de até 4,2 bilhões de anos atrás, encontrados em fontes hidrotermais,

MODERNA

no Cinturão de Nuvvuagittuq, localizado no Canadá. Para mais informações sobre esse assunto, leia a reportagem no *site BBC Brasil*. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-39140741>. Acesso em: 11 abr. 2020. Ressalte que essas pesquisas ainda estão sendo analisadas pela comunidade científica, mas apresente essas informações aos estudantes, mostrando que a Ciência é dinâmica, tomando como base fatos e evidências, que precisam ser validados por outras pesquisas, o que permite o trabalho com a habilidade **EM13CNT303**.

- Sobre a história geológica do planeta, se considerar interessante, leve os estudantes ao laboratório de informática e acesse com eles o *site* do *Serviço Geológico do Brasil (CPRM)*. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Breve-Historia-da-Terra-1094.html>. Acesso em: 11 abr. 2020. Esse texto leva os estudantes a perceberem as mudanças que a Terra e as espécies sofreram ao longo do tempo. Além disso, alguns termos permitem *links* com outros *sites*, com explicações mais detalhadas, o que permite uma abordagem mais didática e palpável. Após o trabalho com esse assunto, peça aos estudantes, em grupos, que elaborem um teatro com miniaturas ou de sombras, mostrando os eventos que marcaram cada éon e era da história. Deixe-os escolher a maneira como querem apresentar e que materiais desejam usar em sua apresentação. Essa apresentação visa despertar o interesse deles pela área de **Linguagens e suas Tecnologias**, especificamente o componente curricular **Arte**, desenvolvendo assim a **competência específica 1 de Linguagens e suas Tecnologias** e também a **competência geral 3**. Trata-se de uma forma de aperfeiçoar a expressividade e usar a linguagem corporal, relacionando racionalidade e sensibilidade.
- Ao comentar sobre os acontecimentos no éon Proterozoico, explique aos estudantes que ainda não se sabe exatamente qual é a vantagem da multicelularidade, já que os seres unicelulares, por exemplo, apresentam maior facilidade de reprodução. Segundo alguns pesquisadores, uma razão para a multicelularidade ter surgido e se mantido com sucesso é justamente a especialização celular. Por exemplo, um grupo de células é capaz de produzir uma molécula vital, enquanto outro grupo de células produz outra molécula. Assim, as células atuariam melhor juntas do que separadas, em um claro sistema de cooperação.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Caso julgue interessante, ao citar o Período Cambriano, sugira aos estudantes uma atividade para que possam revisar as teorias de origem da vida no planeta. Para isso, utilize a estratégia *one minute paper*. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XX** deste suplemento.

- Ao citar o Período Neógeno, comente com os estudantes que muitos dos ancestrais envolvidos na linhagem da espécie humana não são ancestrais diretos.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Ao iniciar o trabalho com esse capítulo, peça aos estudantes que respondam às questões **1** e **2** da página **45** e, depois, que leiam as respostas para os colegas. Essas questões permitem levantar seus conhecimentos prévios sobre o tema **Biodiversidade**. Questione-os sobre a diversidade de espécies no Brasil e que atitudes contribuem para sua manutenção. Esse é o momento para desenvolver o pensamento crítico e socioambiental dos estudantes sobre a conservação de espécies no país.

SALA DOS PROFESSORES

- Ao abordar o infográfico das páginas **46** e **47**, aproveite para trabalhar em conjunto com a área de **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, especialmente com os professores dos componentes curriculares **História** e **Geografia**, já que trata do tempo geológico, assunto em comum, pois envolve o tempo histórico, a Geologia e a Paleontologia. Ambos os componentes podem contribuir mostrando as mudanças que ocorreram na superfície do planeta Terra.
- Explique aos estudantes que os períodos podem ser divididos em épocas e estas, em idades. Aproveite para trabalhar o quadro abaixo sobre o tempo geológico.

Éon	Era	Sistema/Período (anos)
Fanerozoico	Cenozoica	Quaternário (2,588 milhões-hoje)
		Neógeno (23,03-2,588 milhões)
		Paleógeno (65,5-23,03 milhões)
	Mesozoica	Cretáceo (145,5-65,5 milhões)
		Jurássico (199,6-145,5 milhões)
		Triássico (251-199,6 milhões)
	Paleozoica	Permiano (299-251 milhões)
		Carbonífero (359,2-299 milhões)
		Devoniano (416-359,2 milhões)
		Siluriano (443,7-416 milhões)
		Ordoviciano (488,3-443,7 milhões)
		Cambriano (542-488,3 milhões)

MODERNA

Éon	Era	Sistema/Período (anos)
Proterozoico	Neoproterozoica	Ediacariano (635-542 milhões)
		Cryogeniano (850-635 milhões)
		Toniano (1 bilhão-850 milhões)
	Mesoproterozoica	Steniano (1,2-1,0 bilhão)
		Ectasiano (1,4-1,2 bilhão)
		Calymmiano (1,6-1,4 bilhão)
	Paleoproterozoica	Statheriano (1,8-1,6 bilhão)
		Orosiriano (2,05 bilhões-1,8 bilhão)
		Rhyaciano (2,3-2,05 bilhões)
		Sideriano (2,5-2,3 bilhões)
Arqueano	Neoarqueano (2,8-2,5 bilhões)	
	Mesoarqueano (3,2-2,8 bilhões)	
	Paleoarqueano (3,6-3,2 bilhões)	
	Euarqueano (4,0-3,6 bilhões)	
Hadeano (4,6 bilhões)		

Fonte: CARVALHO, I. S. de (Ed.). *Paleontologia:* conceitos e métodos. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. v 1. p. 102-103.

- Para mais informações sobre a divisão do tempo geológico, acesse o *site* da *Comissão Internacional sobre Estratigrafia* (ICS, sigla em inglês). Disponível em: <https://stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2020-01.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2021.
- Aproveite e questione os estudantes sobre a importância da análise das rochas para a datação do planeta e dos primeiros seres vivos. Relembre com eles que rochas sedimentares formam camadas de sedimentos, que se acumulam, mostrando e retendo parte dos fósseis e moléculas de outros períodos. Isso é fundamental para o estudo geológico e histórico do planeta, permitindo conhecer a evolução da vida na Terra.
- Essa abordagem contribui para o desenvolvimento da **competência específica 1 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, permitindo a retomada dos conceitos de tempo, linha do tempo, estratigrafia, biogeografia e geologia. Assim, é alcançado o caráter multidisciplinar, já que mobiliza os conhecimentos dos estudantes em diferentes campos do saber.
- Sobre a importância do trabalho com o tempo geológico, leia o artigo indicado a seguir, no *site* do *Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas* (*Unicamp*). Disponível em: <https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v14_3/PDF14_3/td143-232-4.pdf>. Acesso em: 11 abr. 2020. Os autores fazem menção à história da Ciência e também realizam a análise de documentos educacionais oficiais, destacando o caráter interdisciplinar dessa temática.

Páginas 48 e 49

BNCC EM DESTAQUE

- O conteúdo dessas páginas contribui para o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois aborda os seres vivos, sua história evolutiva e classificação biológica, o que permite a organização da biodiversidade.

- Caso julgue conveniente, converse com os estudantes sobre a sistemática, mencionando sua importância no estudo da formação de novas espécies e, consequentemente, da biodiversidade.
- Ao trabalhar o conceito de espécie com os estudantes, se julgar interessante, apresente a eles outra definição, além das mostradas no **Livro do estudante**. É importante salientar que há muitos conceitos de espécie, justamente em razão da grande diversidade de seres vivos. Converse com eles sobre importância das espécies, diga-lhes que são grupos de indivíduos que evoluem juntos e que a mutação ocorrida em um membro pode chegar aos descendentes de outros membros desde que sejam da mesma espécie. Com isso, leve-os a perceber que a delimitação de uma espécie é o limite de espalhamento das novidades evolutivas (mutações).
- Para a compreensão do conceito filogenético de espécie, é importante conhecer alguns conceitos básicos, pois envolve o estudo das relações de parentesco evolutivo entre os seres vivos. Isso significa que a filogenia é a história da descendência de um grupo de organismos com base em seu ancestral comum, isto é, de uma espécie que, por meio de modificações e descendências ao longo do tempo, deu origem a outras espécies.

  Essas árvores possuem ramos, que indicam a formação de novas espécies a partir de um evento divergente. Sua raiz representa a linhagem ancestral e as pontas das ramificações, os descendentes desse ancestral.
- Diga aos estudantes que alguns estudos indicam que existem cerca de 8,7 milhões de espécies de seres vivos atualmente. Outros estudos estimam que esse número seja muito mais elevado, chegando a atingir 6 bilhões de espécies, das quais a maior parte está representada por bactérias. Os dados atribuídos ao número de espécies são bastante variáveis e dependem dos parâmetros considerados para a determinação dessas estimativas. Atualmente, cerca de 1,5 milhão de espécies estão descritas e catalogadas.

MANUAL DO PROFESSOR

- Explique aos estudantes que é provável que muitas espécies de seres vivos ainda não tenham sido descobertas pelos cientistas, dificultando sua descrição formal, lembrando que isso é ainda mais difícil para seres microscópicos. Assim, são necessários vários estudos e o estabelecimento de formas de conservação dessas espécies para que não sejam eliminadas antes da sua descrição formal. Mostre-lhes que a classificação dos seres vivos em grupos permite identificá-los e catalogá-los assim que são encontrados.
- Diga aos estudantes que, antes de Lineu, havia outros sistemas de classificação. Um que merece destaque foi desenvolvido pelo naturalista grego Aristóteles (384 a.C.-323 a.C.). Ele se dedicou a classificar e comparar os seres vivos e os elementos inanimados, criando assim a Escala da Natureza, na qual os organizou de acordo com a complexidade de sua "alma", sendo a matéria inanimada a que possuía menor complexidade, seguida dos seres vivos, divididos em plantas e animais. Segundo Aristóteles, as plantas tinham capacidade de nutrição e reprodução, enquanto os animais apresentavam as mesmas capacidades e ainda podiam se locomover e respondiam a estímulos – o ser humano estaria no nível mais alto de complexidade, pois teria todas as capacidades dos demais seres vivos e ainda seria dotado de razão.
- Um sistema posterior foi o do filósofo grego Teofrasto (372 a.C.-285 a. C.), que trabalhou com Aristóteles por mais de vinte anos. Sua classificação dividia as plantas em árvores, arbustos, vegetação rasteira e ervas. Ele foi o primeiro a fazer uma distinção entre angiospermas e gimnospermas e entre monocotiledôneas e dicotiledôneas, que depois foi incorporada à classificação de plantas.
- Os povos orientais também tiveram os próprios sistemas de classificação. Por exemplo, os chineses, desde o século III a.C., classificavam as plantas com nomes científicos compostos por duas palavras. Já os hindus, por volta do século II a.C., estudavam a forma, a estrutura e a disposição interna das plantas, organizando-as em três grupos – as árvores, as ervas e as plantas rasteiras – além de nomear centenas de mamíferos, aves, répteis, peixes e insetos. Os mesopotâmios, também no século II a.C., classificavam os animais em peixes e outros seres vivos aquáticos e entre serpentes, aves e animais quadrúpedes, enquanto as plantas eram agrupadas em árvores, cereais, ervas, especiarias e drogas.
- Verifique se os estudantes constatam que a Ciência é dinâmica e influenciada pela cultura de diferentes povos, tal como podemos ver nas classificações biológicas anteriores a Lineu. Isso permite também estudar a história da Ciência e algumas ideias que originaram as atuais, enquanto outras foram refutadas. Esse trabalho permite o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT201**.
- Explique aos estudantes que a nomenclatura binomial permite uma padronização do nome científico em todos os lugares. Sobre isso, leia o trecho do texto a seguir.

> [...] O sistema de classificação biológica utilizado atualmente foi desenvolvido pelo biólogo sueco Carolus Linnaeus em 1758. O seu sistema de dois nomes, referido como nomenclatura binominal, substituiu as incômodas descrições que os biólogos usavam anteriormente. Por exemplo, a abelha doméstica, que recebeu o nome de *Apis pubescens, thorace subgriseo, abdomine fusco, pedibus posticis glabris utrinque margine ciliatis*, tornou-se apenas *Apis mellifera*. A nomenclatura binominal é hoje universalmente empregada na biologia. Usando esse sistema, os cientistas de todo o mundo referem-se aos mesmos organismos pelos mesmos nomes. [...]
>
> PURVES, W. et al. *Vida*: a ciência da biologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 433.

- O microbiologista estadunidense Carl Woese (1928-2012), em 1977, foi o primeiro a classificar os reinos agrupados em domínios maiores. Ele comparou moléculas de RNA dos ribossomos e seus resultados demonstraram a proximidade entre os eucariontes. Esses estudos também mostraram que os procariontes poderiam ser divididos em dois grupos. Por causa das características moleculares, os eucariontes foram colocados em um único grupo, o qual denominou Eukarya; já os procariontes apresentavam muitas diferenças, e por isso foram classificados em dois domínios, o Archea, encontrados em ambientes extremos (alta salinidade, temperatura e pressão elevadas) e o domínio Bacteria.
- Informe aos estudantes que há outras classificações. O biólogo inglês Thomas Cavalier-Smith (1942-), por exemplo, agrupa os seres vivos em dois domínios e seis reinos. Ele propôs um novo grupo de seres vivos, o reino dos chromistas, que seriam seres vivos fotossintéticos (algumas algas) e não fotossintéticos (alguns protozoários e fungos). A partir de estudos ultraestruturais e moleculares, ele identificou características comuns a esses seres vivos, como a presença de determinadas moléculas e pigmentos. Os estudos de Cavalier-Smith indicam que os chromistas representam uma linha evolutiva independente, que divergiu de um mesmo ancestral comum.
- Mostre aos estudantes que o conhecimento biológico é estruturado nas classificações biológicas atuais, que se baseiam em características morfológicas, funcionais e também na Biologia Molecular. Esses estudos têm colaborado com novas descobertas e oferecem suporte para novos parâmetros.

BNCC EM DESTAQUE *Páginas 50 e 51*

- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento da **competência específica 3 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois possibilita aos estudantes relacionar o conteúdo aos problemas da realidade. O estudo dos vírus permite transpor esse conhecimento para problemas atuais da sociedade, como as epidemias.
- O trabalho com o gênero textual reportagem, como apresentado na página **50**, especialmente com a manchete, permite desenvolver a habilidade **EM13CNT303**. Geralmente, as informações científicas veiculadas em diferentes meios de comunicação, alcançam a maior parte do público, diferentemente dos textos científicos.

REPRODUÇÃO PROIBIDA

BOXE COMPLEMENTAR

- Peça aos estudantes que citem epidemias virais de que eles já ouviram falar, aproveitando para contextualizar o assunto.
- Questione os estudantes se eles lembram do vírus SARS-CoV-2, causador da COVID-19, aparecendo em manchetes de rádio, televisão e na internet. É uma oportunidade de sondar os conhecimentos prévios deles. Se possível, peça-lhes que pesquisem outras manchetes sobre o assunto na internet. Depois, solicite que apresentem o que pesquisaram e oriente a turma a organizar as notícias em ordem cronológica. Isso permitirá que tracem a trajetória temporal do vírus em diferentes partes do planeta e o número de pessoas contaminadas. Trata-se de uma maneira de elaborar um quadro epidemiológico da doença. Aproveite para questioná-los sobre conceitos relacionados aos vírus, como forma de transmissão, perfil das pessoas contaminadas, sintomas e tratamento. Essa temática permite o desenvolvimento da **competência geral 7** e das habilidades **EM13CNT303** e **EM13CNT302**, já que é preciso pesquisar e interpretar um tema de relevância científica, em diferentes mídias, selecionando fontes de informação e classificando-as. Por meio desse trabalho, pergunte também sobre a importância de conhecer a estrutura do vírus e sua forma de replicação. Assim, busque ressaltar a importância do conhecimento e da divulgação científicos.
- Para obter dados sobre a COVID-19 no país, acesse o *site* *Coronavírus Brasil*. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 17 ago. 2020.
- Converse com os estudantes a respeito da controvérsia dos vírus serem considerados ou não seres vivos. Peça a eles que reflitam, por exemplo, sobre a consideração do que é vida, além das características dos vírus.
- Mostre aos estudantes que outra importância do conhecimento científico é utilizá-lo na resolução de problemas. Os vírus, por serem parasitas intracelulares obrigatórios, podem ser utilizados como bioinseticidas, como no caso do combate à lagarta *Spodoptera*. Para mais informações, acesse o *site* da *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária* (*Embrapa*). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/22266550/pesquisa-cria-primeiro-inseticida-a-base-de-virus-contra-lagarta-do-cartucho>. Acesso em: 20 abr. 2020. Questione os estudantes sobre a potencialidade do uso de vírus no combate a pragas agrícolas. Analisar soluções corretas do ponto de vista socioambiental permite o trabalho com a **competência geral 7**.
- Caso os estudantes questionem sobre como os vírus poderiam ser benéficos, explique que seu uso pode ser promissor no combate a doenças inflamatórias intestinais. Sobre esse assunto, leia o artigo disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2016/09/02/ciencia/1472831727_077167.html>. Acesso em: 12 abr. 2020.
- Diga aos estudantes que a terapia gênica desenvolvida atualmente é realizada apenas em células somáticas. Explique-lhes que a teoria gênica associada às células germinativas está em teste em outros animais, mas ainda não é aplicada em seres humanos, por envolver modificações genéticas que poderiam interferir no ser humano a ser formado. Acesse com os estudantes a reportagem presente no *site* da *Agência Fapesp*. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/celulas-do-proprio-paciente-sao-usadas-em-tratamento-inovador-contra-o-cancer/31656/>. Acesso em: 12 abr. 2020. Aproveite para conversar com eles sobre os aspectos éticos envolvidos no futuro da terapia gênica, seja em células somáticas, seja nas reprodutivas. Pergunte a eles o que pensam sobre os pais poderem decidir características que seus filhos terão ou não por causa de alguma condição genética. Trata-se de um momento oportuno para abordar a **competência geral 5** e a habilidade **EM13CNT304**.
- Para que os estudantes possam trabalhar a questão **c**, oriente-os sobre os possíveis modos de obter esses dados, o que possibilita um trabalho em grupo. Auxilie-os na pesquisa, orientando sobre *sites* de procedência confiável, envolvidos com divulgação científica, o que permite o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT303**. Cada grupo deve escolher um tipo de doença. Em seguida, oriente uma discussão sobre medidas que eles já costumam ter em seu dia a dia e as que precisam incluir.

  Peça aos estudantes que analisem se as medidas necessárias para evitar as viroses são tomadas no dia a dia. Em caso negativo, pergunte quais hábitos poderiam mudar, o que é importante para o desenvolvimento da **competência geral 7**, já que envolve o reconhecimento de atitudes que influenciam na saúde pessoal e coletiva. Para auxiliá-los, cite alguns *sites*:

  > *Médicos sem Fronteiras*. Disponível em: <https://www.msf.org.br/noticias/conheca-4-doencas-causadas-por-virus-e-tratadas-por-msf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

  > *Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho* (*Unesp*). Disponível em: <https://www2.unesp.br/portal#!/noticia/17560/duvidas-sobre-doencas-causadas-por-virus/>. Acesso em: 20 abr. 2020.

  > CORDEIRO, M. R. D. Lições de epidemias passadas e o novo coronavírus. *Unicamp*, 22 abr. 2020. Notícias. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/noticias/2020/04/22/licoes-de-epidemias-passadas-e-o-novo-coronavirus>. Acesso em: 10 jun. 2020.

- **Veja a seguir as respostas das questões do boxe complementar das páginas 50 e 51**.
- O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito dos vírus. É possível que muitos deles relacionem os vírus apenas a doenças. Nesse caso, pergunte se eles já ouviram falar em terapia gênica, por exemplo, levando-os a refletir sobre outras importâncias dos vírus.

  a) O objetivo dessa questão é que os estudantes reflitam sobre a importância dos estudos científicos. Espera-se que eles compreendam que conhecer os vírus, sua estrutura e sua reprodução possibilita o desenvolvimento de vacinas, formas de controle de doenças e tratamentos específicos, bem como viabiliza a aplicação dos vírus para diferentes fins, como a terapia gênica. Se julgar conveniente, comente sobre a lavagem das mãos com sabão ter sido uma medida essencial no combate ao COVID-19, pois o sabão é capaz de degradar os lipídios do envelope viral, destruindo o vírus.

REPRODUÇÃO

b) O objetivo dessa questão é levar os estudantes a reconhecer outras importâncias dos vírus, além de causadores de doenças, comumente veiculadas em meios de comunicação, bem como exercitem a seleção de fontes confiáveis de pesquisa. Espera-se que eles comentem que os vírus também podem ajudar no tratamento e até na cura de doenças, bem como reduzir os danos financeiros e ambientais causados por pragas agrícolas. Há outros estudos que apontam que os vírus podem auxiliar na captura de gás carbônico da atmosfera terrestre, bem como na manutenção da saúde do ser humano.

c) Os estudantes podem pesquisar dengue, sarampo, rotavírus, rubéola, zika, febre amarela, COVID-19, H1N1, entre outras doenças.

Páginas 52 a 55

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois aborda a biodiversidade, a classificação biológica e a importância das bactérias para o ambiente e os seres humanos. Também há um trabalho com conceitos do componente curricular **Química**, já que as bactérias se desenvolvem em temperaturas e escalas de pH específicas, além de seu metabolismo envolver uma série de reações químicas.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Questione os estudantes sobre os fatores que eles consideram ser limitantes e favoráveis para o desenvolvimento das bactérias em determinado ambiente. Peça a eles que justifiquem e exemplifiquem sua resposta. Se julgar conveniente, realize essa atividade com base na estratégia *turn and talk*. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXIII** deste suplemento.
- Comente com os estudantes que a sigla SIF significa Serviço de Inspeção Federal. O trabalho dos profissionais da SIF está relacionado a inspeção e fiscalização de estabelecimentos de produtos de origem animal. A presença do selo SIF no rótulo do produto garante que a produção desse alimento não apresenta risco para a população.

Página 52

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Conhecer os biofilmes.
- Refletir sobre os biofilmes e seus efeitos, tanto na saúde quanto na economia.

Orientações

- Explique aos estudantes que o biofilme é formado por uma sequência de eventos. Inicialmente, ocorre a adesão de bactérias planctônicas, seguida de proliferação e acúmulo de camadas de células, com matriz de exopolissacarídeo. O biofilme é formado por várias espécies, que servem de suporte para que outras se desenvolvam. A formação do biofilme pode ser influenciada por pH, temperatura, entre outros fatores. Averigue se os estudantes percebem que a presença de biofilme pode causar sérios danos. Diga-lhes que se trata de um problema na indústria alimentícia, já que se forma sobre utensílios e equipamentos, o que pode levar à contaminação dos alimentos. Explique aos estudantes que o biofilme está relacionado a infecções hospitalares, pois tende a se formar sobre determinadas superfícies, como cateteres e próteses. Diga-lhes que até mesmo equipamentos odontológicos podem ter biofilme aderidos, se não receberem os cuidados essenciais. Para entender as etapas da formação dos biofilmes, acesse os artigos a seguir.

> HENRIQUES, A.; VASCONCELOS, C.; CERCA, N. A importância dos biofilmes nas infeções nosocomiais: o estado da arte. *Arquivos de Medicina*, Porto, v. 27, n. 1, fev. 2013. p. 27-36. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/am/v27n1/v27n1a04.pdf>. Acesso em: 19 maio 2020.

> KASNOWSKI, M. C., et al. Formação de biofilme na indústria de alimentos e métodos de validação de superfícies. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, Garça, ano VIII, n. 15, jul. 2010. Disponível em: <http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/fxPTiYWerLkT9Si_2013-6-25-16-32-0.pdf>. Acesso em: 19 maio 2020.

Resposta

- O objetivo dessa questão é fazer os estudantes refletirem sobre os biofilmes e seus efeitos, tanto na saúde quanto na economia, bem como sobre a importância da higiene pessoal e dos equipamentos nas indústrias. Uma vez que a formação de biofilmes está relacionada à formação da cárie, eles podem propor medidas de higiene bucal. Já no caso da indústria alimentícia, a higienização adequada dos utensílios e maquinários é indicada para evitar biofilmes, que podem contaminar embalagens e alimentos.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Aproveite as questões **6** a **9** da página **52** para realizar uma atividade avaliativa. Leve várias embalagens de alimentos e peça aos estudantes que as analisem. Pergunte se leem as informações contidas nos rótulos e se as compreendem. Questione a importância dos ingredientes, da data de validade e da composição nutricional. Retome conteúdos como nutrientes dos alimentos, valor energético e por último, as razões para que um alimento tenha uma data limite para ser consumido.
- Essa oportunidade permite averiguar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre vários temas: alimentos, nutrientes, digestão, papel de aditivos e conservantes e contaminação dos alimentos.

MODELO

- A maioria das bactérias patogênicas ao ser humano é do tipo mesófila e apresenta crescimento ótimo em torno de 37 °C, temperatura semelhante à do corpo humano. Veja a seguir a classificação das bactérias quanto à tolerância a variação de temperatura.

Classificação das bactérias quanto a tolerância à variação de temperatura			
Psicrófilas	**Mesófilas**	**Termófilas**	**Termófilas extremas**
0 °C a 15 °C	25 °C a 40 °C	50 °C a 60 °C	Acima de 80 °C

Fonte: TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. 8. ed. Porto alegre: Artmed, 2005. p. 157.

- Ao abordar a fissão binária, na página **53**, comente com os estudantes que algumas bactérias podem realizar brotamento, que ocorre quando um tipo de broto surge na parede celular, aumenta de tamanho e depois se destaca, dando origem a uma nova célula bacteriana.

SALA DOS PROFESSORES

- Explique aos estudantes que a extensão da fase log no gráfico de crescimento bacteriano, apresentado na página **53**, pode variar, sendo mais curto quanto mais adequadas às condições, como temperatura e disponibilidade de nutrientes. Diga a eles que essa fase pode estar ausente em determinadas condições. A análise desse gráfico permite uma conexão com o componente curricular **Matemática** e a **competência específica 3 de Matemática e suas Tecnologias** no trabalho com o gráfico que representa um crescimento exponencial. Aproveite para retomar o conceito de progressão geométrica. Diga aos estudantes que as funções exponenciais podem ser usadas na modelagem matemática, que busca prever o crescimento de seres microscópicos e antever, inclusive, transmissão de doenças na população, sendo um importante instrumento em várias áreas da Ciência, como na Medicina, que utiliza esse recurso como ferramenta epidemiológica.
- A fim de exemplificar o crescimento bacteriano, mostre aos estudantes o vídeo apresentado no *site Eco Virtual*. Disponível em: <http://ecovirtual.ib.usp.br/doku.php?id=ecovirt:roteiro:math:exponencialr>. Acesso em: 9 abr. 2021. Ele permite mostrar o crescimento acelerado de bactérias vistas ao microscópio. Peça aos estudantes que simulem com papel sulfite um esquema para demonstrar o crescimento exponencial. Utilize a estratégia de trabalho baseada em times. O grupo deve debater uma forma de simular o crescimento exponencial de bactérias. Pergunte como eles fariam se tivessem de explicar a uma pessoa leiga, longe dos conhecimentos matemáticos, para que entendesse essa forma de crescimento, em que uma célula origina duas, que originam quatro, e assim por diante. Se os estudantes se sentirem à vontade, peça-lhes que gravem a atividade em vídeo. Em seguida, peça que compartilhem com os colegas sua explicação. Esse tipo de atividade permite o desenvolvimento dos conteúdos conceituais e procedimentais, além de desenvolver atividades com o uso de TDICs, e a abordagem das **competências gerais 4** e **5** e da habilidade **EM13CNT302**, já que associa o uso de tecnologia da informação à interpretação do gráfico.
- Relembre com os estudantes o conceito de pH na página **54**, estudado no componente curricular **Química**. Diga que, em solução aquosa, os ácidos se dissociam em íons hidrogênio (H^+) e as bases, em íons hidróxido (OH^-). Dessa maneira, quanto maior a concentração de íons hidrogênio em uma solução, mais ácida ela é, e quanto maior a concentração de íons hidróxido em uma solução, mais básica ela é.

- Diga que as bactérias do gênero *Bifidobacterium*, mostradas na página **55**, têm sido associadas à saúde humana. Seus benefícios são atestados pela Associação Mundial de Gastroenterologia, sendo inclusive recomendadas como probiótico. Para mais informações, acesse os artigos a seguir.
  - > Diretrizes Mundiais da Organização Mundial de Gastroenterologia. *Probióticos e prebióticos*. Disponível em: <https://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/probiotics-and-prebiotics-portuguese-2017.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2020.
  - > O'CALLAGHAN, A.; VAN SINDEREN, D. Bifidobacteria and Their Role as Members of the Human Gut Microbiota. *Front Microbiol*, v. 7, p. 925-925, 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4908950/>. Acesso em: 13 abr. 2020.

  Pergunte aos estudantes se eles já fizeram uso de probióticos, se sabiam que estes eram cepas bacterianas e como se sentiram após seu uso. Esclareça que os leites fermentados, bastante populares no Brasil, são classificados como probióticos.
- Outra importância das bactérias se refere a seu uso como bioinseticida, mostrado na página **55**. Existem várias pesquisas, há décadas, envolvendo o *Bacillus thurigiensis*. Seu uso atualmente é muito comum, sendo vendido comercialmente. O sucesso se deve ao fato de essas bactérias viverem no solo e produzirem proteínas, que, quando ingeridas pelos insetos, atacam seu sistema digestório, o que os leva à morte. Para mais informações, acesse o documento apresentado no *site* da *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária* (*Embrapa*). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130501/1/1987BP01.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2020. Discuta com os estudantes sobre a importância de pesquisas que forneçam alternativas ao uso de agrotóxicos, já que estes afetam não somente as pragas agrícolas, mas também a saúde das pessoas e o ambiente, sobretudo o solo e a água e animais que vivem nesses ambientes. Aproveite para abordar a habilidade **EM13CNT203** e a **competência geral 7**.

REPRODUÇÃO

- A bactéria *Acetobacter*, citada na página **55**, é bastante promissora, por ser capaz de produzir celulose. Acredita-se que a celulose produzida por essa bactéria é mais fina que a celulose vegetal e pode ser utilizada na produção de papel, como aditivo alimentar, na fabricação de tintas, como substituto da pele no caso de queimaduras e também poderia ser utilizada na tecnologia de ultrafiltração. Se considerar interessante, acesse com os estudantes o *site* da *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária* (*Embrapa*). Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2329512/bacterias-produzem-biomaterial-nanotecnologico>. Acesso em: 13 abr. 2020. Peça a eles que leiam o texto e pergunte qual uso mais chamou sua atenção. Aproveite para incentivar a importância da pesquisa científica, que está sempre buscando alternativas para vários problemas sociais. Trata-se de uma maneira de trabalhar um texto científico na busca de soluções, o que permite o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT304**.
- Ressalte aos estudantes que, apesar de sua importância inegável para a ciclagem dos nutrientes, algumas bactérias são patogênicas. Mostre a eles que, além de afetar a saúde dos animais, bactérias têm sido associadas a doenças em plantas, algumas de interesse agronômico, reduzindo a produção de cultivares. Além da *Agrobacterium*, mostrada na página **55**, há outras bactérias, como a *Xanthomonas campestris*, que afeta parreirais – sua infestação causa cancros, expondo os tecidos internos, e os prejuízos chegam à totalidade das plantações em alguns casos.

Páginas 56 e 57

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas tecnologias**, pois possibilita o trabalho com a biodiversidade de seres vivos, bem como os impactos destes no ambiente e na saúde do ser humano.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Uma sugestão para abordar a malária com os estudantes, trabalhada na página **56**, é aplicar a estratégia sala de aula invertida; veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XIX** deste suplemento. Oriente-os a pesquisar a biologia do mosquito *Anopheles*. Peça-lhes que pesquisem o que é a malária, como ocorre a transmissão e quais são os sintomas. Após a pesquisa, solicite aos estudantes que exponham os resultados. Essa maneira de abordar um assunto permite mais interação, tornando os estudantes protagonistas no processo de ensino-aprendizagem. Promova um debate com eles sobre doenças transmitidas por mosquitos. Caso citem a dengue, explique que ambas as doenças precisam de transmissão por meio da picada de mosquitos, mas esta é causada por um vírus e a malária, por protozoários. Assim, é necessário não só conhecer a biologia do mosquito, mas também as características do ser microscópico que causa doenças. Isso é importante para desenvolver a **competência geral 2**, com a linguagem própria das Ciências.

- Após lerem a manchete apresentada na página, incentive os estudantes a discutir a relevância de projetos como o realizado pela pesquisadora Maria Anice Mureb Sallum, da Faculdade de Saúde Pública (FSP). É importante que eles percebam que a atuação profissional com ética e responsabilidade contribui para conservar o ambiente e amenizar os problemas das comunidades.
- Ao abordar as doenças causadas por protozoários, é importante que os estudantes se familiarizem com alguns termos técnicos. Se julgar interessante, leia com eles a definição de alguns desses termos no *Dicionário de Epidemiologia, Saúde Pública e Zoonoses*. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/glossary/view.php?id=895978>. Acesso em: 5 jun. 2020.
- Ao observar a fotografia do merozoíto na página **56**, peça aos estudantes que notem que o protozoário está começando a invadir uma célula, que é uma hemácia. Essa imagem registrou o contato inicial em que o *Plasmodium* está atravessando a membrana plasmática do glóbulo vermelho, onde irá continuar o ciclo. Explique à turma sobre a evolução clínica da malária, sobre os picos febris e sua relação com a hemozoína. Para mais informações, acesse os artigos a seguir. Oriente os estudantes a identificarem os elementos que compõem um artigo científico, com destaque à metodologia aplicada na pesquisa e a divulgação dos dados.
  - > ANDRADE, R. O. A faxina do *Plasmodium*. *Pesquisa Fapesp*, São Paulo, ed. 245, jul. 2016. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-faxina-do-plasmodium/>. Acesso em: 11 ago. 2020.
  - > GOMES, A. P. et al. Malária grave por *Plasmodium falciparum*. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 358-369, jul/set. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbti/v23n3/v23n3a15.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2020.
- Se considerar adequado, apresente aos estudantes a classificação dos protozoários. Veja a seguir.

Ciliados	Flagelados	Rizópodes	Foraminíferos	Apicomplexos
Os protozoários ciliados, como *Paramecium* sp. e *Trichonympha* sp., utilizam os cílios na locomoção e na alimentação, encaminhando os nutrientes para o interior das suas células.	Os protozoários flagelados, como *Phytomonas* sp. e *Giardia lamblia*, utilizam os flagelos para realizar movimentos ondulatórios, que lembram um chicote.	Os protozoários rizópodes, como a *Ameba proteus*, se locomovem por meio de pseudópodes, que são projeções do citoplasma que auxiliam tanto na movimentação como na alimentação.	Os protozoários foraminíferos, como *Globigerina* sp., secretam uma carapaça formada de carbonato de cálcio, que os revestem. Pelos poros os pseudópodes passam e são utilizados na obtenção de alimento.	Os protozoários apicomplexos, como *Plasmodium falciparum*, apresentam o complexo apical, formado por microtúbulos e vesículas que secretam enzimas, permitindo a entrada no organismo hospedeiro.

EM OBRA

- Ao abordar o *Phytomonas*, na página **57**, explique aos estudantes que esse protozoário ataca o floema, o que impossibilita o desenvolvimento das culturas de coqueiros, dendezeiros e palmeiras-imperiais. Explique que essa doença causa danos em plantas nas Américas do Sul e Central e que ainda não se sabe como o percevejo é contaminado com os protozoários, mas é necessário combater os insetos para evitar ou barrar a doença.
- Explique aos estudantes que a *Giardia intestinalis* (ou *Giardia lamblia*) é um protozoário que vive no intestino delgado de animais, inclusive no do ser humano. Os cistos, apresentados na página **57**, são ingeridos por água ou alimentos contaminados e podem causar dores abdominais, perda de massa corporal, náusea e diarreia. Diga que é muito comum sua ocorrência em creches e pergunte por que eles consideram que isso acontece, o que é importante para desenvolver a **competência geral 8**. Leve os estudantes a perceber que a transmissão ocorre via oral-fecal. Depois, pergunte quais são as formas adequadas de prevenção, como a higienização correta das mãos, não colocá-las na face e evitar aglomerações, sobretudo, de crianças. É fundamental que os estudantes desenvolvam noções de autocuidado e compreendam que as formas de prevenção de doenças são fundamentais para a manutenção do estado de saúde. Explique a eles a diferença entre forma cística e trofozoita. Para mais informações a respeito dessas formas, acesse o *site* da *Universidade Federal do Rio Grande do sul* (*UFGRS*). Disponível em: <http://www.ufrgs.br/para-site/siteantigo/Imagensatlas/Protozoa/Giardialamblia.htm>. Acesso em: 18 maio 2020.

Páginas 58 e 59

- A atividade **1** na página **58** trata da biomineração, um tema atual e que pode contribuir para a mineração, setor valioso para a economia brasileira. Entretanto, a extração de minérios tende a contaminar o solo e a água. Para mais informações, acesse os artigos a seguir.
  - > CHAGAS, G. Bactéria mineradora pode ser alternativa sustentável para extração de cobre. *Unesp*, 23 abr. 2012. Notícias. Disponível em: <https://www2.unesp.br/portal#!/noticia/8302/bacteria-mineradora-pode-ser-alternativa-sustentavel-para-extracao-de-cobre/>. Acesso em: 5 jun. 2020.
  - > Biomineração usa bactérias e fungos para extrair metais. *Inovação Tecnológica*. Disponível em: <https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=biomineracao-bacterias-fungos&id=010160120724#.Xtqi9zpKiiM>. Acesso em: 5 jun. 2020.
- Como o texto é dividido em cinco partes, separe os estudantes em cinco grupos e peça a cada grupo que leia um trecho do texto e depois que compartilhe com os outros o que entenderam. Após a explicitação do tema, solicite a eles que opinem sobre a importância de alternativas sustentáveis nas atividades extrativistas. Trata-se de uma maneira de desenvolver uma postura crítica diante de questões socioambientais, o que é fundamental no desenvolvimento da habilidade **EM13CNT206** e permite a construção coletiva do conhecimento.
- A atividade **2** da página **58** permite uma conexão com o componente curricular **Língua Portuguesa**, no trabalho com o gênero textual tirinha. Trata-se de uma forma bem-humorada de desenvolver a interpretação e aplicar os conhecimentos sobre os protozoários.
- Leve a música *O pulso*, apresentada na atividade **4** da página **58**, para os estudantes escutarem. Providencie a letra da música e peça a eles que o acompanhem. Oriente-os a classificar as doenças citadas na música e permita que decidam os critérios para realizar a atividade, como: doenças causadas por vírus ou por bactérias; doenças causadas por seres microscópicos; doenças cardiovasculares; doenças para as quais existem vacinas; doenças que exigem cirurgia; doenças infecciosas; doenças não infecciosas; e assim por diante. É importante que os estudantes apresentem aos colegas suas classificações com os critérios utilizados. Deixe que os colegas opinem sobre as classificações dos outros para que juntos cheguem às próprias conclusões. Essa atividade visa à autonomia dos estudantes, que promoverá ativamente a construção do próprio conhecimento, aproximando o conhecimento científico do cotidiano dos estudantes, por meio de ferramentas da **cultura juvenil**.

Páginas 60 e 61

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois possibilita o estudo de organismos que fazem parte da diversidade de seres vivos existentes no planeta. Com isso, os estudantes podem conhecer as características desses seres vivos e sua importância no ambiente e na saúde humana.

- Pergunte se os estudantes já provaram pratos da culinária asiática. Explique a eles que muitos pratos orientais têm como base as algas. Leia com os estudantes o texto *Culinária japonesa: a riqueza que agrada os cinco sentidos*. Disponível em: <https://www.rio.br.emb-japan.go.jp/Publicacoes/Culinaria.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2020. Trata-se de um texto que mostra a história da gastronomia nipônica e como ela foi influenciada por outros povos. Aproveite para valorizar a culinária oriental, que faz parte do cardápio de muitos brasileiros, graças à miscigenação que houve após a vinda de imigrantes de partes diferentes do mundo no século XX.
- Ao abordar o uso de diatomitos no combate ao caruncho, apresentado na página **61**, explique aos estudantes que normalmente são utilizados inseticidas no combate a esse inseto, o que pode contaminar a cultura e também a fauna e flora dos arredores, sem contar que em alguns casos eles apresentam resistência ao composto químico. Dessa maneira, é preciso buscar alternativas sustentáveis para seu combate. Esse assunto permite desenvolver a **competência geral 7**, já que aborda a consciência socioambiental.

EM MODERNA

Páginas 62 a 64

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois possibilita o estudo dos fungos e sua importância no ambiente, na saúde humana e na produção industrial. Também há o trabalho com a **competência geral 2**, já que a seção **Investigue** incentiva o uso da metodologia científica.

- Ao abordar a questão **6** da página **62**, explique aos estudantes que algumas espécies de bactérias e fungos podem participar da fermentação alcoólica, processo que permite a transformação de carboidratos presentes na cana-de-açúcar em etanol. Entre os fungos que têm enzimas capazes de quebrar celulose, destacam-se representantes dos gêneros *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Acremonium*, *Chrysosporium* e *Humicola*.
- Os fungos do gênero *Candida*, mostrado na página **62**, são conhecidos por causar a candidíase, uma micose causada pelas leveduras, que ocasionam lesões nas regiões da boca, garganta, pele, unhas e genitais. É reconhecida também como uma infecção sexualmente transmissível.
- Se julgar conveniente, comente com os estudantes sobre as doenças fúngicas, que ocorrem em pacientes imunodeprimidos por HIV ou outras condições. Para isso, leia com eles a reportagem apresentada no *site* do jornal *Correio Braziliense*. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/ciencia-e-saude/2019/04/13/interna_ciencia_saude,749276/superfungo-causa-graves-infeccoes-em-pacientes-com-imunidade-baixa.shtml>. Acesso em: 10 maio 2020.

Página 64

INVESTIGUE

Objetivos

- Relacionar os fatores essenciais ao crescimento dos microrganismos, como fungos e bactérias, a cuidados diários no armazenamento e na conservação dos alimentos.
- Identificar evidências de contaminação dos alimentos.
- Identificar medidas que ajudam a evitar a contaminação dos alimentos por microrganismos, como fungos e bactérias.

Orientações

- Ao iniciar essa seção, questione os estudantes sobre a necessidade de prestarmos atenção ao estado de conservação dos alimentos que ingerimos, levando-os a refletir que muitas doenças, principalmente as gastrointestinais, são causadas por microrganismos transmitidos ao ser humano por meio de alimentos contaminados. Solicite a eles que compartilhem vivências sobre o assunto com os colegas.
- Diga que grande parte das intoxicações alimentares é provocada pela ingestão de alimentos contaminados por bactérias ou suas toxinas. Ao crescer nos alimentos, algumas bactérias produzem toxinas que, quando ingeridas, são capazes de afetar o metabolismo das células intestinais do corpo humano, resultando em sintomas como náusea e vômito. Enfatize que em geral, ao cozinhar os alimentos contaminados em alta temperatura, as bactérias morrem, mas as toxinas produzidas não são eliminadas.
- Se julgar conveniente, apresente aos estudantes algumas bactérias responsáveis por provocar intoxicação alimentar, mostradas no quadro a seguir.

Microrganismo	Mecanismo	Período de incubação	Alimentos	Sintomas
Staphilococcus aureus	Toxina	1-6 horas	Presunto, doces, assados	Vômito
Bacillus cereus	Toxina	1-6 horas	Arroz frito	Vômito
Salmonella sp.	Invasão	16-48 horas	Galinha, carne de vaca, ovos e leite	Febre e diarreia
Clostridium perfringens	Toxina	8-12 horas	Carne de vaca, aves e molho preparado com miúdos	Diarreia

Fonte: SCHAECHTER, M. et al. *Microbiologia*: mecanismos das doenças infecciosas. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p. 595.

- O período de incubação citado no quadro acima refere-se ao tempo entre a contaminação do organismo e a aparição dos primeiros sintomas.
- Comente com os estudantes que alguns bolores também produzem toxinas que podem contaminar os alimentos, as chamadas micotoxinas, que causam danos à saúde dos seres humanos aos serem ingeridas.
- Incentive-os a discutir sobre as questões sugeridas na **Contextualização**. Verifique se eles percebem as atitudes diárias que contribuem com a contaminação dos alimentos, bem como os fatores que influenciam o crescimento dos microrganismos. Enfatize que esses fatores são levados em consideração nos processos de conservação dos alimentos. Se julgar conveniente, sugira aos estudantes uma pesquisa sobre os métodos de conservação de alimentos utilizados nas indústrias.

Respostas das questões de contextualização

a) Por meio do armazenamento inadequado dos alimentos, como mantê-los expostos ao ar e à temperatura ambiente, por exemplo, carnes que não são devidamente refrigeradas, bem como pela manipulação dos alimentos por pessoas contaminadas, com higiene pessoal precária, entre outras maneiras.

MODERNA

b) Os microrganismos necessitam de condições adequadas para crescer em determinado ambiente, e a temperatura é um dos fatores que influenciam esse crescimento. Por exemplo, muitas bactérias podem crescer em temperatura ambiente, no entanto, em baixas temperaturas, isso ocorre lentamente ou elas têm o crescimento inibido.

c) Em conserva, pois nesses alimentos são adicionados alguns componentes que criam um ambiente desfavorável para o crescimento de microrganismos, o que possibilita durarem mais tempo armazenados do que os *in natura*.

- Após a discussão inicial, permita que os estudantes troquem ideias, buscando respostas às hipóteses levantadas nas questões iniciais.
- Essa atividade contribui para desenvolver o **pensamento computacional**, incentivando os estudantes a usar fundamentos da computação para encontrar maneiras de combater a contaminação de alimentos. 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 podem ajudar os estudantes nesse processo.
- Ao trabalhar a primeira questão, averigue se os estudantes reconhecem que alimentos expostos às condições ambientais estão mais sujeitos à ação de microrganismos do que os que ficam corretamente guardados.
- Ao abordar a terceira questão, sonde os conhecimentos dos estudantes sobre a temperatura como fator que favorece ou impede o crescimento de microrganismos.
- Questione-os sobre o procedimento e os materiais necessários, se são seguros e acessíveis.
- Veja a seguir uma sugestão para estudar a contaminação dos alimentos por microrganismos.

Materiais

- 6 copos plásticos descartáveis de 80 mL
- marcador permanente
- 1 rolo de filme de PVC transparente
- 2 colheres de sopa de amido de milho (aproximadamente 15 g)
- 1 colher de sopa de óleo de cozinha
- 1 colher de sopa de vinagre
- 1 panela
- 250 mL de água
- fogão

Procedimentos

a) Enumere os copos descartáveis, com o marcador permanente, de **1** a **6**.

b) Coloque duas colheres de sopa de amido de milho na panela e, em seguida, adicione 250 mL de água e leve a panela com a mistura ao fogo. Mexa bem a mistura até obter a consistência de mingau.

c) Apague a chama do fogão, retire a panela e, com cuidado, distribua a mesma quantidade de mingau nos 6 copos plásticos.

d) Reserve o copo **1**.

e) Coloque uma colher de sopa de óleo de cozinha no copo **2** e, em seguida, adicione uma colher de sopa de vinagre no copo **3**.

f) Vede a boca dos copos **4** e **5** com um pedaço de filme de PVC, não permitindo a entrada de ar.

g) Coloque os copos **5** e **6** na geladeira e mantenha os copos **1**, **2**, **3** e **4** sobre a bancada do laboratório. Caso não haja essa estrutura na escola, mantenha os copos em temperatura ambiente, em um local onde os estudantes tenham acesso.

h) Observe os copos durante uma semana. Anote todas as características observadas durante esse período.

- Os estudantes podem utilizar um termômetro de álcool para medir a temperatura dos materiais mantidos sob refrigeração e em temperatura ambiente. Essa medida deve ser realizada no fim da atividade, para evitar a contaminação dos materiais.
- Oriente os estudantes durante a execução da proposta de investigação elaborada por eles. Incentive-os a encontrar soluções para os problemas que surgirem ao longo dessa investigação.
- Alerte os estudantes para que tenham cuidado ao manipular o fogo. Se considerar necessário, realize essa etapa para os estudantes, bem como qualquer outra que represente risco aos estudantes.
- Solicite aos estudantes que leiam para os colegas as respostas dadas para as questões de **Contextualização**. Em seguida, peça a cada grupo que converse a respeito dos resultados obtidos na investigação e leiam as respostas que deram às questões iniciais. Oriente-os a verificar se as hipóteses levantadas foram aceitas ou refutadas após a realização do experimento. Em seguida, cada grupo deverá apresentar aos demais o que concluíram com a atividade.
- Auxilie-os a compreender os resultados obtidos. Para isso, questione-os sobre quais fatores ambientais permitiram ou não o crescimento de microrganismos no alimento durante a investigação. Aproveite o momento e diga aos estudantes que a indústria alimentícia adiciona algumas substâncias químicas, os chamados conservantes, para retardar o crescimento de microrganismos e a deterioração dos alimentos.
- Caso os estudantes obtenham resultados diferentes em suas investigações. Incentive-os a refletir sobre os possíveis motivos que levaram a essa variação dos resultados.
- Após a conversa dos grupos sobre os resultados obtidos, solicite aos estudantes que façam a montagem do *banner*. Em seguida, separe um momento da aula para que eles possam expor o *banner* no mural da escola. Incentive-os a mostrar para os funcionários e os demais estudantes da escola a importância da manipulação e do armazenamento correto dos alimentos, a fim de evitar a contaminação por microrganismos patogênicos para o ser humano.

Respostas

1. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre as respostas das perguntas iniciais e o que constataram com os resultados obtidos na investigação.

MODERNA

2. Um recipiente contendo um meio com nutrientes (mingau de amido) foi mantido em temperatura ambiente, enquanto outro recipiente contendo o mesmo meio foi mantido em ambiente refrigerado. Dessa maneira, foi possível comparar o crescimento bacteriano em temperaturas baixas e moderadas.
3. O recipiente com mingau de amido foi mantido em temperatura ambiente, enquanto outro, contendo o mesmo meio, também foi mantido em temperatura ambiente, mas com a adição de vinagre, substância comumente utilizada em conservas caseiras, para impedir o crescimento de microrganismos.
4. No recipiente **1**, houve maior crescimento de fungos e colônias de bactérias, pois o alimento (mingau de amido) foi mantido exposto ao ar e em temperatura ambiente, a qual é ótima para o crescimento de várias espécies de bactérias responsáveis por intoxicação alimentar em seres humanos. Já nos recipientes **2**, **3** e **4**, houve menor crescimento de fungos e colônias de bactérias, pois o óleo, assim como o filme de PVC, criou uma barreira, evitando o contato do alimento com o ar. O vinagre tornou o alimento ácido, ou seja, reduziu o pH para níveis que inibem o crescimento de fungos e bactérias. Nos recipientes **5** e **6**, o crescimento de microrganismos também foi reduzido em relação aos recipientes **1** e **4**, pois eles foram armazenados em baixa temperatura, o que impede ou torna mais lento o crescimento de determinados microrganismos.
5. Espera-se que os estudantes concluam que o crescimento de fungos e bactérias depende de certos fatores, como temperatura, pH e disponibilidade de nutrientes. O conhecimento sobre a influência desses fatores no crescimento dos microrganismos auxilia os seres humanos a conservar e armazenar os alimentos de maneira adequada, evitando a contaminação e consequente intoxicação alimentar.
6. Os estudantes podem comentar que os resultados dessa investigação são utilizados, por exemplo, no desenvolvimento de medidas e atitudes relacionadas ao armazenamento e à conservação dos alimentos, visando mantê-los em condições que não favoreçam o crescimento de fungos e bactérias.

Destino dos resíduos

- Após realizar o experimento, coloque 500 mL de água dentro de um recipiente com tampa e adicione 20 gotas de solução de hipoclorito de sódio (NaClO), conhecido popularmente como água sanitária. Em seguida, coloque os copos plásticos dentro do recipiente e tampe-o, mantendo-os nele por três dias, antes de descartá-los. Após esse período, a mistura do interior dos copos plásticos deve ser descartada e eles podem ser lavados com água corrente e posteriormente destinados à reciclagem ou reutilizados em outra atividade escolar.

Páginas 65 e 66

- Solicite aos estudantes que acessem a reportagem apresentada na atividade **1** e a leiam na íntegra. Em seguida, peça que identifiquem elementos comuns em reportagens veiculadas em revistas de divulgação científica, observando semelhanças e diferenças com reportagens veiculadas em revistas de notícias. Verifique se eles percebem que as reportagens publicadas em revistas de divulgação científica geralmente apresentam quantidade maior de informações técnicas, com termos científicos, dados e trechos de pesquisas obtidos diretamente de artigos científicos, devidamente referenciados, entrevistas com pesquisadores e, ao final, a referência bibliográfica da qual foram obtidas as informações.
- Caso os estudantes apresentem dificuldades na realização da pesquisa sugerida no item **c** da atividade **1**, explique que os líquens estão entre os organismos considerados indicadores biológicos, que geralmente são afetados por alterações no meio em que vivem, como o acréscimo de poluentes, que afeta sua sobrevivência. Sobre isso, leia o trecho do texto a seguir para os estudantes.

> [...] Anatomicamente, os liquens não possuem estomas nem cutícula, o que significa que os gases e aerossóis podem ser absorvidos pelo talo e difundir-se rapidamente pelo tecido onde está o fotobionte. A ausência destas estruturas tampouco permite excretar as substâncias tóxicas, ou a seleção destas que são absorvidas [...]
>
> [...] Muitas espécies são sensíveis aos dióxidos de nitrogênio e enxofre, assim como a metais pesados, compostos que podem estar presentes em maior ou menor grau na atmosfera de áreas industriais [...]
>
> [...] Dentre os efeitos que os poluentes podem ocasionar na comunidade liquênica estão à inibição do crescimento e desenvolvimento do talo, alterações nos processos metabólicos e mudanças anatômicas e morfofisiológicas. [...]
>
> MARTINS, A.; KÄFFER, I.; LEMOS, A. Liquens como bioindicadores da qualidade do ar numa área de termoelétrica, Rio Grande do Sul, Brasil. *Hoehnea*, v. 35, n. 3, set. 2008. p. 425-433. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/hoehnea/v35n3/v35n3a11.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2020.

- Em seguida, peça aos estudantes que elaborem um texto sobre a relação entre os indicadores biológicos e a poluição. Questione que medidas deveriam ser tomadas quando as autoridades ambientais constatam que há alterações nas populações desses seres vivos. Trata-se de uma maneira de utilizar a problematização na busca de soluções práticas para os problemas ambientais. Peça aos estudantes que compartilhem seus textos com os colegas e emitam opiniões sobre as soluções sugeridas. Trata-se de uma maneira de os estudantes contribuírem para a construção do conhecimento coletivamente, desenvolvendo cooperação e empatia, trabalhando a **competência geral 10**.

Respostas e orientações para as Atividades *Página 45*

1. O objetivo dessa questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do tema. Espera-se que

MODELO

eles respondam que a biodiversidade se refere a toda a variedade de vida da Terra, em todos os níveis, de genes a ecossistemas, podendo ser mensurada pelo número de espécies e categorias de seres vivos do planeta.

2. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a compartilhar suas vivências com os colegas ao mesmo tempo em que elencam situações que envolvam o tema **Biodiversidade**. Provavelmente, eles tiveram contato com esse tema por meio de reportagens e textos científicos que tratam, por exemplo, da perda de biodiversidade atual, dos riscos dessa perda, da imensa biodiversidade terrestre, da importância do Brasil como fonte de grande parte dessa biodiversidade, entre outras situações.

3. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre as condições necessárias à existência de muitas espécies e a importância de conservar essas condições para a manutenção das diversas formas de vida. Espera-se que eles compreendam as necessidades específicas para a existência dessas espécies, como características ambientais, temperatura, pressão e disponibilidade de recursos. As alterações dos ambientes modificam as condições ambientais, necessárias para as diferentes formas de vida existirem. Algumas espécies são mais generalistas, enquanto outras são mais especialistas, portanto são encontradas naturalmente nos ambientes com condições mais específicas. Dessa forma, as áreas de proteção viabilizam a manutenção das espécies e, consequentemente, da biodiversidade.

Página 52

6. Espera-se que os estudantes comentem que essas condições mantêm as características do produto, bem como auxiliam em sua conservação.

7. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir, mesmo que intuitivamente, a respeito das condições de crescimento bacteriano. Eles podem comentar que, de maneira geral, baixas temperaturas não são favoráveis para que isso ocorra. Assim, mantido sob refrigeração, reduzem-se as chances de crescimento bacteriano, aumentando a durabilidade do alimento e a manutenção de suas características.

8. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a avaliar seus hábitos. Incentive-os a compartilhar as informações com os colegas e a respeitar os diferentes hábitos. Caso esse não seja o hábito de algum estudante e seus familiares, leve-o a perceber sua importância.

9. Os rótulos contêm informações variadas que orientam o consumidor, como modos de preparo e armazenamento, características nutricionais, data de validade e origem, além de alertarem a respeito de algum componente. Nesse caso, a lista de ingredientes é essencial para que os alérgicos, por exemplo, não ingiram determinado alimento que lhes faça mal.

Página 54

13. Tubo de ensaio **A**: ocorreu crescimento bacteriano apenas na superfície do meio de cultura, onde há maior concentração de oxigênio.

Tubo de ensaio **B**: ocorreu melhor crescimento bacteriano na região de maior concentração de oxigênio (superfície do meio de cultura), no entanto houve crescimento menor em todo o meio.

Tubo de ensaio **C**: ocorreu crescimento bacteriano somente na região onde não há oxigênio (fundo do tudo de ensaio).

Tubo de ensaio **D**: ocorreu crescimento bacteriano em todo o meio de cultura, pois o oxigênio não tem efeito sobre essas bactérias.

Tubo de ensaio **E**: ocorreu crescimento somente no meio do tubo de ensaio, onde a concentração de oxigênio é baixa.

Página 56

14. O objetivo dessa questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito dessa doença. Eles podem comentar que a malária é uma doença transmitida pela picada da fêmea do mosquito *Anopheles* e causada por protozoários do gênero *Plasmodium*.

15. Espera-se que os estudantes comentem que a remoção da cobertura vegetal e a consequente formação de povoados e assentamentos nas áreas desmatadas facilitam o contato do ser humano com os mosquitos transmissores. Além disso, esses mosquitos têm afinidade por áreas próximas às bordas das matas por causa das condições ambientais, adequadas a seu desenvolvimento. Por ser hematófago, a presença do ser humano e outros animais no ambiente favorece sua proliferação. Sendo assim, o desmatamento leva à criação de ambientes e condições que contribuem com a proliferação do mosquito e, consequentemente, com a transmissão da doença.

16. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a propor medidas que reduzam os casos de malária nas áreas citadas. Eles podem citar, por exemplo, redução do desmatamento, diminuindo as áreas adequadas à proliferação dos mosquitos, bem como a conscientização da população das proximidades a usar repelentes e inseticidas e instalar telas nas janelas, a fim de evitar picadas. Além disso, é possível incentivar a vacinação e evitar o acúmulo de água nos ambientes, uma vez que esses insetos depositam seus ovos na água.

Página 57

17. Espera-se que os estudantes respondam que sim, pois esse inseto é o responsável por transmitir o parasito à planta. Caso esteja ausente no ambiente, a infecção não ocorre, se esse for o único vetor da doença presente.

18. Espera-se que os estudantes comentem que sim, pois na ausência dessa estrutura o protozoário estaria exposto às condições adversas que, possivelmente, causariam sua morte. Na presença do cisto, os protozoários se mantêm vivos independentemente das condições ambientais.

19. Espera-se que os estudantes comentem que sim, pois com essa estrutura o protozoário é viável no ambiente por mais tempo, mesmo em condições desfavoráveis. Quando as condições se tornam adequadas, ele pode degradar o cisto e parasitar o hospedeiro.

20. Espera-se que os estudantes respondam que sim, pois os cistos são a forma infectante da doença. Como eles são

EM MODERNA

sensíveis a temperaturas elevadas, por exemplo, a fervura dos alimentos e da água pode destruí-los, evitando assim a infecção dos seres humanos e, consequentemente, prevenindo as doenças.

Páginas 58 e 59

1. **a)** Espera-se que os estudantes comentem que bactérias extremófilas referem-se àquelas que se adaptam em locais com condições extremas de temperatura, pressão e pH, por exemplo, onde a maioria dos seres vivos não consegue habitar. A *A. ferrooxidans* suporta condições extremas de pH, nesse caso, ambientes ácidos.

b) Espera-se que eles respondam que a *A. ferrooxidans* é do tipo quimioautotrófica.

c) Espera-se que os estudantes comentem que a biomineração apresenta vantagens ambientais e econômicas. Isso porque possibilita a extração de minérios sem emitir poluentes, além de se tratar de um procedimento que utiliza seres encontrados naturalmente no minério, tornando a técnica economicamente viável.

d) Espera-se que os estudantes comentem que é preciso manter as condições ambientais favoráveis ao crescimento dessa espécie, como temperaturas próximas a 30 °C e ambiente ácido, com pH em torno de 2. Além disso, é necessário disponibilizar as fontes de carbono e energia.

2. **a)** Espera-se que os estudantes comentem que a tirinha trata da nutrição dos cupins, de modo ágil, referindo-se especificamente ao consumo dos móveis e de partes da casa feitas de madeira.

b) Espera-se que os estudantes comentem que, embora os cupins não sejam capazes de digerir a celulose, eles têm protozoários em seu trato digestório, que fazem a digestão deste polissacarídeo, o transformando em glicose. Por sua vez, a glicose é utilizada nas células na respiração celular, que disponibiliza energia tanto ao protozoário como ao cupim.

3. Alternativa **e**. As bactérias presentes no tubo **1** são anaeróbicas obrigatórias, pois, ao serem submetidas ao fornecimento de gás oxigênio, morreram; já na ausência desse recurso, elas sobreviveram. As bactérias presentes no tubo **2** são anaeróbicas facultativas, pois foram capazes de sobreviver tanto na presença quanto na ausência de gás oxigênio. As bactérias do tubo **3** são aeróbicas, pois foram privadas de gás oxigênio e não sobreviveram. Já as bactérias do tubo **4** são fotossintetizantes, pois foram submetidas à ausência de luz e morreram, sendo a luz um fator essencial para sua sobrevivência. Portanto, o fator limitante para as bactérias dos tubos **1**, **2** e **3** é a presença ou a ausência de gás oxigênio, independentemente da luminosidade. Já nas bactérias do tubo **4**, o fator limitante é a presença ou a ausência de luz.

4. **a)** Vírus: pneumonia, rubéola, gripe e COVID-19. Bactéria: pneumonia. Não transmissíveis: arteriosclerose, câncer e anemia.

b) Espera-se que os estudantes comentem que, conhecendo o modo como ocorre a transmissão, é possível interferir na trajetória do patógeno até o hospedeiro. Por exemplo, sabendo que uma doença é transmitida por insetos hematófagos, cuja reprodução ocorre em ambiente com água limpa e parada, há como prevenir sua transmissão – evitando locais de reprodução e utilizando repelentes e mosqueteiros para evitar contato do vetor com o hospedeiro. Já para evitar doenças transmitidas pelo consumo de água e alimentos contaminados, é preciso higienizar corretamente os alimentos, lavar bem as mãos antes de qualquer refeição e consumir apenas água potável. No caso de doenças transmitidas pelo contato com secreções respiratórias contaminadas, expelidas no ambiente, como a COVID-19, a prevenção se dá evitando o contato com essas secreções ou evitando que estas entrem em contato com mucosas, o que é possível usando máscaras e higienizando as mãos, por exemplo.

5. Gráfico **IV**. Na fase exponencial do crescimento bacteriano, existe disponibilidade suficiente de nutrientes, situação essa em que as bactérias se reproduzem de maneira rápida. Já na fase estacionária, a disponibilidade de alimentos diminui, não sendo suficiente para manter a mesma taxa de crescimento acelerado. Dessa maneira, o tempo de geração deve ser maior na fase estacionária, o que é observado no gráfico **IV**.

6. **a)** A transmissão do *Trypanosoma cruzi* por via oral ocorre pela ingestão de alimentos contaminados com parasitas. As medidas profiláticas para reduzir essa forma de transmissão envolvem a higiene, o cozimento e a pasteurização dos alimentos.

b) Impedindo que o *Trypanosoma cruzi* saia do intestino do inseto vetor, o parasita ficará restrito ao tubo digestivo, assim as fezes do inseto não estarão contaminadas. Logo, há redução do ciclo de transmissão vetorial da doença por via vetorial, pois o *Trypanosoma cruzi* não penetrará a pele da pessoa pela ferida. Reduzindo a contaminação dos ovos da fêmea vetor com *Trypanosoma cruzi*, bem como a quantidade de ovos, também será reduzida a transmissão vetorial da doença, em razão do menor número de insetos contaminados pelo parasita.

7. Alternativa **c**. As bactérias são seres vivos que apresentam todas as características descritas nos itens **I**, **II** e **III**, ou seja, elas são unicelulares (**I**), apresentam material genético (**II**) e suas populações se modificam ao longo do tempo (**III**). Já os vírus, apesar de apresentarem as características **II** e **III**, precisam utilizar a maquinaria da célula hospedeira, ou seja, não preenchem ao requisito **I**.

8. Alternativa **c**. Algumas bactérias quimioautotróficas, como a *Nitrossomonas* spp., participam do ciclo biogeoquímico do nitrogênio. Esses microrganismos se associam às células das raízes de algumas plantas, como as leguminosas, auxiliando na fixação e absorção do gás nitrogênio, que não pode ser absorvido diretamente do ambiente pelas plantas.

Páginas 65 e 66

1. **a)** Os líquens são associações simbióticas entre fungo e alga. Nessas associações, a alga fornece matéria orgânica produzida na fotossíntese para o fungo, que em troca recebe água, proteção e sais minerais.

REPRODUÇÃO

b) Os liquens acumulam compostos químicos, como metais e enxofre, característicos de ambientes poluídos. Sua presença é um indicador de poluição.

c) Os estudantes podem comentar que essa sensibilidade ocorre por causa da estrutura desses seres vivos. Por não apresentarem cutícula, uma camada de lipídios que protege externamente o corpo de alguns vegetais, o material suspenso que se deposita sobre os liquens podem se difundir facilmente em seus tecidos. Além disso, por conta de sua estrutura, os liquens não são capazes de eliminar tais poluentes, os quais se acumulam nos tecidos.

d) Espera-se que os estudantes comentem que isso ocorre porque um dos possíveis efeitos do acúmulo de poluentes nos liquens é o rompimento da associação entre eles. Sendo assim, em ambientes mais poluídos, essa associação de fungos e algas é menos frequente, podendo, inclusive, ser inexistente.

2. a) O branqueamento é um processo em que, por condições adversas, como o aumento da temperatura da água, os corais expulsam as algas que vivem em seus tecidos ou estas perdem seus pigmentos.

b) As algas fornecem matéria orgânica aos corais por meio da fotossíntese.

c) O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre a importância dos corais para a manutenção da vida aquática. Eles podem comentar que o branqueamento causa a morte dos corais, uma vez que as algas fornecem nutrientes a esses animais. Os corais, por sua vez, são responsáveis por abrigar uma grande diversidade de seres vivos, que os utilizam para diversos fins, como reprodução, abrigo e fonte de alimento. Sendo assim, a morte dos corais do ambiente pode prejudicar direta e/ou indiretamente diversas outras espécies.

3. Espera-se que os estudantes comentem que nenhum alimento deve ser consumido ou provado, a menos que seu consumo humano seja amplamente aprovado, como é o caso do *champignon* (*Agaricus bisphorus*), do *shiitake* (*Lentinulus edodes*) e do *shimeji* (*Pleurotus ostreatus*). Outros alimentos, principalmente os disponíveis no ambiente, não devem ser consumidos.

4. Alternativa **d**. Os fungos são seres vivos eucariontes heterotróficos e realizam respiração na presença de gás oxigênio e fermentação em sua ausência. Alguns fungos absorvem os nutrientes de matéria orgânica viva, causando doenças, os chamados parasitas, enquanto outros alimentam-se de matéria orgânica morta, desempenhando um papel essencial na ciclagem de nutrientes no ambiente, os chamados decompositores ou sapróbios. Alguns fungos também são comestíveis, como certas espécies de cogumelos, os quais formam corpos de frutificação, já outros são capazes de se associar a raízes de plantas, as chamadas micorrizas. Essa associação é mutuamente benéfica, por conta da troca de nutrientes.

5. Soma: 02 + 04 = 06

01 – Incorreta. Os fungos são seres heterotróficos, com parede celular composta de quitina, diferentemente das plantas e algas, que possuem parede celular composta de celulose.

08 – Incorreta. Os fungos podem ser unicelulares, filamentosos ou apresentarem ambas as formas. As espécies de fungos unicelulares são chamadas leveduras, capazes de realizar a fermentação, processo bioquímico utilizado na produção de alimentos, como pães. Algumas espécies de bactérias também realizam a fermentação e são utilizadas na fabricação de iogurtes.

16 – Incorreta. Algumas plantas também possuem lignina associada a celulose em sua parede celular.

7. a) Em geral, o controle é feito com o uso de fungicidas. Os estudantes podem citar o desenvolvimento de tecnologias, como o melhoramento genético, que possibilitam a incorporação de genes de resistência em cultivares de trigo, tornando-os menos suscetíveis à giberela.

b) A temperatura adequada e a maior ocorrência de chuva contribuem com o aumento da umidade no ambiente. Tais condições, por sua vez, favorecem o crescimento do fungo causador da giberela no trigo.

c)
- *Gibberella zeae*, também conhecido como *Fusarium graminearum*. Os estudantes poderão encontrar em sua pesquisa dois nomes para o fungo causador da giberela. Caso julgue conveniente, explique a eles que esse fungo é chamado *Fusarium graminearum* em sua fase assexual.
- Espera-se que os estudantes comentem que alguns fungos produzem uma substância tóxica, chamada micotoxina. Na giberela, o fungo causador dessa doença produz uma micotoxina chamada desoxinivalenol (DON), responsável por impedir a formação de grãos de trigo. Em casos em que os grãos chegam a ser formados, eles são ocos, secos, enrugados e a maioria possui coloração entre branca e parda, alguns podendo ter a cor rosa. Esses danos reduzem o rendimento dos grãos de trigo, impactando a economia agrícola.
- Espera-se que os estudantes comentem que sim, pois a ingestão de alimento contendo a micotoxina DON pode provocar sintomas como vômito e diarreia, distúrbios neurológicos, hemorragias e, em alguns casos, ocasionar a morte. O consumo de grão contaminados pelos animais de criação, como gado, podem causar danos ao fígado e problemas reprodutivos.

d) Os fungos necessitam de nutrientes disponíveis em quantidades adequadas no ambiente. A maioria deles é aeróbico, ou seja, crescem somente na presença de oxigênio e, em geral, melhor em ambientes com pH em torno de 5. Em relação à temperatura, assim como as bactérias, abrangem uma larga faixa, ou seja, existem espécies psicrófilas, mesófilas e termófilas. No entanto, as espécies patogênicas são mesófilos, apresentando temperatura ótima de crescimento entre 20 e 30 °C.

REPRODUÇÃO PROIBIDA

8. a) Fermentação.

b) As bactérias são organismos unicelulares e procariontes. Já os fungos são eucariontes e podem ser unicelulares ou multicelulares.

c) São aqueles produzidos da biomassa, ou seja, matéria orgânica, um recurso renovável.

d) Espera-se que os estudantes respondam que sim; o etanol e o biodiesel. O primeiro se dá pela fermentação da cana-de-açúcar. Já o segundo é produzido com a gordura animal ou vegetal, como soja, girassol e mamona.

e) Espera-se que os estudantes comentem que, ao incentivar essas pesquisas, as chances de desenvolver biocombustíveis aumentam, ajudando a reduzir o consumo e a dependência dos combustíveis fósseis, fontes de energia não renováveis, que emitem grande quantidade de poluentes atmosféricos. Embora os biocombustíveis também liberem gases, como o dióxido de carbono (CO_2), em sua queima, a quantidade desses poluentes é menor se comparada com os da queima de combustíveis fósseis. Dessa maneira, o incentivo às pesquisas representaria benefícios tanto para o ambiente quanto para a própria saúde humana, tendo em vista que menos poluentes atmosféricos seriam lançados.

CAPÍTULO 5
Diversidade de seres vivos II

Objetivos

- Reconhecer a diversidade de plantas.
- Classificar as plantas de acordo com suas características.
- Identificar as principais características e a fisiologia das briófitas.
- Identificas as principais características e a fisiologia das pteridófitas.
- Identificar as principais características, a fisiologia, a variedade e a reprodução das gimnospermas.
- Identificar as principais características e a fisiologia das angiospermas.
- Conhecer as etapas da reprodução das angiospermas.

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

Página 67

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois aborda a diversidade e classificação das plantas, ressaltando sua importância para o ambiente, o que também trabalha a **competência geral 7**.

- A manchete inicial possibilita abordar com os estudantes seres vivos que muitas vezes passam despercebidos no dia a dia. Algumas cidades têm projetos de arborização e mantém árvores nas áreas urbanas. Entretanto, pouco se questiona sobre a importância e o impacto que sua ausência pode causar nos demais seres vivos. Lembre aos estudantes que, mesmo em áreas urbanas, partes da estrutura das árvores servem como abrigo (insetos, aves, orquídeas) e alimento (aves, insetos, morcegos, seres humanos).

  Caso julgue interessante, aproveite o momento e peça aos estudantes que conversem a respeito desse tema e avaliem a arborização do município onde vivem.
- Explique aos estudantes que, na atualidade, há questões que devem ser pensadas quanto a importância das plantas, pois o tema, por vezes, não desperta o interesse da maioria das pessoas, mesmo na comunidade escolar, tal como pode ser encontrado em estudo apresentado no *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (*Enpec*). Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0493-1.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2021. Além disso, há lacunas na formação do professor do componente curricular **Biologia**, como pode ser visto no artigo publicado na revista *Estudos Avançados*. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v30n87/0103-4014-ea-30-87-00177.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2020. Esses e outros problemas podem deixar o conhecimento sobre as plantas em segundo plano, por vezes se sobrepondo uma visão antropocentrista, em que elas são úteis ao ser humano, pois servem de alimento, o que é um ponto de vista limitado e que não contribui nem para seu estudo, nem para sua conservação. É importante retomar estudos sobre diversidade, morfologia, fisiologia, importância, usos e conservação desses seres vivos, preparando as próximas gerações para conhecê-las e contribuir com sua manutenção, o que possibilita a abordagem da **competência específica 2 de Ciências Naturais e suas Tecnologias**.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Aproveite a questão **1** dessa página para fazer uma avaliação sobre os conhecimentos prévios dos estudantes e retomar a temática. Com isso, espera-se desenvolver neles o pensamento crítico e socioambiental sobre a conservação de espécies no país.
- Oriente os estudantes a produzir um vídeo, a fim de informar outros membros da comunidade escolar – e também da não escolar –, bem como familiares, sobre o assunto. Esse trabalho pode contribuir para a divulgação científica e ajudar na conscientização da comunidade escolar sobre a importância da conservação das áreas naturais, especialmente da vegetação natural. Trata-se de uma oportunidade para trabalhar as habilidades **EM13CNT203** e **EM13CNT206** e as **competências gerais 4**, **5** e **7**.
- Incentive os estudantes a usar e elaborar diferentes recursos, como fotografias, recortes de jornais ou revistas e maquetes. Deixe-os livres para pesquisar materiais alternativos e oriente-os nas correções conceituais. Se eles considerarem interessante, podem ir ao bairro onde moram, mostrando pessoas (desde que com autoriza-

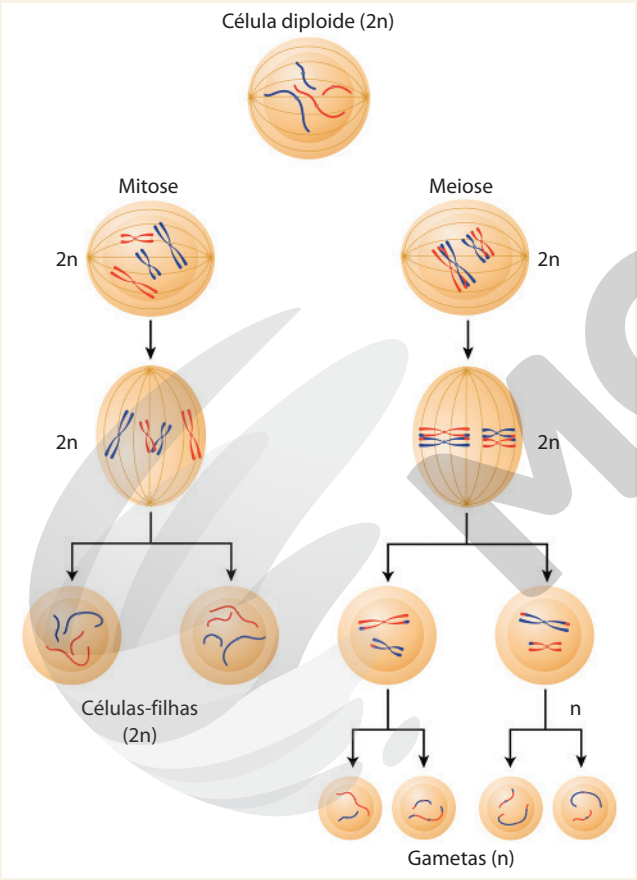
MODERNA

ção expressa e documentada) e lugares, apresentando a dinâmica dessas comunidades e suas relações com o meio natural.

- Esse trabalho possibilita uma abordagem conjunta com o componente curricular **Arte**, que faz parte da área de **Linguagens e suas Tecnologias**, na **competência específica 7**. Essa cooperação é fundamental para que os estudantes construam projetos próprios, com dinâmicas atuais, com o uso de TDICs. Como é uma geração de nativos digitais, incentive-os a utilizar os recursos atuais na elaboração de um documentário, com linguagem acessível para jovens e que instiguem outras pessoas a pensar criticamente sobre as questões socioambientais.

- O ciclo de alternância de gerações promove a retomada de conceitos que envolvem divisão celular em células somáticas e reprodutivas. Averigue se os estudantes se lembram que na mitose em animais ocorre a formação de células com material genético similar ao da célula que lhes originou (2n), enquanto a meiose forma células com a metade do número de cromossomos da espécie (n), o que acontece em células gaméticas.

ALDONA GRISKEVICIENE/SHUTTERSTOCK



Representação dos esquemas de mitose e meiose. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

- Explique aos estudantes que as plantas são formadas por duas gerações: o esporófito e o gametófito, em que o primeiro produz esporos e o segundo, gametas. Esse entendimento é fundamental para compreender os ciclos de vida dos grupos botânicos. O ciclo de vida das plantas apresenta então organismos multicelulares haploides e diploides. O gametófito é uma estrutura multicelular haploide, que, por meio da mitose, produz gametas como a oosfera e os espermatozoides, ambos haploides, que se unem, formando o zigoto. Quando o zigoto se divide por mitose, produz o esporófito, uma estrutura multicelular diploide. O esporófito, então, se divide por meiose, produzindo esporos, os quais são haploides e podem se desenvolver em um novo organismo, também haploide. Quando um esporo se divide por mitose, forma um novo gametófito multicelular, reiniciando o ciclo.

Páginas 68 e 69

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois aborda os seres vivos, sua história evolutiva e a classificação biológica, o que possibilita a organização da biodiversidade.

- Na classificação utilizada nessas páginas, adotamos o termo embriófitas. Isso ocorre porque nas plantas o embrião de plantas terrestres é multicelular e dependente. No ciclo de alternância de gerações, os zigotos originam embriões que ficam retidos no interior do gametófito, onde permanecem protegidos pelos tecidos parentais das condições ambientais e obtêm os recursos necessários à sobrevivência (aminoácidos e carboidratos). Esse embrião tem células de transferência placentárias especializadas, que auxiliam na transferência de nutrientes, por meio de invaginações na parede celular e na membrana celular.
- As atraqueófitas são chamadas por alguns autores de plantas avasculares. Evitamos esse termo, pois há musgos com um sistema de transporte interno simples, com células capazes de realizar o transporte de água e nutrientes. Optamos também por dividir as plantas vasculares naquelas que possuem ou não sementes – em classificações anteriores, as plantas sem sementes eram chamadas criptógamas, e as com sementes, fanerógamas.
- Sobre a diversidade de espécies, há vários estudos, no entanto ainda são estimativas, já que existem espécies que provavelmente não foram catalogadas. Para mais informações, acesse os artigos a seguir.
  - > How Many tree species are there in the world? *Botanic Gardens Conservation International* (*BGCI*). Disponível em: <https://www.bgci.org/news-events/how-many-tree-species-are-there-in-the-world/>. Acesso em: 19 maio 2020.
  - > PIMM, S. L.; JOPPA, L. N. How many plant species are there, where are they, and at what rate are they going extinct? *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 100, n. 3, p. 170-176, mar. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/273917656_How_Many_Plant_Species_are_There_Where_are_They_and_at_What_Rate_are_They_Going_Extinct>. Acesso em: 11 ago. 2020.

MOVERNA

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois aborda a diversidade de espécies de plantas e sua importância no equilíbrio ambiental.
- A atividade sugerida no boxe **Trocando ideias**, na página **72**, permite o desenvolvimento da **competência específica 3 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, da habilidade **EM13CNT302** e das **competências gerais 4**, **5** e **7**, pois possibilita a comunicação de dados e informações socioambientais e de saúde para o público em geral, com o uso de TDICs. Além disso, a entrevista com um engenheiro agrônomo desenvolve tanto o tema contemporâneo transversal **Trabalho**, como a **competência geral 6** ao fornecer subsídios para os estudantes se apropriarem de conhecimentos e experiências que lhes possibilitem fazer escolhas relacionadas ao mundo do trabalho e a seu projeto de vida.

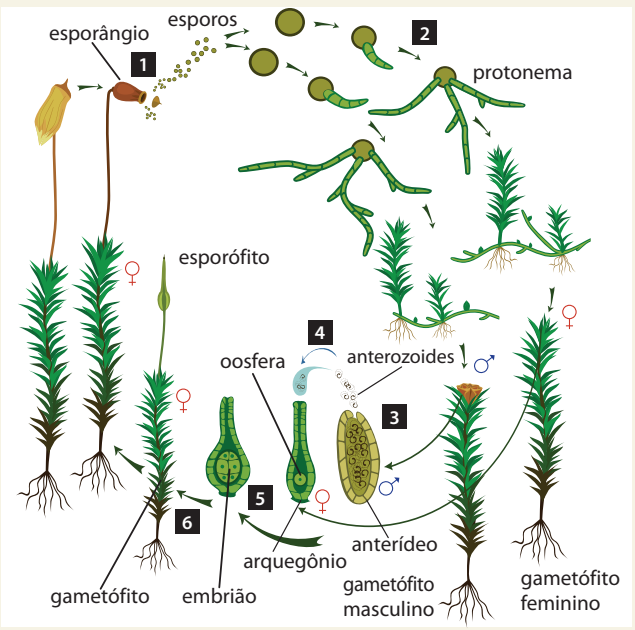
- Explique aos estudantes que os gametófitos de algumas hepáticas e os musgos são diferenciados em filoides, cauloides e rizoides. Essas estruturas são assim chamadas porque, diferentemente das plantas vasculares, não se tratam de folhas, caule e raiz verdadeiros, pois não contêm os vasos de condução xilema e floema. Diga a eles que as verdadeiras estruturas – folhas, caules e raiz – das plantas vasculares são produzidos pelos esporófitos.
- Mostre aos estudantes a imagem da página **70**, indicando as gerações das briófitas. O gametófito produz gametas e o esporófito, esporos. Se considerar conveniente, leve-os a algum espaço da escola, que seja um local úmido, para que verifiquem se há musgos. Se possível, providencie lupas para que os estudantes possam melhor observar essas plantas, sem tocá-las, para que não sejam danificadas.
- As briófitas podem ser consideradas indicadores biológicos. Assim, leia o trecho do artigo a seguir para os estudantes.

> [...] As briófitas são plantas com grande potencial bioindicador (uma das principais importâncias ecológicas das briófitas), estando diretamente relacionadas com a qualidade do ar e alterações decorrentes da urbanização, mesmo existindo vários métodos que permitem avaliar a concentração e efeitos contaminantes no meio ambiente, a bioindicação tem sido o método mais usado nas últimas décadas [...].
>
> [...] as briófitas [...] são bons indicadores ambientais, como da qualidade do solo em florestas, das condições de pH, da presença de cálcio, da altitude, de depósitos minerais, como minérios do cobre, zinco, ferro e chumbo, de fontes de enxofre, de poluição da água e de poluição do ar [...].
>
> GENTIL, K. C. S.; MENEZES, C. R. Levantamento de briófitas bioindicadoras de perturbação ambiental do *campus* Marco Zero do Equador da Unifap. *Biota Amazônia*, Macapá, v. 1, n. 1, 2011. p. 64.

- Há algumas diferenças entre bioindicadores e biomonitores. Sobre isso, leia o trecho do texto a seguir.

> [...] Segundo Hawksworth (1992), são considerados como bioindicadores organismos que expressam sintomas particulares ou respostas que indiquem mudanças em alguma influência ambiental, geralmente de forma qualitativa. Biomonitores são organismos, cuja distribuição e populações são estudados durante um certo espaço de tempo, e comparados a um modelo, onde os desvios do esperado são avaliados. Organismos com íntimas relações ecofisiológicas com atmosfera, ao invés de com seu substrato, são, particularmente, candidatos promissores para a bioindicação e, consequentemente, monitoramento da poluição do ar.
>
> A diferença entre bioindicadores e biomonitores se dá unicamente pelo tipo de respostas que eles podem fornecer. Enquanto os bioindicadores, provêm informações sobre a qualidade do ambiente ou de suas modificações, as "respostas" dos biomonitores possibilitam quantificar tais modificações (Wolterbeek et. al., 1995). [...]
>
> MOTA-FILHO, O. et al. Liquens: bioindicadores ou biomonitores? *Portal Biomonitor*, 24 out. 2005. Disponível em: <http://biomonitor.ist.utl.pt/biomonitor/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=9>. Acesso em: 19 abr. 2020.

- Veja abaixo como ocorre a reprodução das briófitas. Apresente-a aos estudantes.



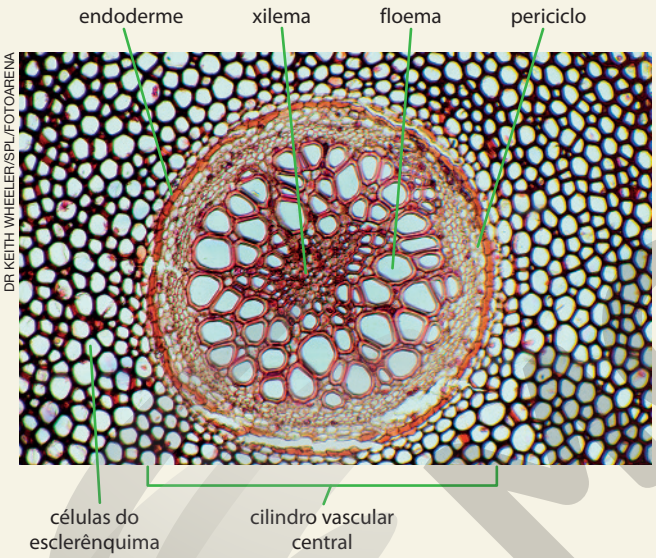
KAZAKOVA MARYIA/SHUTTERSTOCK

Representação do ciclo reprodutivo das briófitas. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

MODELO

1. O esporófito apresenta o esporângio na extremidade. As células em seu interior sofrem meiose, originando esporos (n), estruturas unicelulares.
2. O esporo liberado sofre mitose e inicia a germinação, originando uma estrutura denominada protonema, que é o gametófito jovem.
3. O gametófito (n) é multicelular e amadurece, tornando-se fotossintetizante e capaz de formar gametas. O gametângio masculino (anterídio) produz anterozoides e o gametângio feminino (arquegônio), a oosfera.
4. Os anterozoides são liberados e na água nadam ou são lançados por gotas de chuva em direção ao arquegônio mais próximo, onde fecundará a oosfera.
5. A fertilização ocorre no interior do arquegônio, formando o zigoto (2n). Ele sofre diversas mitoses, originando um embrião (2n) multicelular.
6. O embrião se desenvolve em um esporófito, que fica fixo ao gametófito, onde absorve água e nutrientes. O esporófito maduro produz um novo esporângio, reiniciando o ciclo.

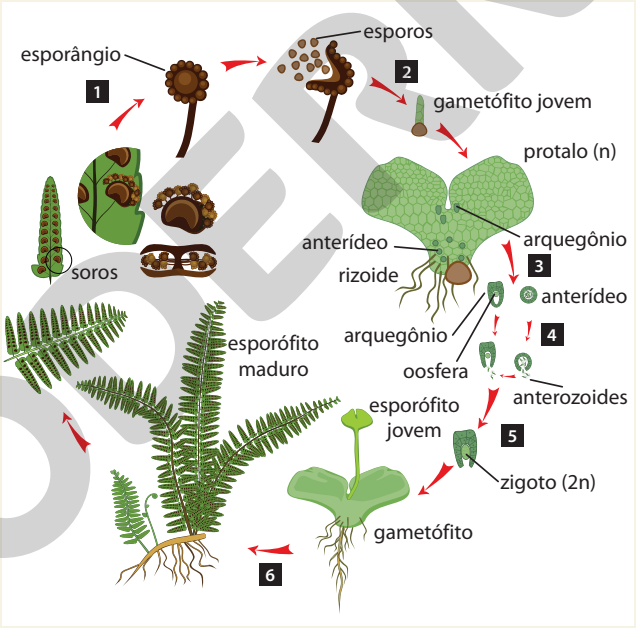
- Na página **71** é apresentada a micrografia do rizoma de uma samambaia *Trichomanes speciosum*. As partes em preto e vermelho são células do esclerênquima, que circundam o cilindro vascular central. Note que há quatro camadas de fora para dentro, a endoderme (vermelho), o pericíclo e as camadas de floema. No centro, pode-se notar as células do xilema.



DR KEITH WHEELER/SPL/FOTOARENA

Micrografia de rizoma da samambaia *Trichomanes speciosum*. Aumento aproximado: 100 vezes.

- As plantas apresentam um sistema de tecidos vasculares, cuja importância é facilitar o transporte de nutrientes, além de sustentá-las mecanicamente. Os dois sistemas vasculares são o xilema e o floema. O primeiro é responsável pela condução de água e sais minerais das raízes até as partes aéreas da planta, enquanto o segundo realiza o transporte de carboidratos, produzidos na fotossíntese, das folhas até as demais partes da planta.
- As células do esclerênquima atuam na sustentação mecânica da planta. Elas apresentam parede celular secundária, com grande quantidade de lignina, polímero presente nas plantas, exceto nas briófitas. Essas células, quando maduras, não se alongam e ocorrem nas porções da planta que cessaram o crescimento em comprimento. Partes das células do esclerênquima morrem em sua maturidade, mas produzem parede celular secundária antes que a parte viva da célula morra. Suas paredes rígidas sustentam a planta, atuando como um esqueleto.
- O sistema vascular do caule (e das raízes) das plantas é conhecido como estelo. Na imagem da coluna ao lado, vemos que o estelo contém um cilindro vascular central, com xilema e floema.
- Diga aos estudantes que entre os materiais que se depositam na parede celular está a lignina. Esse polímero encontra-se na matriz de celulose da parede celular das plantas vasculares, servindo de suporte para as espécies terrestres.
- Explique que, nas briófitas, o gametófito masculino é uma planta diferente do feminino. Assim, o gameta masculino precisa nadar até o feminino. Nas pteridófitas, a mesma planta forma os dois tipos de gametas. Veja abaixo como ocorre a reprodução das pteridófitas. Apresente o esquema aos estudantes.



KAZAKOVA MARYIA/SHUTTERSTOCK

Representação do ciclo reprodutivo das pteridófitas. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

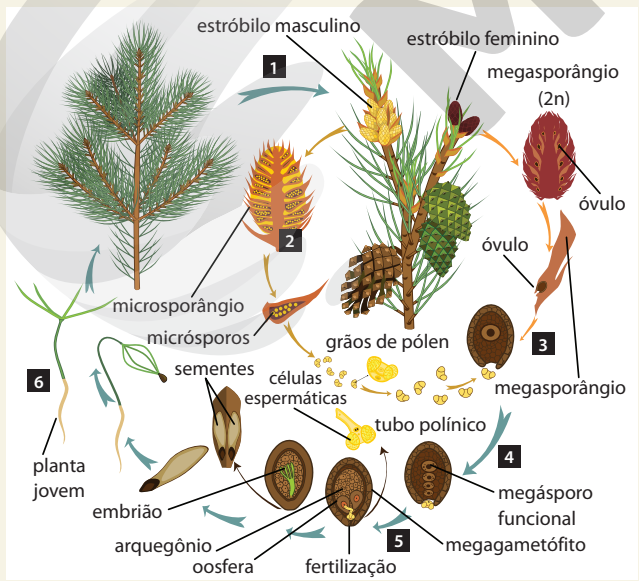
1. O esporófito produz os soros, que são aglomerados de esporângios, localizados na parte inferior das folhas ou em suas bordas. Os esporângios possuem células que sofrem meiose, originando esporos (n).
2. O esporo é liberado e inicia a germinação por meio de mitoses, formando o gametófito, que se desenvolve no protalo, estrutura que possui rizoides, que o fixam ao substrato.
3. O gametófito (n) é multicelular e apresenta os gametângios na região ventral. O anterídio origina os anterozoides e o arquegônio, a oosfera.
4. Os anterozoides são liberados e, na presença de água, nadam ou são lançados por gotas de chuva em direção ao arquegônio mais próximo, fecundando a oosfera.
5. Os dois gametas se fundem no interior do arquegônio, formando o zigoto (2n), que permanece no interior do arquegônio, onde sofre mitoses, originando um embrião (2n) multicelular.
6. Inicialmente, o embrião é nutrido pelo gametófito. Logo, a planta se torna independente, formando o esporófito (2n) com raízes, então o gametófito se desintegra.

MODERNA

- A celulose é extraída da conífera *Pinus* para a fabricação de papel e madeira utilizada em vários setores industriais. Sobre essa conífera, leia o trecho do texto a seguir.

> O gênero *Pinus* constitui um grupo de aproximadamente 90 espécies de árvores da família Pinaceae (MARCHIORI, 1996), originárias, quase que exclusivamente, do Hemisfério Norte, sendo nativas na Europa, Ásia e Américas do Norte e Central. [...]
>
> Em 1948, através do Serviço Florestal do Estado de São Paulo, foram introduzidas as espécies americanas conhecidas nas origens como "pinheiros amarelos", que incluem *Pinus palustris*, *P. echinata*, *P. elliottii* e *P. taeda*. Dentre essas, as duas últimas se destacaram pela facilidade nos tratos culturais, rápido crescimento e reprodução intensa no Sul e Sudeste do Brasil. Desde então, outras têm sido introduzidas, não só dos Estados Unidos, mas, também, do México, da América Central, das ilhas do Caribe e da Ásia. [...]
>
> SHIMIZU, J. Y.; SEBBENN, A. M. Espécies de *Pinus* na silvicultura brasileira. In: SHIMIZU, J. Y. (Ed.). *Pínus na silvicultura brasileira*. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. p. 49. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/315381/pinus-na-silvicultura-brasileira>. Acesso em: 21 abr. 2020.

- As briófitas e a maioria das pteridófitas produzem um único tipo de esporo, condição conhecida como homosporia. Já as gimnospermas e angiospermas produzem esporos masculinos (micrósporos) e esporos femininos (megásporos), por isso apresentam heterosporia.
- Explique aos estudantes que os esporos das plantas vasculares com sementes são encontrados em microsporângios e megasporângios. Os esporângios das gimnospermas são agrupados em estruturas chamadas estróbilos. Quando há estróbilos masculinos e femininos na mesma planta, ela é monoica. Quando uma planta apresenta somente estróbilos masculinos ou femininos, é dioica. A *Araucária angustifolia* é um exemplo de gimnosperma dioica.
- Veja abaixo como ocorre a reprodução das gimnospermas. Apresente o esquema aos estudantes.



KAZAKOVA MARYIA/SHUTTERSTOCK

Representação do ciclo reprodutivo das gimnospermas. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

1. No esporófito adulto são encontrados os estróbilos masculino e feminino.
2. As células presentes nos microsporângios sofrem meiose, originando os micrósporos nos cones de pólen (masculino). Os micrósporos se dividem por mitose, originando o gametófito masculino, parcialmente desenvolvido em um grão de pólen, formado por quatro células. Essa estrutura é dispersa, principalmente, pelo vento.
3. O grão de pólen encontra o cone feminino com óvulos e produz o tubo polínico, que se alonga pela abertura do tegumento (micrópila) e segue pelo tecido feminino.
4. O megasporângio sofre meiose, que origina quatro megásporos, dos quais apenas um é funcional.
5. O megásporo funcional é retido no interior do megasporângio, originando o megagametófito, que tem o arquegônio, que forma oosferas. No interior do tubo polínico, são formadas duas células espermáticas, que atuam como gametas masculinos. Quando o tubo polínico chega ao gametófito feminino, as células espermáticas são liberadas; uma degenera e a outra se une à oosfera, promovendo a fertilização.
6. O zigoto se divide várias vezes, formando o embrião (esporófito jovem), que fica no interior da semente; em condições ideais, ele germina, originando um novo esporófito adulto, que terá estróbilos masculinos e femininos.

- Se julgar conveniente, explique aos estudantes que nas sementes de gimnospermas o endosperma (tecido nutritivo) é haploide (n); já nas sementes das angiospermas o endosperma é triploide (3n).

METODOLOGIAS ATIVAS

- Se considerar interessante, apresente aos estudantes a estrutura de uma flor. Escolha, por exemplo, um hibisco e separe suas partes. Coloque as partes separadas em mesas, formando o semicírculo. Peça aos estudantes que façam uma fileira, observando as partes da flor, adotando a estratégia *turn and talk*; veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXIII** deste suplemento. Para isso, oriente os estudantes a observar as partes da flor e conversar com o colega mais próximo sobre as funções dessas estruturas e onde elas se encaixam. Além de promover uma aproximação social entre os estudantes, desenvolve-se o compartilhamento de ideias. Após a conversa, peça-lhes que observem a ilustração apresentada na página **73** e comparem suas ideias com as partes da flor e suas funções.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Ao iniciar o estudo das angiospermas, trabalhe com os estudantes as manchetes apresentadas nessa página. Questione-os sobre o paradoxo envolvendo as duas reportagens e distribua para eles cópias dos textos indicados a seguir.
  - > ARAGAKI, C. Morte de meio bilhão de abelhas é consequência de agrotóxicos. *Jornal da Usp*, 5 abr. 2019. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/morte-de-meio-bilhao-de-abelhas-e-consequencia-de-agrotoxicos/>. Acesso em: 19 maio. 2020.

MODERNA

> TORRES, A. O agrotóxico que matou 50 milhões de abelhas em Santa Catarina em um só mês. *BBC News Brasil*, 17 set. 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-49657447>. Acesso em: 19 maio 2020.

- Organize os estudantes em uma mesa-redonda e deixe-os conversar sobre o texto. Levante questionamentos para mobilizar os conhecimentos e efetivar suas argumentações. Pergunte sobre a necessidade da produção agrícola para a manutenção da economia brasileira e que produtos poderiam ser usados no controle de pragas sem causar danos aos polinizadores. Peça-lhes que se coloquem no lugar do produtor agrícola ante a necessidade de aumentar sua produção em meio a um ataque de pragas agrícolas e que estimem consequências para o futuro da produção de alimentos na ausência de polinizadores. Trata-se de uma maneira de levantar um debate, em que há, possivelmente, estudantes que defendem o uso de agroquímicos na agricultura – pois os veem como essenciais na economia e na produção alimentícia – e estudantes que sustentam a ideia de usar substâncias que não impactam os polinizadores. Essa atividade possibilita o desenvolvimento da **competência geral 7**.

Página 72

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Avaliar fontes confiáveis de pesquisa.
- Desenvolver a oralidade por meio de uma entrevista.
- Investigar e refletir sobre os impactos do uso de agrotóxicos na saúde dos trabalhadores que aplicam esse tipo de produto.

Orientações

- Para a realização da entrevista, os estudantes devem solicitar prévia autorização do entrevistado, por escrito, permitindo a gravação da entrevista. Oriente-os na roteirização, sugerindo perguntas que abordem, por exemplo: quem pode comprar um agroquímico; se há limitação na quantidade; como é feito o transporte do produto, já que é considerado tóxico; se são necessários cuidados na armazenagem desses produtos; que cuidados a pessoa que aplica o agrotóxico deve tomar; quais são os EPIs básicos para os profissionais que lidam com agroquímicos; qual é a destinação das embalagens após o uso; e que atitudes uma pessoa que teve contato direto com agroquímicos precisa tomar.

  Caso não seja possível entrevistar um engenheiro agrônomo, solicite aos estudantes que pesquisem essas informações em fontes confiáveis, como a Lei n.º 7.802, de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7802.htm>. Acesso em: 22 maio 2020. Além disso, é possível acessar essas informações em linguagem acessível no *site* da *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária* (*Embrapa*). Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/MesaNorteMinas/normas.htm>. Acesso em: 9 mar. 2020.
- Após a realização da entrevista, proponha aos estudantes que produzam uma reportagem com as informações levantadas a respeito dos efeitos dos agrotóxicos na saúde do trabalhador. Oriente-os a gravar apresentação de dados e informações claras, utilizando para isso imagens e infográficos. Com esses dados, peça-lhes que editem a entrevista e a insiram após a apresentação.
- Se considerar necessário, convide membros da comunidade escolar e agricultores da região. É importante utilizar os trabalhos dos estudantes como um ato de divulgação científica, buscando orientar produtores rurais no uso correto de agroquímicos, minimizando os danos ao ambiente e à saúde humana.

Resposta

- O objetivo dessa questão é levar os estudantes a desenvolver a capacidade de realizar pesquisas em fontes confiáveis e ter contato com artigos científicos. Além disso, é preciso que desenvolvam a oralidade por meio da realização da entrevista. Eles poderão citar problemas de saúde causados em curto prazo, como intoxicações, e em longo prazo, por exemplo, o desenvolvimento de doenças, como o câncer. Entre alguns equipamentos de proteção individual (EPIs), eles poderão citar luvas, máscara, viseira, capuz, botas, jaleco e calças impermeáveis.

SALA DOS PROFESSORES

- Após a abordagem desses conteúdos, busque um trabalho conjunto com os professores da área de **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, especificamente dos componentes curriculares **Geografia** e **Sociologia**.
- Junto a esses docentes, planejem um trabalho de campo com os estudantes nos arredores da escola. É importante integrar os conhecimentos desses componentes curriculares. Analise a ocupação do espaço urbano e as necessidades socioeconômicas dos moradores do bairro e sua relação com as plantas. Oriente os estudantes a analisar a relação entre as plantas e os seres humanos na ocupação do espaço, em ruas, residências, condomínios, praças e avenidas. Eles devem observar como o espaço urbano é ocupado e como a expansão de moradias em regiões periféricas impacta os componentes naturais desses locais. Além disso, é importante que os estudantes sejam capazes de comparar a arborização nas áreas central e periférica, bem como em locais mais adensados e menos populosos da cidade. Se o município tiver grande quantidade de prédios, oriente os estudantes a identificar a relação das moradias verticais com a vegetação.
- Para melhor subsidiar esse trabalho, leia os artigos indicados a seguir.

  > LIMA, V.; AMORIM, M. C. C. T. A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. *Formação*, Presidente Prudente, v. 1, n. 13, p. 139-165, dez. 2006. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/viewFile/835/849>. Acesso em: 19 maio 2020.

REPRODUÇÃO PROIBIDA

> LOBODA, C. R.; DE ANGELIS, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. *Ambiência*, Guarapuava, v. 1, n. 1, p. 125-139, jan./jun. 2005. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/viewFile/157/185>. Acesso em: 19 maio 2020.

> SILVEIRA, F. A.; SILVEIRA, J. A. R. da. Qualidade do espaço residencial: efeitos da verticalização no bairro de Tambaú, na cidade de João Pessoa (PB). *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 6, n. 3, p. 289-305, set./dez. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/urbe/v6n3/03.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2020.

> GONDIM, L. M. P. Meio ambiente urbano e questão social: habitação popular em áreas de preservação ambiental. *Caderno CRH*, Salvador, v. 25, n. 64, p. 115-130, jan./abr. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ccrh/v25n64/09.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2020.

> BALBIM, R.; CAMPAGNER, L. Desenvolvimento urbano, o uso de instrumentos adaptados. O caso das operações urbanas em São Paulo. In: CONFERÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO, 2., 2011, Brasília. *Anais*... Brasília: Ipea, 2012. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/code2011/chamada2011/pdf/area7/area7-artigo40.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2020.

- Acesse também os documentos presentes no *site* do *Ministério do Meio Ambiente*. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/publicacoes/desenvolvimento-sustent%C3%A1vel/category/155-publica%C3%A7%C3%B5es-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel-sustentabilidade-urbana.html>. Acesso em: 19 maio 2020.
- Peça aos estudantes que observem as árvores nas ruas, seu aspecto, se são nativas ou exóticas e se o porte é adequado ao local em que se encontram. Diga para averiguarem se nos espaços públicos (praças, canteiros e terrenos da prefeitura) há plantas ornamentais. Sobre esse tema, leia previamente os textos a seguir.

> RUFINO, M. R.; SILVINO, A. S.; MORO, M. F. Exóticas, exóticas, exóticas: reflexões sobre a monótona arborização de uma cidade brasileira. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, v. 70, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rod/v70/2175-7860-rod-70-e03562017.pdf>. Acesso em: 19 maio 2020.

> SANTOS, R. C. dos; ANTUNES, L.; BESSEGATTO, D. Espécies exóticas invasoras na arborização urbana de vias públicas de Sananduva/RS. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana* (*Revsbau*), Piracicaba, v. 12, n. 2, p. 39-47, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/63456/pdf>. Acesso em: 19 maio 2020.

> LUNDGREN, W. J. C.; SILVA, L. F. da; ALMEIDA, A. Q. de. Influência das espécies exóticas arbóreas urbanas na área de cobertura da cidade de Serra Talhada – PE. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana* (*Revsbau*), Piracicaba, v. 8, n. 3, p. 96-107, 2013. Disponível em: <http://silvaurba.esalq.usp.br/revsbau/artigos_cientificos/artigo103sn-publicacao.pdf>. Acesso em: 19 maio 2020.

- Aproveite para abordar o conceito de plantas invasoras e seus impactos sobre a flora e a fauna locais e discutir as razões para não plantar espécies da flora nativa de cada região. Também aborde os problemas estruturais do uso de plantas inadequadas, como o padrão de crescimento das raízes, que danifica as calçadas, espaços de convivência e mobilidade urbana e a interferência nos cabos de transmissão elétrica.
- Pergunte aos estudantes como são os jardins e quintais das pessoas, o que evidencia a relação humana com plantas. Peça a eles que anotem os tipos de plantas mais cultivadas e as fotografem. Oriente-os a anotar as observações com relação aos tipos de planta (rasteiras, herbáceas, arbustivas, arbóreas, alimentícias, ornamentais). Assim, também é possível estudar os efeitos da arborização na qualidade do ambiente e, consequentemente, sobre a qualidade de vida das populações. Sobre esse assunto, leia os artigos indicados a seguir.

> BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização urbana* (*Revsbau*), Piracicaba, v. 6, n. 3, p. 172-188, 2011. Disponível em: <https://www.ige.unicamp.br/geoget/acervo/artigos/areas%20verdes%20urbanas%20Danubia.pdf>. Acesso em: 19 maio 2020.

> AMARAL, C. N. do; GUARIM NETO, G. Os quintais como espaços de conservação e cultivo de alimentos: um estudo na cidade de Rosário Oeste (Mato Grosso, Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, Belém, v. 3, p. 329-341, n. 3, set./dez. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/bgoeldi/v3n3/v3n3a04.pdf>. Acesso em: 19 maio 2020.

> RIOS, M. F.; HUBER, F. Levantamento da biodiversidade em quintais domésticos e sua possível importância na segurança alimentar e preservação da flora da Mata Atlântica. In: 6º SIMPÓSIO DE GESTÃO AMBIENTAL E BIODIVERSIDADE, 2017, Três Rios. *Anais*... Três Rios: UFRJ, 2017. p. 152-160. Disponível em: <https://itr.ufrrj.br/sigabi/wp-content/uploads/6_sigabi/Sumarizado/RIOS_MANUELLEM.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2020.

- Questione os estudantes sobre o conforto térmico. Sobre esse assunto, leia as indicações abaixo.

> NOLL, J. F.; TENFEN, B. R. Arborização urbana: princípios bioclimáticos e conforto ambiental em ruas centrais de Blumenau – SC. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NUTAU, 8., São Paulo, 2010. *Anais*... São Paulo: FAU/USP, 2010. Disponível em: <https://www.usp.br/nutau/sem_nutau_2010/perspectivas/noll_joao_francisco_1.pdf>. Acesso em: 19 maio 2020.

EM OBRA

> Arborização proporciona mais conforto térmico em zonas urbanas. *Jornal da Usp*, 25 maio 2017. Ciências Ambientais. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-ambientais/arborizacao-proporciona-mais-conforto-termico-em-zonas-urbanas/>. Acesso em: 19 maio 2020.

- Discuta com os estudantes qual era a sensação térmica nas ruas mais arborizadas e nas menos arborizadas durante o trabalho de campo. Pergunte se a inserção de mais árvores poderia minimizar a sensação de calor ou de frio.
- Peça aos estudantes que realizem uma exposição sobre a temática. Eles devem dividi-la de acordo com as abordagens (ocupação do espaço urbano, espécies exóticas, importância das plantas nas residências, conforto térmico).
- Esse trabalho possibilita o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências Naturais e suas Tecnologias**, da **competência específica 2 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas** e das **competências gerais 1**, **2**, **4**, **5** e **7**.

- Na página **73**, é citado os nectários, comente com os estudantes que essas estruturas são glândula localizada nas proximidades do ovário e que secreta néctar, um fluido rico em açúcares, que atrai polinizadores e serve de alimento para eles.
- Se julgar conveniente, diga aos estudantes que o processo pelo qual os animais influenciam a evolução das plantas, e vice-versa, é chamado coevolução.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Aproveite a abordagem do conteúdo da página **73** e peça aos estudantes que respondam às questões a seguir.

1. De que maneira a planta é prejudicada pela ausência de animais polinizadores?

R: Na ausência desses animais, a polinização fica prejudicada e, consequentemente, a reprodução da planta, principalmente se ela depender exclusivamente desses animais para essa finalidade.

2. Que outra característica das flores, além dos nectários, atraem os animais?

R: Os estudantes podem comentar o odor, as cores e, por vezes, o formato.

Páginas 74 a 76

BNCC EM DESTAQUE

- A atividade **1** sobre o filme apresentado na página **74** possibilita o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Educação ambiental** e o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e da **competência geral 7**.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Antes de abordar a atividade **1** da página **74**, assista com os estudantes ao filme *Wall-E*. Essa animação possibilita uma série de críticas ao modo de vida atual do ser humano e mostra como atitudes poderão impactar o ambiente e, possivelmente, a humanidade. Após a apresentação do filme, desenvolva a estratégia *think-pair-share* (veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXII** deste suplemento), levantando questionamentos aos estudantes e levando-os a pensar no enredo do filme individualmente. Assim, peça a cada estudante que pense nos problemas levantados pela história. Em seguida, solicite-lhes que se juntem em duplas e discutam sobre suas percepções. Após alguns minutos de trocas de ideias, divida a turma em dois grupos e peça a cada um que levante os pontos principais trabalhados no filme. Essa estratégia permitirá aos estudantes mais reservados que sintam mais confiança em compartilhar suas ideias com grupos maiores. Averigue se eles constatam que a questão central é a poluição atmosférica, que torna o ar tóxico, reduzindo a zero a diversidade de plantas no planeta, tornando-o inabitável. Há outras questões secundárias, mas não menos importantes, como o acúmulo de resíduos, a ausência de formas de vida, o uso de tecnologia na construção da estação espacial onde fica o restante da humanidade e a obesidade.
- Averigue se os estudantes conversam sobre os fatores básicos de que os vegetais precisam para sobreviver, como ar, água e luz, bem como a realização de fotossíntese, processo responsável pela liberação do gás oxigênio (O_2) na atmosfera, e essencial aos seres humanos e a outras formas de vida, esse questionamento favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT202**.

- A análise de filmes de ficção com base em conhecimentos científicos contribui para aproximar esses conhecimentos do universo das **culturas juvenis**, levando os estudantes a desenvolver uma postura crítica diante desse tipo de mídia.

Respostas e orientações para as Atividades

Página 72

7. As angiospermas são o principal grupo de plantas que constitui a alimentação brasileira e o único capaz de fornecer frutos. Essas plantas, por sua vez, são polinizadas principalmente por abelhas, que estão sendo prejudicadas pelo uso excessivo de agrotóxicos. Esses seres vivos desempenham um papel essencial na reprodução das angiospermas, muitas das quais são a base da agricultura, como soja, maçã, café e laranja.

MODERNA

8. Esses prejuízos podem ser tanto diretos quando indiretos. Os efeitos diretos se referem ao consumo do agrotóxico por meio da alimentação, uma vez que frutas e verduras consumidas pelos seres humanos contêm resíduos desses produtos químicos. Já os indiretos se referem, principalmente, à disponibilidade de alimentos para consumo humano, uma vez que a maior parte deles depende das abelhas para sua reprodução, como é o caso do arroz, do feijão e do milho.

9. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre como as abelhas podem interferir na agricultura. Espera-se que comentem que elas são essenciais para a produção de alimentos na agricultura, isso porque as plantas cultivadas são, em sua maioria, angiospermas, cuja reprodução depende, em grande parte, das abelhas.

Páginas 74 a 76

1. a) O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre a importância das plantas para a vida na Terra. Espera-se que eles as reconheçam como responsáveis por provocar modificações importantes no ambiente terrestre, alterando o ar atmosférico, o clima e o solo. Essas modificações são essenciais para que outras formas de vida habitem o ambiente. Além disso, as plantas são a base das cadeias alimentares, principalmente terrestres, sendo de grande importância para o fluxo de energia entre os demais seres vivos.

b) O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre os problemas ambientais atuais e possíveis efeitos no futuro. Espera-se que, embora seja uma situação fictícia, eles reconheçam problemas reais e semelhantes na Terra, como a excessiva geração de resíduos sólidos e a poluição atmosférica. Além desses, outros problemas, como degradação dos ambientes naturais e poluição da água e do solo, são atualmente enfrentados. Portanto, se nenhuma medida efetiva for tomada para reduzir esses danos ambientais, tanto os humanos como os demais seres poderão ter dificuldade para se manter vivos. Com base nessa reflexão, incentive os estudantes a propor medidas que ajudem a minimizar e/ou reverter a atual situação.

3. a) Falsa, todos os grupos, por exemplo, possuem representantes que se desenvolvem em ambientes aquáticos.

b) Verdadeira.

c) Falsa, pois as pteridófitas não apresentam grãos de pólen e, consequentemente, não realizam polinização. Além disso, atualmente, as angiospermas são o grupo dominante.

d) Verdadeira.

e) Falsa, pois uma das diferenças entre briófitas e pteridófitas é a presença de vasos condutores nestas últimas.

f) Falsa, pois as gimnospermas distinguem-se das pteridófitas por possuírem sementes.

Página 75

4. a) O objetivo dessa questão é levar os estudantes a analisar criticamente as informações, elaborando conclusões com base nos conhecimentos estudados no capítulo. Espera-se que eles reconheçam a íntima relação entre essa espécie de palmeira e o animal. A cutia é um importante dispersor das sementes da brejaúva, auxiliando em sua distribuição no ambiente e na formação de plântulas. Nesse caso, ela enterra as sementes, evitando que sejam predadas por insetos.

b) Espera-se que os estudantes respondam que a cutia atua como dispersor das sementes da palmeira, carregando-as para regiões distantes da planta-mãe, favorecendo, assim, sua distribuição no ambiente. Além disso, ela enterra algumas sementes, favorecendo a germinação e o estabelecimento de indivíduos jovens, bem como a manutenção da planta no ambiente. Já a palmeira brejaúva fornece alimento às cutias.

c) Espera-se que os estudantes respondam que sim, uma vez que a cutia desempenha um importante papel na dispersão das sementes da brejaúva. Na ausência desse animal, as sementes não são distribuídas para áreas afastadas da planta-mãe, o que aumenta sua predação por insetos e a competição por nutrientes, além de não serem enterradas. Ambas as situações prejudicam o desenvolvimento de novos indivíduos e, consequentemente, a manutenção da espécie vegetal no ambiente.

d) A caça e o desmatamento podem interferir direta e indiretamente na população da palmeira brejaúva. Diretamente, por reduzir o número de indivíduos da palmeira no ambiente por causa da derrubada das árvores, e indiretamente por reduzir, ou até extinguir do ambiente, as populações de cutias, as quais são os dispersores efetivos dessa espécie de palmeira.

e) Espera-se que os estudantes respondam que sim, pois, com a reintrodução das cutias, as sementes das palmeiras, possivelmente, seriam dispersas mais eficientemente no ambiente. Isso inclui dispersão em ambientes mais afastados da planta-mãe, o que pode significar menos concorrência por recursos, menor predação por insetos e germinação em locais adequados, favorecendo a sobrevivência dos novos indivíduos.

f) O objetivo dessa questão é levar os estudantes a explicar por que mais plântulas foram encontradas no P. E. da Ilha do Cardoso do que no P. E. da Ilha Anchieta, que apresenta mais abundância de cutias. Os estudantes podem citar a variação na área desses parques. Embora o P. E. da Ilha Anchieta tenha mais cutias, comparado ao P. E. Ilha do Cardoso, a área deste último é aproximadamente 18 vezes superior ao primeiro. Sendo assim, possivelmente a quantidade de indivíduos da palmeira brejaúva no ambiente seja maior, aumentando a quantidade de sementes e, consequentemente, de plântulas.

MODERNA

5. Alternativa **e**. As briófitas dependem diretamente da água para sua reprodução; os fungos não são vegetais; as pteridófitas e as gimnospermas não possuem flores nem frutos; após a fecundação, o ovário se transforma em fruto e os óvulos, em sementes.

6. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre a importância das sementes para os grupos de plantas que as possuem. Espera-se que eles concordem, uma vez que a semente atua na proteção do embrião em desenvolvimento por haver um envoltório, bem como fornece nutrientes para o embrião nas fases iniciais desse desenvolvimento. Dessa forma, a semente favorece a sobrevivência do embrião no ambiente e, consequentemente, a manutenção da espécie.

7. Os estudantes podem responder que briófitas e pteridófitas necessitam da água para se reproduzirem. Sem água, a reprodução é impossível, assim, os locais sombreados, menos sujeitos à incidência solar, conservam melhor a água e a umidade.

8. Os estudantes podem responder que a principal vantagem do desenvolvimento da semente nas gimnospermas diz respeito à proteção do embrião. No interior da semente, há reservas nutritivas e uma casca que o protege das adversidades ambientais. Além disso, como a semente apenas germina (retoma o desenvolvimento do embrião) em condições favoráveis, a sobrevivência do embrião é mais provável.

9. a) Espera-se que os estudantes comentem que, por se tratar de uma briófita, elas não apresentam tecidos verdadeiros, tampouco vasos condutores. Quanto ao ambiente, possivelmente ele é úmido, uma vez que os musgos dependem da água para se reproduzir e perdem água facilmente para o ambiente.

b) A vantagem é que elas fornecem energia, tendo diversas aplicações, como na indústria e nas residências. Por se tratar de um combustível fóssil, a desvantagem está na queima, que libera poluentes atmosféricos.

10. Alternativa **c**. As bromélias são plantas epífitas. Elas se associam a outras plantas para obter luminosidade e ar suficientes para o processo de fotossíntese, não causando dano à planta a qual está fixada. Também não captam água da planta na qual está apoiada, e sim água armazenada em suas folhas, que, por conta de sua conformação, formam "tanques", em que acumulam a água da chuva.

11. Espera-se que os estudantes comentem que ambas as estruturas, **I** e **II**, favorecem a dispersão das sementes a maiores distâncias. No caso da estrutura **I**, esta possibilita que as sementes plainem no ar, auxiliando para que não se depositem no solo próximo à planta-mãe. Já a estrutura **II** permite aos os frutos serem transportados ativamente por animais, por exemplo, a maiores distâncias da planta-mãe, uma vez que ficam aderidos ao corpo deles.

12. Alternativa **e**. As plantas dos grupos das gimnospermas são vasculares traqueófitas, que produzem sementes, mas não formam frutos por não apresentarem ovários envolvendo seus óvulos.

13. Espera-se que os estudantes respondam que não, pois, apesar de as bromélias serem plantas epífitas, ou seja, que se fixam e se desenvolvem sobre outras plantas, não utilizam seus nutrientes. Já as plantas parasitas absorvem água ou nutrientes diretamente da planta sobre a qual se fixam.

14. a) Espera-se que os estudantes respondam que a tirinha se refere à polinização. Esse processo consiste na transferência de grãos de pólen de uma planta da mesma espécie para outra. No caso das angiospermas, esse processo ocorre, especificamente, da antera de uma flor para o estigma de outra flor, favorecendo a fecundação.

b) Espera-se que os estudantes respondam que não, pois as gimnospermas não possuem flores. Além disso, nesse grupo de plantas, a polinização ocorre, principalmente, pelo vento.

c) Espera-se que os estudantes respondam que, ao realizar a polinização, os animais possibilitam a fecundação cruzada entre as plantas. Nesse caso, o gameta masculino de um indivíduo (planta) fecunda o gameta feminino de outro indivíduo, permitindo a troca de material genético e, consequentemente, o aumento da variação genética. Se julgar conveniente, complemente essa resposta comentando com os estudantes que muitas angiospermas têm outros mecanismos para evitar a autofecundação. Cite, por exemplo, a vantagem da reprodução entre plantas sem um alto grau de parentesco. Para mais informações a respeito deste assunto, leia o artigo intitulado *Auto-incompatibilidade em plantas*. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782002000600027>. Acesso em: 19 maio 2020.

CAPÍTULO 6
Diversidade de seres vivos III

Objetivos

- Reconhecer a diversidade de animais.
- Conhecer a classificação biológica dos animais.
- Identificar grupos de animais invertebrados e de vertebrados.
- Conhecer a anatomia e a fisiologia de peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

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

Página 77

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, com destaque à importância dos animais e os impactos que eles sofrem pelas ações antrópicas, o que leva a consequências ambientais, de modo a possibilitar também a abordagem da **competência geral 7**.

MODERNA

- Além disso, o texto apresentado nessa página aborda a cultura indígena brasileira, favorecendo o desenvolvimento do tema contemporâneo transversal **Diversidade cultural**, pois favorece o trabalho com enfoque multicultural; o que é importante para resgatar as identidades étnicas e culturais da população brasileira.

- Além de abordar a toxina obtida do sapo kambô, é importante destacar outras contribuições dos povos indígenas para diversos conhecimentos, especialmente os científicos. Isso possibilita o trabalho com o componente curricular **Química**, já que os conhecimentos desses povos são a base para grande parte da produção farmacêutica e alimentícia no Brasil. Sobre isso, leia o texto apresentado no *XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* – XI ENPEC da Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0075-1.pdf>. Acesso em: 20 maio 2020.

SALA DOS PROFESSORES

- O trabalho com viés multicultural é essencial à prática docente no Brasil, por se tratar de um país constituído de pessoas de diferentes etnias, com características multirregionais e identidades próprias. Para realizá-lo, é necessária a cooperação do corpo docente e da equipe pedagógica, não devendo ainda ser restrito a eventos especiais somente. Trata-se, portanto, de um trabalho multidisciplinar que deve fazer parte do cotidiano escolar. Dessa maneira, é indispensável a articulação com diversos componentes curriculares. Essa abordagem possibilita o trabalho com a **competência específica 2 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**.
- Sobre esse tema, leia o trecho do texto a seguir.

> [...] No momento atual, as questões culturais não podem ser ignoradas pelos educadores e educadoras, sob o risco de que a escola cada vez se distancie mais dos universos simbólicos, das mentalidades e das inquietudes das crianças e jovens de hoje.
>
> [...] As relações entre educação e cultura(s) nos provocam a nos situar diante das questões colocadas hoje pelo multiculturalismo no âmbito planetário e de cada uma das realidades nacionais e locais em que vivemos. As configurações desta problemática são distintas conforme o contexto em que nos situemos e suscitam muitas discussões e polêmicas no momento atual. [...]
>
> Na América Latina e, particularmente, no Brasil a questão multicultural apresenta uma configuração própria. Nosso continente é um continente construído com uma base multicultural muito forte, onde as relações interétnicas têm sido uma constante através de toda sua história, uma história dolorosa e trágica principalmente no que diz respeito aos grupos indígenas e afrodescendentes. [...] O que tenho constatado é a pouca consciência que em geral temos nestes processos e do cruzamento de culturas presente neles. Tendemos a uma visão homogeneizadora e estereotipada de nós mesmos, em que a nossa identidade cultural é muitas vezes vista como um dado "natural". Desvelar esta realidade e favorecer uma visão dinâmica, contextualizada e plural de nossas identidades culturais é fundamental, articulando-se a dimensão pessoal e coletiva destes processos. Ser conscientes de nossos enraizamentos culturais, dos processos de hibridização e de negação e silenciamento de determinados pertencimentos culturais, sendo capazes de reconhecê-los, nomeá-los e trabalhá-los constitui um exercício fundamental.
>
> [...] Trata-se de uma dinâmica fundamental para que sejamos capazes de desenvolver currículos que incorporem referentes de diferentes universos culturais, coerentes com a perspectiva intercultural. Nessa perspectiva, trabalhar o cruzamento de culturas presentes na escola constitui-se também uma exigência que lhe está intimamente associada. [...]
>
> CANDAU, V. M. Multiculturalismo e educação: desafios para a prática pedagógica. In: MOREIRA, A. F.; CANDAU, V. M. *Multiculturalismo:* diferenças culturais e práticas pedagógicas. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 2011. p. 13-37.

- O trabalho com o multiculturalismo deve ser abordado no dia a dia da escola. Somente uma abordagem que leve em consideração a realidade, as culturas e as origens dos estudantes pode ser efetiva, uma vez que dá a eles a noção de pertencimento e de identidade cultural.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Peça aos estudantes que identifiquem no texto informações referentes ao conhecimento tradicional e ao conhecimento científico. Em seguida, questione-os sobre as principais diferenças entre esses dois tipos de conhecimento. O objetivo dessa questão é que os estudantes reflitam sobre o conhecimento tradicional e o conhecimento científico, bem como o modo como são produzidos e divulgados. Espera-se que eles identifiquem o conhecimento tradicional no emprego da toxina para afastar má sorte e, como conhecimento científico, a informação que trata da possibilidade de uso de tal toxina no combate a microrganismos causadores de doenças. Eles podem comentar que o conhecimento tradicional é construído com base em vivências do dia a dia, sendo transmitido às gerações pelas práticas culturais. Já o conhecimento científico é aquele produzido ao longo do tempo, por meio da aplicação do método científico e com a contribuição de diversos estudiosos. Esse conhecimento é fruto de

EM ABERTA

investigações que seguem procedimentos específicos.

- Pergunte também se, de acordo com o texto, é possível afirmar que o conhecimento tradicional pode auxiliar na produção do conhecimento científico, argumentando suas respostas. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre a importância do conhecimento tradicional. Espera-se que os estudantes respondam que sim, pois, embora não seja embasado em métodos científicos, o conhecimento tradicional fornece informações diversas que ajudam os cientistas a orientar pesquisas e, consequentemente, produzir conhecimento científico.

- Com relação às teorias sobre a origem dos seres vivos multicelulares, explique que uma delas defende que esses animais se originaram a partir de um plasmódio unicelular multinucleado (teoria sincicial). Ao longo do tempo, membranas teriam se formado ao redor de cada núcleo.

> Os proponentes da hipótese ciliada sincicial acreditam que os metazoários surgiram de um ancestral compartilhado com os ciliados unicelulares. Esse ancestral comum dos metazoários adquiriu núcleos múltiplos dentro de uma membrana celular única, posteriormente tornando-se compartimentalizado em uma condição multicelular. Assume-se que a forma do corpo do ancestral se assemelhava com aquela dos ciliados modernos e assim tenderia a uma simetria bilateral. Portanto, os principais metazoários teriam sido bilaterais e semelhantes a alguns dos turbelários atuais. [...]
>
> HICKMAN Jr., C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. *Princípios integrados de zoologia*. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. p. 227.

- Na teoria colonial moderna, acredita-se que uma colônia tenha se formado a partir da divisão mitótica sem separação das células-filhas, que foram rodeadas por outras células e mantidas unidas. Sobre isso, leia o trecho do texto a seguir.

> [...] Os animais evoluíram a partir de ancestrais protistas flagelados coloniais, como resultado das divisões de trabalho entre suas células agregadas. Dentro dessas colônias celulares ancestrais – talvez análogas àquelas que ainda existem na clorofícea *Volvox* ou em alguns coanoflagelados coloniais [...] algumas células se tornaram especializadas para o movimento, outras para a nutrição, e outras ainda se diferenciaram em gametas. Uma vez iniciada a divisão de trabalho, essas unidades continuavam a se diferenciar enquanto melhoravam sua coordenação com outros grupos de células em funcionamento. Esses grupos coordenados de células evoluíram originando organismos maiores e mais complexos que hoje chamamos de animais. [...]
>
> PURVES, W. K. et al. *Vida*: a ciência da Biologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 544.

Páginas 78 e 79

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois aborda a diversidade biológica dos grupos de animais e sua classificação.

- Explique aos estudantes que o sistema vascular hidráulico dos equinodermos, citado na página **78**, é formado por uma série de canais e pés ambulacrais, que são tubos musculares ocos. A extremidade dos pés ambulacrais termina em uma ampola; na extremidade externa, geralmente, há uma ventosa.
- Por esse sistema passa um fluido, contendo água, várias células, compostos orgânicos e íons, que auxiliam no transporte interno e na movimentação dos pés ambulacrais.
- O madreporito é a abertura do sistema vascular e, por meio dele, a água do mar entra no sistema vascular hidráulico.
- A ampola contrai e relaxa, o que faz com que os pés ambulacrais distendam e retraiam, fazendo o animal se locomover.

RUL8LET/SHUTTERSTOCK

Estrela-do-mar, com destaque para seu sistema ambulacral. Esse animal pode atingir aproximadamente 30 cm de diâmetro.

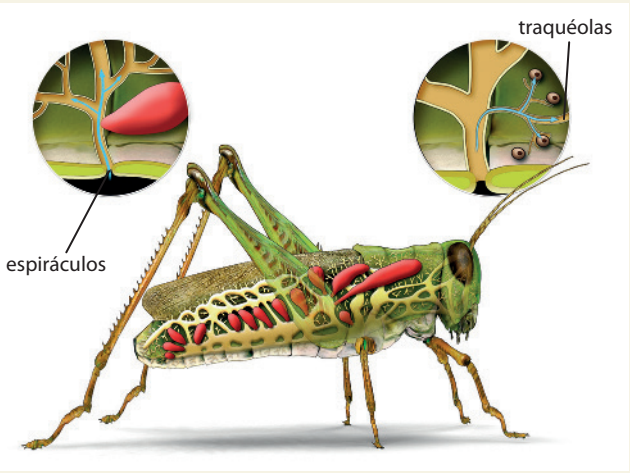
- A metameria, ou seja, a segmentação corpórea observada a partir de um ancestral dos anelídeos e dos artrópodes tem uma importância no processo evolutivo. O corpo segmentado desses animais torna a locomoção e a escavação mais eficientes quando comparado ao de animais não segmentados, como os do filo Nematoda, pois cada segmento (anel) contribui para o controle tanto da pressão interna sobre o fluido celomático quanto das contrações musculares. Além disso, um conjunto de segmento pode atuar relativamente independente de outro.
- No sistema nervoso centralizado, as células nervosas, que antes eram dispostas em rede em um sistema nervoso descentralizado e difuso, passam a se agrupar, caracterizando a centralização desse sistema.
- Explique aos estudantes que, para crescer, os artrópodes precisam eliminar o exoesqueleto antigo e secretar um

MODELO

novo e maior sobre o corpo, em um processo chamado muda ou ecdise.

- Nos artrópodes, a traqueia é uma estrutura extensa que se ramifica dentro do corpo do animal. Nessas ramificações, o diâmetro dos ramos se torna cada vez menores até atingir o contato direto com as células, no qual passam a ser chamadas **traquéolas**. As extremidades das traquéolas são preenchidas por um líquido, no qual são transportados os gases para as trocas gasosas.

  O sistema traqueal se distribui por todo o corpo dos artrópodes e se abre para o meio externo por meio de estruturas chamadas **espiráculos**. O ar entra por essas estruturas e chega até as traquéolas.



MIKKEL JUUL JENSEN/SPL/FOTOARENA

Representação do sistema traqueal de um artrópode. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

- As fendas faríngeas, apresentadas na página **79**, são estruturas formadas no período do desenvolvimento embrionário que permanecem durante toda a vida em alguns cordados, como nos anfioxos e nos peixes, nos quais elas se desenvolvem, comunicando a faringe com o meio externo. Nos peixes, as fendas faríngeas originam as brânquias.
- Nos vertebrados tetrápodes (anfíbios, répteis, aves e mamíferos) as fendas faríngeas persistem na fase embrionária, desenvolvendo-se em outras estruturas. O primeiro arco forma tanto os ossos maxilares superior e inferior como a orelha interna dos vertebrados. A segunda, a terceira e a quarta bolsa branquial se desenvolvem nas tonsilas, nas glândulas paratireoides e no timo. Portanto, a função original das fendas branquiais é abandonada.

Páginas 80 a 83

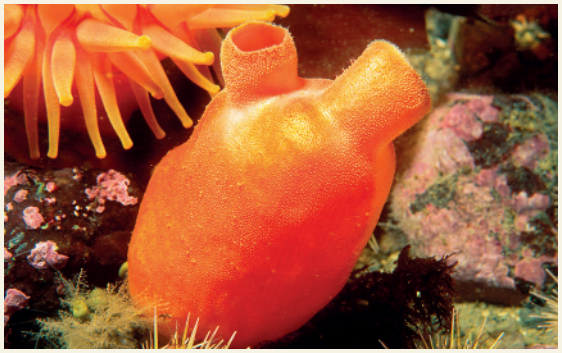
BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento da **competência específica 2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois mostra a diversidade dos grupos de animais vertebrados.
- A abordagem do boxe **Trocando ideias**, da página **83**, possibilita o trabalho com as habilidades **EM13CNT203** e **EM13CNT206**, além da **competência geral 7**, ao demonstrar a relevância de avaliar as questões socioambientais e seus impactos.

- É importante explicar aos estudantes que o *Ichthyostega* é uma das espécies estudadas no que se refere à evolução dos tetrápodes e a transição dos vertebrados do meio aquático para o meio terrestre. Diga-lhes que existem diversas evidências fósseis indicando o surgimento dos tetrápodes há cerca de 260 milhões de anos, no período Devoniano. Estima-se que eles tenham surgido de uma linhagem de ancestrais de peixes bentônicos, com nadadeiras bem desenvolvidas, conhecidos como sarcopterígeos. Durante longos períodos de seca, alguns animais acabavam isolados em lagoas, tendo de se locomover para outras lagoas. As espécies que apresentavam nadadeiras modificadas em membros, na seca total, estavam mais aptas a sobreviver, pois podiam rastejar sobre o sedimento; bem como aquelas que possuíam adaptações para sobreviver no ar atmosférico, no qual o gás oxigênio era muito maior do que no interior das lagoas cheias de lodo. Assim, várias características podem ter favorecido a sobrevivência de determinadas espécies.
- Alguns autores usam os termos craniados e vertebrados como sinônimos e, sendo assim, consideram que as feiticeiras e as lampreias apresentam características relativas aos vertebrados, possibilitando sua classificação nesse grupo. Entretanto, os craniados se referem, na presente coleção, aos animais que apresentam crânio e vertebrados, aos que possuem vértebras. Tendo em vista que as feiticeiras não apresentam vértebras e as lampreias apenas vértebras rudimentares, optamos por fazer essa distinção.
- Explique aos estudantes que existem animais classificados como urocordados e cefalocordados.
- Os urocordados são animais marinhos que vivem nas regiões costeiras. Eles são sésseis na fase adulta, mas há espécies livre-natantes. Eles também são conhecidos como tunicados, pois secretam uma túnica externa. A ascídia é um exemplo de urocordado que pode ser encontrado só ou em colônias. Ela apresenta um sifão oral e um sifão atrial: a água do mar entra pelo primeiro e sai pelo segundo. Os tunicados apresentam fase larval, em que a notocorda é restrita à cauda. Com o desenvolvimento da larva, a cauda é perdida e a notocorda, também. Existem fendas faríngeas no interior da túnica e a faringe auxilia tanto na captura de alimento quanto nas trocas gasosas. No interior da faringe há cílios, que ajudam com muco a direcionar os alimentos até o esôfago e o estômago. O sistema circulatório é fechado, o coração envia sangue para uma direção e reverte o caminho, seguindo na direção oposta. O tubo nervoso presente na fase larval, desenvolve-se em um gânglio simples na fase

EM ABERTA

adulta. Os tunicados são hermafroditas, pois apresentam gônadas masculina e feminina no mesmo indivíduo.



SCIMAT/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

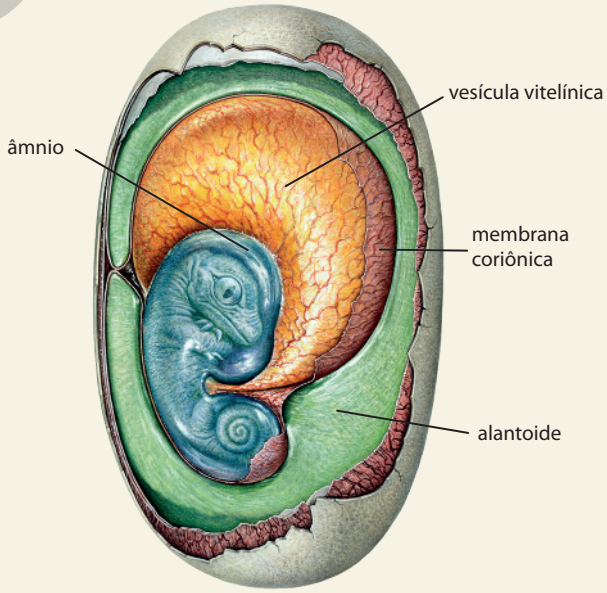
Ascídia (*Halocynthia pyriformis*). Esse animal pode atingir aproximadamente 10 cm de comprimento.

- Os cefalocordados mantêm a notocorda durante toda a vida, a qual não se desenvolve em coluna vertebral. Eles podem ser encontrados no fundo de mares arenosos rasos. O anfioxo é um exemplo de cefalocordado que apresenta pequenos tentáculos, os quais criam um fluxo de água que flui até as fendas faríngeas, onde há cílios e muco. Ele se alimenta por filtração e o alimento é dirigido ao esôfago e estômago. O sistema circulatório do anfioxo é fechado e as excretas são eliminadas por meio de nefrídios. Os sexos são separados e a fecundação é externa.

SINCLAIR STAMMERS/SPL/FOTOARENA

Anfioxo (*Branchiostoma* sp.). Esse animal pode atingir aproximadamente 7 cm de comprimento.

- Ao longo do tempo geológico, os animais evoluíram e sofreram mutações que provocaram mudanças estruturais, morfológicas, fisiológicas, genéticas e, até mesmo, comportamentais. Algumas dessas mudanças resultaram no surgimento de um esqueleto interno, que possibilita a sustentação do corpo e a inserção de músculos que auxiliam na realização de movimentos variados. O papel de proteção ainda é feito por parte desse esqueleto, como o crânio, a medula espinal e a caixa torácica. Por vezes, o tegumento executa o papel de proteção.
- Faça a leitura do texto da página **80** com os estudantes. A cada trecho, retome as questões dessa página e peça aos estudantes que verifiquem as respostas dadas e, caso estejam incompletas, ajude-os a reelaborá-las. Além de interagir durante as aulas com questionamentos, é importante retomar essas questões durante o capítulo a fim de averiguar as respostas e corrigir as rotas durante o processo de aprendizagem.
- Explique aos estudantes que a denominação "peixes" não consiste em uma classificação, mas faz referência a um grupo de animais. Quanto à classificação, os peixes são separados em três grupos: agnatos ou ciclóstomos, os condrictes e os osteíctes (actinopterígeos e sarcopterígeos).
- Diga aos estudantes que a substituição da cartilagem por ossos foi um dos fatores que aumentou a chance de sobrevivência no ambiente aquático. Isto porque os ossos são estruturas que suportam maior estresse mecânico do que a cartilagem. Portanto, o conjunto formado por ossos e músculos possibilita maior proteção dos órgãos internos, bem como sustentação do corpo sobre quatro membros.
- Os ovos de répteis apresentam âmnio, vesícula vitelínica, membrana coriônica e alantoide.
- O âmnio forma a cavidade amniótica ao redor do embrião, que é preenchida por líquido amniótico. Essa estrutura impede a desidratação do embrião e o protege contra impactos mecânicos.
- O saco vitelínico ou vesícula vitelínica envolve o vitelo, composto que nutre o embrião durante o desenvolvimento. Ele é bastante vascularizado e encontra-se conectado ao intestino do embrião, sendo absorvido ao final do desenvolvimento. Os vasos sanguíneos transportam os nutrientes do vitelo até o embrião.
- O cório ou membrana coriônica situa-se logo abaixo da casca do ovo, envolvendo o embrião e outros anexos embrionários. Ele está relacionado às trocas gasosas entre o embrião e o meio externo.
- O alantoide é um anexo embrionário capaz de armazenar excretas produzidas pelos rins. Ele também descalcifica a casca do ovo, o que a torna mais mole, facilitando o rompimento durante a eclosão, e disponibiliza o cálcio para os ossos do embrião. Esse anexo, que se situa abaixo da casca de ovo e junto do cório, atua nas trocas gasosas.



JOHN SIBBICK/SPL/FOTOARENA

Representação da estrutura de ovo de réptil, do tipo amniótico. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

MODERNA

- Explique aos estudantes como funciona o sistema de trocas gasosas no pulmão das aves. Diga que o ar que entra pelas narinas durante a primeira inspiração segue pela traqueia até os sacos aéreos posteriores. Na primeira expiração, esse ar oxigenado é enviado para os pulmões. Na segunda inspiração, o ar sai dos pulmões e segue para os sacos aéreos anteriores, agora cheio de gás carbônico. Durante a segunda expiração, o ar segue dos sacos aéreos anteriores para a traqueia e, em seguida, para as narinas, de onde é eliminado para o ambiente.
- A homeotermia ou endotermia possibilita um controle mais eficiente dos processos bioquímicos envolvidos na manutenção da temperatura, mas, em contrapartida, exige algumas mudanças comportamentais e fisiológicas. Por exemplo, animais endotérmicos normalmente precisam ingerir maior quantidade de alimento e ser mais ativos; necessitam de sistemas de respiração e de digestão bem eficientes; e um sistema nervoso com estruturas desenvolvidas para coordenação das respostas para regulação da temperatura. Enfatize aos estudantes que enquanto nas aves as penas funcionam como isolante térmico, nos mamíferos, esse papel é desempenhado pela gordura corporal e pelos.
- Explique aos estudantes que os mamíferos apresentam diversas glândulas. As sudoríferas estão presentes na maioria dos mamíferos e, de modo geral, atuam na regulação da temperatura do corpo. As sebáceas, geralmente, estão associadas aos pelos e produzem o sebo, material que se deposita na pele, protegendo-a. Já as glândulas odoríferas, encontradas em quase todos os mamíferos, estão relacionadas à atração de parceiros durante período reprodutivo e à defesa territorial.

Página 83

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Analisar criticamente o tráfico de animais.
- Propor medidas de combate ao tráfico de animais.

Orientações

- Incentive os estudantes a analisarem a rede de tráfico, propondo medidas que minimizem os danos dessa atividade em todos os níveis, desde a captura até a comercialização de animais. Proponha alguns *sites* de pesquisa para os estudantes:
  - > Tráfico de Animais Silvestres. *Rede Nacional contra o Tráfico de Animais Silvestres* (*Rencta*). Disponível em: <http://www.renctas.org.br/ambientebrasil-trafico-de-animais-silvestres/>. Acesso em: 20 maio 2020.
  - > Tráfico de animais contribui para extinção de espécies. *ICMBio*, 15 jul. 2014. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/4905-trafico-de-animais-contribui-para-extincao-de-especies>. Acesso em: 11 ago. 2020.
- Junto ao professor do componente curricular **Arte**, peça aos estudantes que montem em uma sala um estúdio de fotografia, simulando situações a que os animais são submetidos durante o tráfico, como ficar trancados em gaiolas, ter asas cortadas, ficar se alimento, ser retirado do hábitat e dos cuidados parentais. Peça que utilizem bichos de pelúcia no lugar de animais e elementos como caixas, gaiolas e papéis imitando dinheiro. Organize uma exposição fotográfica e convide a comunidade escolar. O tema dessa atividade e essa dinâmica possibilita desenvolver o protagonismo nos estudantes, uma das competências que faz parte da **cultura juvenil**.
- Solicite aos estudantes que elaborem um pequeno questionário para ser respondido pelos visitantes antes e após a exposição, inserindo questões sobre possíveis medidas para minimizar o tráfico ou impedi-lo. Por se tratar de um trabalho de sensibilização das pessoas, o questionário pode mostrar mudanças na forma de observar o tráfico de animais.
- Se considerar conveniente, solicite aos estudantes que pesquisem as principais espécies traficadas no Brasil e se elas estão ameaçadas de extinção.

Resposta

- Ao levantar medidas de combate a esse tipo de atividade, os estudantes podem propor medidas, como intensificação da fiscalização da punição aos envolvidos; conscientização da população em não comprar animais vítimas do tráfico, melhorar as condições para a fiscalização, aumentar formas de denúncia.

Páginas 84 e 85

- A atividade **2**, da página **84**, possibilita um trabalho integrado com o componente curricular **Física**. O conceito de empuxo é essencial no entendimento do funcionamento da vesícula gasosa, também conhecida como bexiga natatória. A água exerce empuxo e os peixes precisam variar o volume do corpo para se adaptar. Em repouso, a densidade do corpo do peixe tem igual valor à densidade da água. A vesícula gasosa varia de volume para que o peixe varie sua densidade. Corrija possíveis erros conceituais, como a confusão entre força peso e empuxo. Explique que ambas são forças, sendo o empuxo, a força que atua verticalmente (de baixo para cima) em corpos na água. Mostre que quanto maior for o empuxo exercido pelo líquido, menor será o peso aparente. Cite como exemplo, a ação de mergulhar no mar e na piscina. O empuxo exercido na água do mar é maior do que o empuxo exercido pela água da piscina, o que faz com que nos sintamos mais leves no mergulho marítimo.

METODOLOGIAS ATIVAS

- O item **b** da atividade **1** da página **84** possibilita o trabalho em grupo. Organize os estudantes em quatro grupos para que pesquisem o tipo de circulação de cada um dos tetrápodes. Oriente-os a produzir cartazes com esquema, de modo a explicar o respectivo sistema circulatório. Peça aos estudantes que se organizem, adotando a estratégia *gallery walk*, cujas orientações podem ser encontradas na página **XXII** deste suplemento. Para isso, os estudantes devem montar uma

MOFERNA

exposição dos cartazes como se fossem obras de arte em uma galeria. Eles devem afixar os cartazes nas paredes e caminhar, analisando cada cartaz e conversando entre si sobre as impressões. Ao final, organize um debate com os estudantes, em que eles devem apresentar suas dúvidas e conclusões.

- Ao trabalhar a atividade **6**, da página **85**, sugira alguns *sites* para realizarem a pesquisa.
  - > Controle de Zoonoses. *Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo.* Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/saude/vigilancia_em_saude/controle_de_zoonoses/index.php?p544952>. Acesso em: 20 maio 2020.
  - > Animais sinantrópicos: controle. *Prefeitura Municipal de Vitória.* Disponível em: <https://www.vitoria.es.gov.br/prefeitura/pragas-urbanas-sao-combatidas-pelo-municipio>. Acesso em: 17 ago. 2020.
  - > SILVA, E. A. et al. Animais sinantrópicos como prevenir. *Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo.* Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/Sinantropicos_1253903561.pdf>. Acesso em: 20 maio 2020.
  - > BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Manual de Vigilância, prevenção e controle de zoonoses: normas técnicas e operacionais*. Brasília: Ministério de Saúde, 2016. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_vigilancia_prevencao_controle_zoonoses.pdf>. Acesso em: 20 maio 2020.
- Após a pesquisa, peça aos estudantes que, em grupos, resumam as informações encontradas em folhetos informativos sobre essa temática. Permita usarem a criatividade, produzindo panfletos informativos que ajudem a informar e conscientizar as pessoas, sobretudo quanto a hábitos que dificultem a presença desses animais em áreas residenciais. É importante enfatizar que esse problema está relacionado à saúde pública, já que esses animais podem veicular diversos seres microscópicos causadores de doenças. Trata-se de uma maneira de contemplar a habilidade **EM13CNT206** e a **competência geral 2**, apresentando informações com base nos conhecimentos científicos.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Ao abordar a questão **1** do boxe **Retomando o que estudei**, oriente os estudantes a usar a estratégia *quick writing*, em que eles devem responder, de forma breve e por escrito, a respeito dos principais tópicos ou das dúvidas sobre os temas abordados. Além de ajudar no esclarecimento de dúvidas, essa estratégia permite explorar ideias. Veja mais orientações sobre ela na página **XXIII** deste suplemento.
- Para responder à questão **3** do boxe **Retomando o que estudei**, sugira aos estudantes a estratégia *think-pair-share*, que promove a aprendizagem cooperativa, possibilitando aos estudantes se sentir mais à vontade para emitir ideias; o desenvolvimento da oralidade e da argumentação; o trabalho em grupo; além de valorizar o respeito a diferentes opiniões. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXII** deste suplemento.
- No trabalho com a questão **5** do boxe **Retomando o que estudei**, aplique a estratégia *one minute paper*, que possibilita a avaliação diagnóstica, ou seja, a identificação dos conteúdos que precisam ser retomados. Caso os estudantes tenham dificuldade em relacionar os termos, auxilie-os por meio de questionamentos que os levem a estabelecer tais relações. Essa questão pode ser realizada em conjunto com os professores dos três componentes curriculares da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XX** deste suplemento.

Respostas e orientações para as Atividades

Página 80

1. O objetivo desta questão é levar os estudantes a analisarem a imagem e refletirem a respeito da estrutura do corpo humano. Eles podem comentar que, assim como o animal da imagem, o ser humano apresenta esqueleto ósseo, com coluna vertebral e crânio e membros com dedos e dentes.

2. Espera-se que os estudantes comentem que, por se tratar de uma estrutura rígida, o crânio ajuda a proteger o encéfalo. Já a coluna vertebral fornece sustentação ao corpo, além de ser o local de inserção de membros e proteger e medula espinal.

Página 82

7. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito das características que possibilitam o voo das aves. Espera-se que os estudantes comentem que a capacidade de voo é resultado de um conjunto de características que não se limitam à presença de asas e penas. O caso de algumas aves que não voam pode se justificar pela redução ou extinção da quilha do esterno, prejudicando a inserção de músculos relacionados ao voo, pela redução das asas ou pelas alterações nas penas, por exemplo. Aproveite o momento e incentive-os a fazer uma reflexão sobre evolução e o ambiente que esses animais evoluíram. O pinguim, por exemplo, possuí quilha no esterno e uma musculatura peitoral forte inserida nessa quilha, mas a evolução desses animais em ambiente polar deve ter proporcionado a seleção de uma asa modificada em nadadeira.

EM MODERNA

Páginas 84 e 85

1. a) Espera-se que os estudantes reconheçam o aumento de complexidade estrutural do sistema cardiovascular em peixes e mamíferos. Esse aumento se manifesta, por exemplo, na compartimentalização do coração.

b) Nos peixes, o sangue proveniente do corpo, rico em gás carbônico, segue do átrio para o ventrículo e é então direcionado para as brânquias, onde adquire gás oxigênio e é distribuído para o restante do corpo. Em anfíbios, o sangue proveniente do corpo entra no átrio direito, enquanto o sangue proveniente dos pulmões, rico em gás oxigênio, entra no átrio esquerdo; o sangue de ambos os átrios são direcionados a um ventrículo único, onde ocorre a mistura parcial dele, sendo então bombeado para os pulmões e o corpo. Nos répteis (não crocodilianos), o sangue proveniente do corpo entra no átrio direito e o sangue rico em gás oxigênio, no átrio esquerdo. O sangue de ambos os átrios é enviado ao ventrículo parcialmente dividido, possibilitando a mistura de parte dele. O sangue pobre em gás oxigênio pode ser direcionado aos pulmões; o sangue rico em gás oxigênio é direcionado ao corpo; e, em determinadas situações, como durante o mergulho, o sangue misturado é direcionado ao corpo. Nas aves, o ventrículo é dividido em duas câmaras, impedindo a mistura do sangue rico em gás carbônico com o rico em gás oxigênio. Nesse tipo de sistema, o sangue proveniente do corpo segue para o átrio direito, ventrículo direito e pulmões. Dos pulmões, o sangue segue para o átrio esquerdo, ventrículo esquerdo e para as demais partes do corpo.

c) Espera-se que os estudantes respondam que o sistema cardiovascular dos mamíferos se aproxima mais do sistema das aves, uma vez que o coração apresenta quatro câmaras e não ocorre mistura do sangue rico em gás carbônico, proveniente do corpo, com o sangue rico em gás oxigênio, proveniente dos pulmões.

2. a) Espera-se que os estudantes respondam que a força peso corresponde ao produto da massa de um corpo pela gravidade ($P = m \cdot g$). Ela é uma força que atua nos corpos com massa próximos à superfície da Terra, de cima para baixo (em direção ao centro da Terra). Já o empuxo é uma força vertical que atua de baixo para cima, sobre qualquer corpo que esteja imerso em um fluido.

b) Espera-se que os estudantes expliquem em seus esquemas que, para subir na coluna-d'água, os peixes inflam as vesículas gasosas, reduzindo sua densidade a fim de flutuar. Para que o peixe fique em equilíbrio na coluna-d'água, a quantidade de gás dentro da vesícula gasosa deve permitir que as forças de empuxo e peso se igualem. Se a força de empuxo for menor que a força peso, o peixe é puxado para baixo e afunda. Em contrapartida, se a força de empuxo for maior, o peixe é puxado para cima e flutua.

c) Resposta pessoal. Auxilie os estudantes, caso necessário, propondo a elaboração de um roteiro que vise investigar a variação de densidade dos corpos e sua movimentação na coluna-d'água, de modo a considerar a variação de densidade do meio. Nesse caso, a variação da densidade do meio pode ser demonstrada adicionando sal à água, simulando os ambientes de água salgada em comparação com as dulcícolas.

3. Alternativa **d**. O âmnio forma a cavidade amniótica ao redor do embrião. Essa cavidade é preenchida por líquido amniótico que impede a desidratação do embrião e amortece contra impactos mecânicos. O armazenamento de vitelo e o armazenamento de resíduos metabólicos tóxicos ocorrem no saco vitelínico e no alantoide, respectivamente. Já as trocas gasosas entre o embrião e o meio externo ocorrem por meio do cório; o cordão umbilical é o responsável por desenvolver a rede de vasos que transporta nutrientes para o embrião.

4. a) Espera-se que os estudantes respondam que a temperatura corporal do animal **A** se manteve relativamente constante, independentemente da variação da temperatura ambiente. Já a temperatura corpórea do animal **B** variou de acordo com a temperatura ambiente.

b) Espera-se que os estudantes respondam que o animal **A** é endotérmico, pois aparentemente apresenta mecanismos internos de controle de temperatura do corpo, a qual não sofreu alteração. Já o animal **B** é ectotérmico, pois aparentemente depende do ambiente para manter sua temperatura corpórea.

c) O animal **A**, por ser endotérmico, tem como principal fonte de calor o metabolismo. Já o animal **B**, por ser ectotérmico, tem a luz solar como principal fonte de calor.

5. Alternativa **d**. A pele dos anfíbios é úmida e permeável para possibilitar a respiração cutânea. O fato de a pele ser permeável torna os anfíbios suscetíveis a contaminação por outras substâncias nocivas, pois a permeabilidade da pele favorece a entrada dessas substâncias no corpo do animal.

6. a) Os estudantes podem citar animais como ratos, morcegos e gambás (mamíferos); baratas, moscas, mosquitos, cupins e escorpiões (artrópodes); pombos (ave); entre outros.

b) Espera-se que os estudantes comentem que a dengue e a leptospirose, doenças citadas na manchete, são transmitidas por mosquitos e ratos, respectivamente, exemplos de animais sinantrópicos.

c) Espera-se que os estudantes respondam que as condições que favorecem essa proliferação dependem do animal de que se trata. De modo geral, a falta de higiene e a disponibilização de abrigo e alimento criam ambientes favoráveis. Além disso, entulhos, acúmulo de água, restos de alimentos, lixo em local inadequado são algumas das condições associadas à proliferação desses animais.

MODERNA

d) Os efeitos causados à população dependem do animal em questão. De maneira geral, esses animais podem transmitir doenças, causar ferimentos, contaminar água e alimentos, degradar os ambientes e torná-los insalubres.

e) Resposta pessoal. O tipo de medida adotada depende do animal sinantrópico em questão. Essas medidas podem incluir remoção de entulhos, destinação adequada dos resíduos sólidos, higienização dos ambientes, limpeza de locais com acúmulo de água e manutenção de caixa-d'água, deixando-as limpas e fechadas. Auxilie os estudantes na resolução dessa atividade.

Página 85

RETOMANDO O QUE ESTUDEI

1. Essa questão possibilita verificar a compreensão dos estudantes acerca das ligações metálicas e suas características, bem como mensurar a capacidade de síntese deles. Espera-se que eles respondam que as ligações metálicas são típicas de substâncias formadas por átomos de metais, do mesmo elemento ou de elementos diferentes. Eles podem ainda responder que os metais são bons condutores de eletricidade porque os elétrons de valência do metal conseguem transitar livremente entre os átomos.

2. Essa questão possibilita analisar a compreensão dos estudantes sobre polaridade. Espera-se que eles respondam que, na molécula de água, o átomo de oxigênio é mais eletronegativo do que os átomos de hidrogênio, por isso ele adquire uma carga parcial negativa, enquanto os átomos de hidrogênio adquirem uma carga parcial positiva. A nuvem eletrônica se concentra mais no átomo de oxigênio do que nos átomos de hidrogênio, o que é indicado pela direção e sentido das duas setas menores, conhecidas como momento de dipolo. Como a água possui geometria angular, há um vetor resultante do momento de dipolo, indicado pela seta vermelha para cima, revelando que a molécula toda é polar. Já na molécula de dióxido de carbono, a concentração de elétrons é maior nos átomos de oxigênio (mais eletronegativos do que os átomos de carbono). Como a molécula tem geometria linear, o vetor resultante do momento de dipolo é nulo, indicando que se trata de uma substância apolar.

3. Essa questão possibilita verificar se os estudantes reconhecem a importância do campo magnético da Terra para a manutenção das condições favoráveis de vida. Espera-se que eles respondam que a ação do campo magnético terrestre protege o planeta das radiações e dos ventos solares, pois as partículas provenientes dos ventos solares que o atingem, dois a quatro dias após a ejeção, normalmente são por ele defletidas ou capturadas. O campo magnético da Terra também protege a atmosfera, visto que a influência dos ventos e sua atividade no ambiente terrestre acarretaria em perda contínua das partículas que a compõem.

4. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a reconhecerem que os seres vivos não apresentam as mesmas condições limitantes à sua existência. Espera-se que os estudantes citem que as condições necessárias para existir diferentes formas de vida variam entre os grupos de seres vivos. Alguns são capazes de viver em condições extremas, enquanto outros são mais exigentes. Portanto, não é possível considerar um conjunto de condições essenciais à existência de todas as formas de vida da Terra.

5. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletirem a respeito da unidade como um todo e identificarem conexões entre os temas abordados nos capítulos.

Páginas 86 e 87

BNCC EM DESTAQUE

- O trabalho com a seção dessas páginas possibilita o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT201** e **EM13CNT202**, já que aborda o estudo da origem da vida dentro e fora do planeta Terra.

Páginas 86 e 87

SER CONSCIENTE

Objetivos

- Conhecer o campo de estudo da Astrobiologia.
- Analisar os fatores relacionados à existência de vida.

Orientações

- O tema dessa seção incentiva os estudantes a buscar informações sobre novas profissões e áreas de pesquisa, ações que fazem parte do universo das **culturas juvenis**.
- Diga aos estudantes que a Astrobiologia, também denominada Exobiologia, busca estudar as formas de vida que compartilham os mesmos componentes moleculares básicos, o que pressupõe uma população ancestral em comum a todos os seres vivos. Entre as explicações acerca da origem da vida, destaca-se a hipótese exobiológica, a qual propõe que a vida tenha surgido em outro lugar, independente das formas de vida ou das condições terrestres. Para tanto, é necessário conhecer os ambientes terrestres e, então, estimar que condições seriam necessárias para que um organismo se desenvolvesse fora da Terra. Alguns dos exoplanetas descobertos apresentam condições de temperatura que permitem a presença de água em estado líquido, uma exigência básica para a existência de vida. Embora determinadas condições não impeçam a ocorrência de algumas formas de vida, a água no estado líquido facilita o rearranjo entre diferentes moléculas e a consequente formação de moléculas mais complexas. Por essa razão, a Astrobiologia considera um planeta habitável aquele que apresente água sob a forma líquida. Questione que materiais são buscados em outros corpos celestes. Averigue se os estudantes constataram que a presença de água, no estado líquido, graças às suas propriedades químicas e físicas, é um fator que favorece a existência de vida.

MODERNA

- Veja a seguir alguns corpos celestes presentes em nosso Sistema Solar que, segundo estudos, possuem água no estado líquido, assim como a Terra, e por isso são candidatos a abrigar alguma forma de vida.

Planeta anão Ceres

Possui 25% de água congelada, dos quais uma fração pode estar sob a forma líquida. No entanto, ainda não é possível afirmar se Ceres tem ou não camadas de água em estado líquido ou oceanos no subsolo.

Lua de Júpiter Europa

Acredita-se que haja um mar sob sua crosta gelada e, em alguns locais, lagos com água líquida sobre a superfície. Evidências mostram que o fundo de seu oceano pode abrigar fontes hidrotermais, similares às existentes na Terra.

Lua de Júpiter Ganímedes

A maior lua do Sistema Solar possui um oceano subterrâneo com grande quantidade de sais dissolvidos em água. Além desse oceano, estudos apontam para a existência de várias camadas de gelo e água entre sua crosta e o núcleo.

Lua de Saturno Encélado

Acredita-se que nessa lua de Saturno exista um reservatório de água líquida abaixo de uma camada espessa de gelo. Pesquisas recentes sugerem que pode haver atividade hidrotermal nesse oceano, o que caracterizaria ambiente potencialmente sustentável para organismos.

Lua de Saturno Titã

Estudos indicam que esse astro abrigou vida cujo crescimento foi interrompido. No entanto, pesquisas afirmam que ele possui todos os materiais e elementos para ser considerado um planeta como a Terra, como moléculas orgânicas, água no estado líquido, temperaturas adequadas e chuvas.

Planeta Marte

Marte tem água congelada em seus polos. Além disso, em 2015 foi confirmada a existência de água líquida no planeta. Uma sequência de imagens mostrou a formação de rios temporários durante o verão marciano. Agora, os cientistas buscam evidências sobre a presença de seres vivos nessas áreas.

Exoplaneta k2-18b

Foi descoberto em 2015, pelo telescópio espacial Kepler, mas só recentemente, com os dados obtidos pelo telescópio espacial Hubble, é que foi possível encontrar vapor de água em sua atmosfera. Esse astro tem uma massa de, aproximadamente, nove vezes a da Terra. A órbita ao redor de sua estrela tem duração de cerca de 33 dias terrestres e a temperatura de sua superfície varia entre −73 °C e 46 °C.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

Após apresentar aos estudantes as informações anteriores, se julgar conveniente, sugira que eles realizem as questões a seguir.

a) Suponha que o planeta Kepler-452b possa abrigar vida. Qual seria a condição básica necessária para que isso ocorra? Se necessário, faça uma pesquisa sobre o assunto.

b) Forme um grupo com seus colegas e conversem sobre quais poderiam ser os impactos científicos caso fosse confirmada a existência de vida extraterrestre. Em seguida, escreva suas conclusões no caderno e, depois, mostrem-nas para o restante da turma.

Respostas

a) A temperatura no planeta deve propiciar que a água esteja no estado líquido, pois esta é a condição considerada chave para abrigar a vida.

b) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes analisem o atual contexto dos estudos sobre vida extraterrestre e qual seria o impacto de uma descoberta dessa magnitude na sociedade científica atual.

- Para uma visita virtual interativa ao espaço, de modo a contemplar a **competência geral 5**, com o uso de TDICs, acesse com os estudantes o *site* da NASA a seguir. Disponível em: <https://exoplanets.nasa.gov/eyes-on-exoplanets/#/filter/Terrestrial/>. Acesso em: 27 abr. 2020.

Respostas

A) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletirem sobre o assunto e exporem suas opiniões, defendendo-as com base em argumentos. De maneira geral, é pouco provável que algum outro astro do Universo tenha sofrido ou sofra as mesmas transformações pelas quais a Terra passou, uma vez que isso envolve diferentes elementos, situações e momentos específicos.

B) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletirem sobre os diferentes grupos de seres vivos estudados e as respectivas condições necessárias para sua existência no ambiente. Os estudantes podem citar que, possivelmente, tanto os seres vivos estruturalmente mais simples, como seres vivos unicelulares e com maior variedade de metabolismos, quanto os seres vivos extremófilos, que suportam condições extremas, apresentam maiores chances de conseguirem sobreviver em outros astros.

C) Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a confrontarem diferentes pontos de vista e suas influências (cultura, idade, acesso à informação) com os conhecimentos científicos.

MODERNA

UNIDADE 2

Estudando a célula

Nessa unidade, são abordados conteúdos relacionados à célula, como sua estrutura e sua composição química (possibilitando o trabalho com o componente curricular **Biologia**), as funções orgânicas (possibilitando o trabalho com o componente curricular **Química**) e os instrumentos de observação das células, bem como a reflexão e a refração da luz (favorecendo o trabalho com o componente curricular **Física**).

Objetivos da unidade

- Relacionar às estruturas das células as moléculas que as constituem.
- Identificar as substâncias orgânicas e relacioná-las a suas estruturas e propriedades.
- Conhecer os instrumentos de observação e identificar qual é mais eficiente para visualizar determinados objetos.
- Compreender o funcionamento dos instrumentos ópticos.
- Explicar como ocorrem os fenômenos ópticos: reflexão e refração.

Justificativas

O tema dessa unidade e os conteúdos abordados em cada capítulo são relevantes para que os estudantes identifiquem a composição química das estruturas celulares, compreendendo que a célula é a unidade básica funcional e estrutural de todo ser vivo. Tal abordagem contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT202**, bem como conheçam e compreendam como funcionam alguns instrumentos de observação de imagem, por exemplo, os utilizados para observar as células. Além disso, serão apresentados os principais compostos orgânicos e explicações de postulados sobre as propriedades do átomo de carbono (C), o que favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT201**. Os estudantes também serão incentivados a compreender os fenômenos naturais com base na interação da luz com a matéria e a conhecer algumas propriedades específicas dos materiais quando iluminados por radiação com diferentes frequências e comprimento de onda, contribuindo para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT307**. A compreensão desses conteúdos incentiva a valorização dos conhecimentos historicamente construídos ao longo do tempo e o exercício da curiosidade intelectual para formular e resolver problemas com base nos conhecimentos de diferentes áreas, com empatia e diálogo, contemplando competências gerais e específicas da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias** propostas pela BNCC, que serão destacadas nas orientações página a página.

Abertura da unidade

Páginas 88 e 89

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem das páginas de abertura da unidade contribui para o desenvolvimento da **competência geral 1**, pois apresenta aos estudantes o início do estudo celular, com a observação da primeira célula em microscópio pelo cientista inglês Robert Hooke (1635-1703).
- A abordagem sobre o vírus, o SARS-CoV-2, causador da COVID-19, também possibilita o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Saúde**. Esse assunto auxilia no desenvolvimento da **competência específica 3 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e das **competências gerais 2** e **10**, pois favorece a percepção dos estudantes a respeito da importância do conhecimento científico e tecnológico, bem como possibilita explorar o uso dos procedimentos e das linguagens próprios das Ciências da Natureza para compreender os mecanismos de ação do vírus e as respostas de nosso organismo. Esses conhecimentos são necessários para que sejam desenvolvidas medidas, individuais e coletivas, eficazes de prevenção e tratamento da COVID-19.

- Se julgar conveniente, inicie a abordagem da unidade conversando com os estudantes a respeito do vírus SARS-CoV-2. Oriente-os a discutir sobre a forma de transmissão, as medidas de prevenção e de contenção, os sintomas da COVID-19 e os possíveis tratamentos dessa doença. Além disso, é possível abordar também as consequências dessa pandemia para a sociedade.
- Para obter mais informações e dados atualizados sobre os casos de COVID-19 no Brasil, acesse os *sites* a seguir.
  - BRASIL. *Coronavírus Brasil*. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 17 ago. 2020.
  - ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS Brasil). *Folha informativa – COVID-19 (doença causada pelo novo coronavírus)*. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19>. Acesso em: 17 ago. 2020.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Questione os estudantes sobre o que eles sabem a respeito da estrutura e da composição de uma célula. Se julgar conveniente, peça-lhes que façam no caderno um desenho esquemático da célula, apontando as estruturas que eles conhecem e explicando o papel que essa estrutura desempenha no organismo. Solicite que, voluntariamente, alguns estudantes reproduzam seu desenho na lousa. Incentive todos os estudantes a participarem, citando nomes de outras estruturas da célula que não foram apontadas no desenho do colega.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Caso julgue interessante, sugira aos estudantes que respondam às questões de abertura utilizando a es-

REPRODUÇÃO PROIBIDA

tratégia *turn and talk*; veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXIII** deste suplemento. Para isso, oriente-os a conversar com o colega sobre cada questão e, após a conversa, anotar as respostas. Por fim, peça-lhes que as leiam para os colegas.

- Outra maneira de realizar a atividade sugerida no boxe **Acompanhamento da aprendizagem** é utilizar a estratégia *one minute paper*; veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XX** deste suplemento. Para isso, peça aos estudantes que escrevam em pedaços de papel o que eles sabem sobre a célula e os repassem a você. Com os papéis em mãos, anote na lousa as informações e as retome ao longo da aula, quando pertinente.

Respostas

A Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do tema.

B Espera-se que os estudantes comentem que as células são, em sua maioria, estruturas invisíveis aos olhos humanos. Dessa forma, visualizá-las e estudá-las só foi possível com o uso de tecnologias, como os microscópios e as técnicas computacionais que possibilitam observar as células, suas estruturas e moléculas, bem como analisar as informações e construir modelos.

C Espera-se que os estudantes comentem que as células são as unidades básicas dos seres vivos. Assim, conhecer sobre elas, a maneira que atuam no organismo e como podem ser afetadas por agentes patogênicos pode ajudar no diagnóstico e tratamento de doenças e, consequentemente, auxiliar na manutenção da saúde.

CAPÍTULO 1
Célula

Objetivos

- Justificar que todos os seres vivos são formados por células.
- Argumentar sobre as células-tronco embrionárias e seus usos na medicina.
- Reconhecer que a composição bioquímica celular é semelhante entre os seres vivos.
- Relacionar as características da água à sua importância para o corpo humano.
- Explicar a importância dos carboidratos para os seres vivos e sua ação no corpo humano.
- Explicar a importância dos lipídios para os seres vivos e seu papel no corpo humano.
- Identificar diferentes tipos de lipídios, como esteróis, triacilgliceróis, esfingolipídios e ceras.
- Explicar a importância das proteínas para os seres vivos e seu papel no corpo humano.
- Reconhecer a estrutura geral de um aminoácido.
- Diferenciar aminoácidos essenciais de aminoácidos naturais.
- Diferenciar as estruturas primária, secundária, terciária e quaternária das proteínas.
- Justificar o papel das enzimas nas reações químicas.
- Explicar a importância dos sais minerais para o corpo humano.
- Explicar a importância dos ácidos nucleicos para os seres vivos.
- Diferenciar DNA e RNA.

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

Página 90

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página, bem como desse capítulo, contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT202**, pois aborda a célula, unidade básica funcional e estrutural de todo ser vivo, e as substâncias orgânicas e inorgânicas que fazem parte dela.
- O trabalho com o texto sobre o vírus SARS-CoV-2, apresentado nessa página, incentiva os estudantes a perceber a importância do conhecimento científico e tecnológico, bem como dos procedimentos e das linguagens das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem a demanda global e informar as descobertas e conclusões para a sociedade, o que favorece o desenvolvimento da **competência geral 2** e da **competência específica 3 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**.
- O trabalho com a teoria celular possibilita enfatizar o caráter coletivo da construção do conhecimento científico, abordando o conhecimento que temos hoje como fruto do trabalho de diversos cientistas que se empenharam em construir equipamentos e desenvolver técnicas de observação de materiais microscópicos e estudar esses materiais. Assim, essa abordagem contempla a **competência geral 1**, além de favorecer o desenvolvimento da **competência específica 1 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois se relaciona ao caráter provisório e histórico da construção do conhecimento.
- A realização da atividade proposta no boxe **Atividade complementar** deste suplemento contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT304**, pois incentiva os estudantes a analisar o uso de células-tronco e a debater sobre suas implicações para a ciência e para a sociedade, observando diferentes pontos de vista e argumentando de forma ética e responsável.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Para iniciar a abordagem desse capítulo, se possível, leve para a sala de aula um modelo de célula e questione os estudantes sobre o que eles sabem a respeito dessa es-

MODELO

trutura. Resgate com eles os conhecimentos aprendidos nos Anos Finais do Ensino Fundamental. Questione-os também sobre a composição química das células. Tome nota dos principais conceitos citados pelos estudantes e retome-os ao longo da aula. Anote os conceitos que eles apresentarem maior dificuldade para desenvolver e, durante a abordagem do conteúdo, enfatize cada um deles, sanando as possíveis dúvidas.

- Ao trabalhar com os estudantes o texto que aborda a maneira como o vírus SARS-CoV-2 invade as células humanas, observe com eles informações atualizadas sobre a quantidade de casos da COVID-19 em vários países do mundo. Para isso, acesse o *site Worldometers*. Disponível em: <https://www.worldometers.info/coronavirus/#countries>. Acesso em: 26 maio 2020.
- Ao abordar a teoria celular, comente com os estudantes que, com os avanços dos estudos, novos conceitos foram incorporados a essa teoria. Atualmente, ela afirma que:

I - todos os seres vivos são formados por células, que podem variar em quantidade, forma e função. Alguns organismos podem ser formados por apenas uma célula;

II - o interior das células é o local onde ocorrem as reações químicas, responsáveis pelo metabolismo do ser vivo;

III - uma célula só pode se originar de outra célula e, nesse processo, a célula-filha recebe as informações hereditárias da célula-mãe.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- O corpo humano adulto apresenta centenas de tipos celulares, que variam em forma, composição e papéis desempenhados no organismo, por exemplo. Todas elas são derivadas de células-tronco embrionárias.
- Junte-se a quatro colegas e pesquisem sobre as células-tronco, sua importância para a Ciência e a sociedade, bem como sobre questões éticas relacionadas ao tema. Com essas informações, produzam um artigo jornalístico, de caráter científico. Por fim, apresente-o aos colegas e debatam sobre o assunto.
- Oriente os estudantes na organização dos grupos. Se possível, forme grupos mistos, com estudantes que apresentam diferentes estilos de aprendizagem.
- Oriente os estudantes a pesquisar em fontes confiáveis, como *sites* de universidades, de hospitais e de instituições especializadas no assunto.
- Se possível, leve os estudantes à sala de informática e os oriente na elaboração do artigo e de uma apresentação, utilizando recursos multimídia, para ser mostrada aos demais grupos.

Resposta

- O objetivo dessa questão é levar os estudantes a refletir sobre o assunto e a se posicionarem a respeito do tema, argumentando com base em informações científicas confiáveis e em proposições consistentes, legais, éticas e responsáveis, ao mesmo tempo em que são incentivados a respeitar diferentes pontos de vista.

- Se necessário, complemente as respostas dos estudantes à atividade sugerida na seção anterior apresentando a eles as informações a seguir.

As células-tronco embrionárias são células ainda não diferenciadas originadas de embriões humanos quatro a cinco dias após a fecundação. Esse tipo de célula pode se diferenciar em qualquer um dos tipos celulares presentes em um indivíduo adulto, formando, por exemplo, um neurônio, uma célula muscular ou uma célula renal. Devido a esse potencial de diferenciação, as células-tronco embrionárias poderiam ser utilizadas para a terapia e a cura de diversas doenças, inclusive as que ainda não temos tratamentos para a cura. Pessoas com Alzheimer, diabetes, doenças renais graves, lesões graves na medula espinal, entre outros problemas de saúde, poderiam se beneficiar do tratamento com essas células.

Não há um consenso entre os países sobre o uso de células-tronco embrionárias. Em geral, cada país tem sua legislação, o que ocorre justamente por envolver o uso de embriões. O uso de células-tronco embrionárias ainda é pouco regulamentado no Brasil. Sobre esse assunto, temos a Lei de Biossegurança – Lei n.º 11.105, de 24 de março de 2005 –, que orienta sobre a possibilidade do uso de determinados embriões. Contudo, ela ressalta que toda pesquisa envolvendo esse tipo de célula deve ser primeiro submetida ao conselho de ética. Veja o que diz o artigo 5º dessa Lei.

[...]

Art. 5º É permitida, para fins de pesquisa e terapia, a utilização de células-tronco embrionárias obtidas de embriões humanos produzidos por fertilização *in vitro* e não utilizados no respectivo procedimento, atendidas as seguintes condições:

I – sejam embriões inviáveis; ou

II – sejam embriões congelados há 3 (três) anos ou mais, na data da publicação desta Lei, ou que, já congelados na data da publicação desta Lei, depois de completarem 3 (três) anos, contados a partir da data de congelamento.

§ 1º Em qualquer caso, é necessário o consentimento dos genitores.

§ 2º Instituições de pesquisa e serviços de saúde que realizem pesquisa ou terapia com células-tronco embrionárias humanas deverão submeter seus projetos à apreciação e a aprovação dos respectivos comitês de ética em pesquisa.

§ 3º É vedada a comercialização do material biológico a que se refere este artigo e sua prática implica o crime tipificado no art. 15 da Lei nº 9.434, de 4 de fevereiro de 1997.

[...]

BRASIL. Lei n.º 11.105, de 24 de março de 2005. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11105.htm>. Acesso em: 26 maio 2020.

CÓPIA

Página 91

BNCC EM DESTAQUE

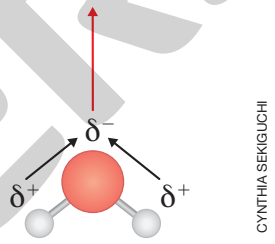
- A abordagem sobre a quantidade de água presente no corpo humano contribui para o desenvolvimento do tema contemporâneo transversal **Processo de envelhecimento, respeito e valorização do idoso**. Explique aos estudantes que, com o passar do tempo, a quantidade de água no corpo diminui. Em consequência disso, por terem menos água armazenada do que os adultos, os idosos estão mais suscetíveis à desidratação. Além disso, eles costumam sentir menos sede, o que acaba diminuindo a ingestão de água ao longo do dia. Por isso, é importante alertar e incentivar as pessoas idosas a ingerir água em quantidade adequada para evitar a desidratação, que, entre outras consequências, pode levar à confusão mental.
- O trabalho com o tema água possibilita o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT202**, pois leva os estudantes a refletir sobre as características da água que justificam sua presença como condição essencial para a vida, como a participação nas reações químicas e na manutenção da temperatura corpórea. Além disso, o trabalho com a importância da água para o corpo humano também favorece o desenvolvimento da **competência geral 8**, pois leva os estudantes a concluir que a ingestão de água é um cuidado importante para manter a saúde do corpo.

- Comente com os estudantes que a divisão dos compostos químicos em orgânicos e inorgânicos data de mais de 200 anos. Acreditava-se que os **compostos orgânicos** eram os produzidos pelos seres vivos e os inorgânicos se referiam aos compostos minerais. Atualmente, a nomenclatura se mantém, mas os classificados como compostos orgânicos são aqueles que possuem carbono em sua constituição química, o qual pode estar ligado a átomos de hidrogênio (H), de oxigênio (O), de nitrogênio (N), de fósforo (P), e de enxofre (S). Os **compostos inorgânicos**, por sua vez, são aqueles que geralmente não apresentam átomos do elemento químico carbono (C); exceto o dióxido de carbono (CO_2) e o monóxido de carbono (CO).

SALA DOS PROFESSORES

- Ao trabalhar a capacidade da água de dissolver substâncias, explique aos estudantes que a molécula da água é polar, ou seja, capaz de dissolver substâncias também polares. Essa abordagem possibilita o trabalho conjunto com os professores da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias,** preferencialmente do componente curricular **Química**, sendo possível abordar a estrutura química da molécula de água. Se possível, leia para os estudantes o texto abaixo e explique-o.

> [...] A molécula de água é formada por duas ligações covalentes O–H, sendo H–O–H sua fórmula estrutural. [...]
>
> O átomo de oxigênio é mais eletronegativo que o de hidrogênio, ou seja, o núcleo do oxigênio atrai os elétrons envolvidos na ligação O–H mais fortemente que o núcleo do hidrogênio. Essa propriedade é decisiva na polaridade da molécula de água, uma vez que torna o oxigênio mais negativo (com os elétrons mais próximos) e o hidrogênio mais positivo (com os elétrons mais afastados). Ou seja, a molécula de água é polar, sendo o oxigênio seu polo negativo ($2\delta^-$, já que são dois elétrons a mais) e os hidrogênios seus polos positivos (δ^+, um elétron a menos para cada átomo).
>
> Como água é um composto polar, o polo positivo de uma molécula atrai o polo negativo de outra, o que resulta em uma atração eletrostática. Essa atração é chamada ligação de hidrogênio (ou ponte de hidrogênio), e ocorre entre átomos de hidrogênio com oxigênio, nitrogênio ou flúor. [...]
>
> UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. *Propriedades físicas da água, difusão, osmose e diálise*. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/fis01038/biofisica/agua/agua.htm>. Acesso em: 16 maio de 2020.



CYNTHIA SEKIGUCHI

Representação de uma molécula de água. Repare no polo negativo, formado pelo oxigênio, e no polo positivo, formado pelos hidrogênios. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Páginas 92 e 93

BNCC EM DESTAQUE

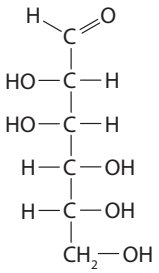
- A abordagem dessas páginas favorece o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Educação alimentar e nutricional**, pois possibilita ao professor aproveitar o momento e abordar com os estudantes a importância de se ter uma alimentação com quantidade adequada dessas substâncias orgânicas para manter o corpo saudável.

- Comente com os estudantes que alguns carboidratos apresentam gosto doce e que esses carboidratos são chamados açúcares, como a sacarose, a glicose e a frutose. A sacarose e a lactose também podem ser chamadas de oligossacarídeo. Um carboidrato recebe esse nome quando é constituído de uma pequena quantidade de monossacarídeos.
- Ao abordar as estruturas da célula do fígado (hepatócito), mostrada na fotografia da página **92**, explique aos estudantes que a estrutura em amarelo é um vacúolo contendo triglicerídeos, e as estruturas verde e amarelo são mitocôndrias.

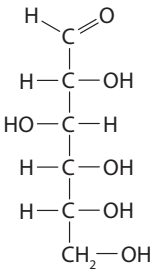
MODERNA

SALA DOS PROFESSORES

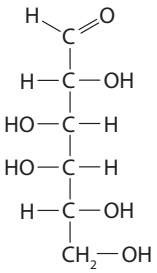
- Ao trabalhar as fórmulas químicas da manose, da glicose e da galactose, explique aos estudantes que esses carboidratos são considerados isômeros, ou seja, apresentam a mesma fórmula molecular, mas possuem estrutura distinta. Essa abordagem possibilita o trabalho conjunto com os professores da área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, especialmente do componente curricular **Química**, pois permite abordar a estrutura química dessas moléculas. Reproduza na lousa as estruturas desses carboidratos e auxilie os estudantes a identificar as diferenças entre elas.



Representação da fórmula estrutural da manose.



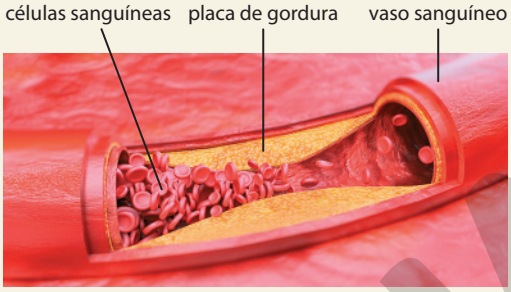
Representação da fórmula estrutural da glicose.



Representação da fórmula estrutural da galactose.

Ilustração produzida com base em: NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. p. 238.

- Ao trabalhar o conteúdo sobre lipídeos, apresente aos estudantes informações sobre o colesterol. O colesterol é um lipídio encontrado apenas em animais e é produzido principalmente no fígado. Ele está envolvido em vários processos do organismo, como a formação da membrana celular, de hormônios esteroides e de sais biliares.
- Por ser uma molécula insolúvel em água e em outros fluidos corpóreos, o colesterol precisa se associar a proteínas transportadoras para que seja conduzido pela corrente sanguínea. Essa associação forma uma estrutura esférica chamada lipoproteína, a qual viabiliza a distribuição do colesterol pelo corpo e auxilia em sua absorção pelas células.
- As lipoproteínas são classificadas de acordo com sua densidade. Quanto maior é a quantidade de lipídios em sua composição, menor é a densidade da lipoproteína. As duas principais lipoproteínas encontradas nos animais são a lipoproteína de baixa densidade, ou LDL (*low density lipoprotein*), e a lipoproteína de alta densidade, ou HDL (*high density lipoprotein*). A LDL e a HDL apresentam funções opostas no organismo. A molécula LDL é responsável por distribuir colesterol a todos os tecidos do corpo humano. Já a molécula HDL é responsável por capturar o excesso de colesterol dos tecidos e liberá-lo no fígado, que o eliminará por meio dos sais biliares.
- Para o funcionamento adequado do organismo, os níveis de LDL e HDL devem ser mantidos dentro de determinados valores. A elevação de LDL está associada a diversas alterações no organismo, como a aterosclerose, que se caracteriza pela deposição de placas de gordura nos vasos sanguíneos, causando perda de elasticidade, entupimento e rompimento desses vasos. Embora fatores genéticos possam interferir no controle dos níveis de lipoproteínas no sangue, a ingestão excessiva de alimentos ricos em gorduras saturadas e do tipo trans eleva os níveis de LDL no sangue e, em alguns casos, reduz a concentração de HDL.



Representação da aterosclerose. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

- Comente com os estudantes que os níveis de LDL e HDL no sangue podem ser controlados principalmente por meio de uma dieta adequada, com baixa ingestão de gorduras saturadas e de gorduras trans. As gorduras saturadas são encontradas principalmente em alimentos de origem animal, como leite, carnes, queijos, ovos, entre outros; e em alimentos industrializados, como margarina, bolachas e sorvetes. Diante disso, deve-se priorizar a ingestão de alimentos ricos em gorduras monoinsaturadas ou poli-insaturadas, como os óleos vegetais (de canola, de oliva, de girassol, entre outros) e os peixes.

  Embora a obesidade seja um fator de risco aos elevados níveis de LDL, pessoas com biotipo magro também podem apresentar níveis elevados dessa lipoproteína no sangue. Dessa maneira, o controle da massa corpórea, a ingestão de uma alimentação balanceada, a prática regular de atividades físicas e evitar fumar são atitudes que auxiliam o controle dos níveis de LDL e HDL no sangue.
- Para explorar o assunto acima, solicite aos estudantes que, caso já tenham feito um exame de lipidograma, verifiquem os resultados para lipoproteínas LDL e HDL. Caso o resultado tenha apresentado números fora do padrão normal, oriente-os a, junto com seus responsáveis, refletir e pesquisar sobre o que eles poderiam alterar em suas dietas para melhorar esses resultados. Lembre-os também de que é importante seguir as orientações de um nutricionista para ter uma alimentação adequada, dessa maneira, os estudantes também podem discutir com esse profissional o resultado da pesquisa.

Páginas 94 a 98

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem sobre os aminoácidos essenciais e a ingestão de nutrientes e a realização da questão **11** da página **95** contribuem para o desenvolvimento da **competência geral 8**. A abordagem sobre os aminoácidos essenciais também favorece o trabalho com o tema contemporâneo transversal **Educação alimentar**

PROIBIDA

e nutricional, pois explora a importância de ter uma alimentação adequada, rica em verduras, frutas, cereais, carnes e leite, para obter os aminoácidos essenciais e assim contribuir para a saúde do corpo.

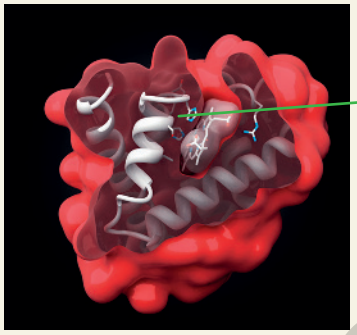
- A questão **12** da página **97** possibilita o desenvolvimento da **competência geral 4**, pois incentiva os estudantes a analisar e a interpretar gráficos utilizando conhecimentos da linguagem de matemática.

- Ao trabalhar a fotografia do citoesqueleto, na página **94**, se julgar conveniente, explique aos estudantes que, para obter essa imagem, a célula é preparada utilizando uma técnica chamada imunofluorescência. Nessa técnica, anticorpos conjugados com moléculas fluorescentes reagem especificamente com o citoesqueleto, permitindo obter, com o auxílio de um microscópio, a imagem observada.
- Veja na tabela abaixo os 20 aminoácidos geralmente encontrados nas proteínas. Se julgar conveniente, construa essa tabela na lousa e solicite aos estudantes que a copiem no caderno.

Aminoácidos comumente encontrados nas proteínas			
Abreviatura	**Aminoácido**	**Abreviatura**	**Aminoácido**
Ala	Alanina	Gly	Glicina
Asn	Asparagina	Val	Valina
Pro	Prolina	His	Histidina
Cys	Cisterna	Trp	Triptofano
Gln	Glutamina	Ile	Isoleucina
Arg	Arginina	Lys	Lisina
Glu	Glutamato	Tyr	Tirosina
Ser	Serina	Leu	Leucina
Phe	Fenilalanina	Glx	Glutamina ou glutamato
Thr	Treonina	Met	Metionina

Fonte: NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. p. 73.

- Se julgar conveniente, ao trabalhar o conteúdo sobre desnaturação das proteínas, explique aos estudantes que as proteínas de alguns seres vivos, conhecidas como extremófilos, são resistentes à elevação de temperatura, o que possibilita que vivam em ambientes considerados inóspitos à maioria dos seres vivos.
- Caso seja possível, apresente aos estudantes mais informações sobre a mioglobina. Explique a eles que a mioglobina é uma proteína presente nas células musculares cuja função é armazenar oxigênio e facilitar a difusão dele nos tecidos musculares em contração. Ela é composta de uma porção proteica, formada por uma cadeia polipeptídica de 153 resíduos de aminoácidos, e uma porção não proteica, chamada grupo heme (ferro-protoporfirina). A quantidade de mioglobina presente em um organismo varia de acordo com espécie, idade, sexo, atividade física e localização anatômica. Isso explica a variação de cor que encontramos nas carnes de bovinos, suínos e aves, por exemplo.



Representação em fita de estrutura da mioglobina de um vertebrado. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

- Ao trabalhar a importância das enzimas no corpo humano, pergunte aos estudantes se algum deles apresenta intolerância à lactose. Caso alguém responda que sim e se sinta à vontade para falar sobre o assunto, peça-lhe que diga aos colegas se segue alguma dieta diferenciada e quais sintomas aparecem se ele ingerir algum alimento com lactose. Depois, apresente a eles as informações a seguir.

  A intolerância à lactose é um problema relacionado à deficiência na produção de uma enzima chamada lactase, capaz de quebrar a lactose, e que é produzida na mucosa do intestino delgado dos mamíferos. Estima-se que aproximadamente 25% dos brasileiros apresentam intolerância à lactose. Em algumas pessoas, ela é uma característica genética; em outras, aparece em algumas épocas da vida ou com o avanço da idade.

  Os carboidratos digeridos no intestino, como a lactose, atingem o cólon e sofrem fermentação pelas bactérias intestinais, o que protege a mucosa e melhora o ritmo intestinal. Entretanto, quando não há lactase suficiente, moléculas de lactose alcançam o intestino grosso, aumentando a concentração de água, reduzindo a consistência das fezes e aumentando os movimentos peristálticos, que aceleram o ritmo intestinal.

  A lactose que chega ao intestino grosso sofre fermentação pelas bactérias intestinais, aumentando a produção de gases e de ácido lático e causando distensão abdominal. Com isso, surgem sintomas como náusea, desconforto abdominal, diarreia, gases e dores abdominais.

  Para diagnosticar a intolerância à lactose, pode ser usado o teste oral de intolerância à lactose. Nele, uma dose de lactose é diluída em água e administrada via oral. Em seguida, o sangue é coletado para dosar a concentração de glicose. A coleta sanguínea é repetida e, quando não há alteração na concentração de glicose sanguínea, o paciente é diagnosticado com intolerância à lactose. Também é possível usar o método de medir a acidez das fezes, pois pessoas com intolerância à lactose produzem fezes ácidas.
- Após o diagnóstico correto, pessoas que apresentam intolerância à lactose devem evitar os alimentos que contêm leite em sua composição. Existem, atualmente, diversos produtos com baixo ou nenhum teor de lactose. Além disso,

MOREIRA

médicos recomendam a alguns pacientes a ingestão da enzima lactase junto com os alimentos.

- Para que o leite com baixo teor de lactose seja produzido, ele é deixado em repouso com lactase por algumas horas. Depois, é esterilizado, ou pasteurizado, e resfriado. Enquanto o leite comum tem em torno de 4,8% de lactose, o que passa pela enzima tem 1%.
- Comente com os estudantes que fatores como pH e temperatura também interferem na velocidade das reações químicas. As enzimas possuem uma faixa de pH na qual sua atividade é máxima, sendo que essa atividade diminui com pH menor ou maior. Por exemplo, a enzima tripsina, presente no intestino delgado e fundamental na digestão de proteínas, atua com pH 7,8, considerado ótimo. Em um meio com pH inferior, isto é, ácido, a velocidade da reação diminui.
- A temperatura também influencia na ação das enzimas. O aumento da temperatura faz crescer a energia cinética das moléculas, aumentando a frequência com que as moléculas que estão reagindo se chocam e, consequentemente, a força de colisão entre elas, o que acelera a velocidade da reação. A 0 °C, por exemplo, as reações químicas enzimáticas apresentam velocidade próxima a zero. Assim, até certo ponto, quanto maior a temperatura, maior a velocidade da reação química. No entanto, as proteínas sofrem desnaturação a determinadas temperaturas. No caso das enzimas proteicas, isso também ocorre: acima de 50 °C ou 55 °C, a maioria das proteínas e das enzimas sofre desnaturação.
- Ao trabalhar o conteúdo sobre RNA, relembre os estudantes sobre as hipóteses para o surgimento da vida, entre elas, a relacionada ao RNA. Explique a eles que existem duas condições fundamentais da vida. O ser vivo deve ser capaz de se autorreplicar e de catalisar reações químicas. O RNA tem essa capacidade e, por causa disso, há uma hipótese conhecida como hipótese de um mundo de RNA, que propõe que os primeiros sistemas biológicos eram moléculas de RNA autorreplicantes.

  Moléculas simples de RNA, chamadas ribozimas, estão envolvidas na formação e na quebra das ligações do RNA ou do DNA, ou seja, o RNA também tem papel catalítico (de quebra) nas reações químicas envolvendo a informação genética e a síntese de proteínas. Ele pode formar várias estruturas e atuar tanto no armazenamento de informação genética como em uma enzima, pois catalisa a formação das ligações peptídicas nos ribossomos.

  Segundo a hipótese do mundo de RNA, esse ácido nucleico seria responsável por sua autorreplicação e por sua subsistência. Assim, se uma molécula de RNA pudesse fazer uma cópia de si mesma e se sustentar, ela poderia ter precedido o aparecimento dos seres vivos mais complexos. Com isso, a forma primordial de vida na Terra teria surgido a partir do RNA, que, posteriormente, teria evoluído para as formas de vida atuais, nas quais o DNA seria o responsável por armazenar as informações biológicas.

  As evidências citadas acima sugerem que o RNA seja uma molécula antiga, fortalecendo a hipótese do mundo de RNA.
- Comente com os estudantes que, em alguns casos, por exemplo, no chamado reovírus, o RNA pode apresentar fita dupla. Esse vírus é responsável por causar doenças em aves.

Página 99

- Na atividade **2** da página **99**, se julgar conveniente, peça aos estudantes que acessem o artigo científico que apresenta os dados da tabela e identifiquem aspectos característicos de um texto de divulgação científica, como introdução, apresentação da metodologia da coleta de dados, citações de embasamento teórico, discussões, resultados, conclusão e bibliografia consultada. Se julgar conveniente, peça-lhes que, em grupos, pesquisem o assunto do texto em outras fontes e comparem as informações obtidas, analisando criticamente o artigo.

Respostas e orientações para as Atividades

Página 90

1. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a reconhecer que a importância dos estudos científicos supera o ambiente dos laboratórios e é essencial em nossa vida.

Esses estudos possibilitam desenvolver medidas tanto de prevenção quanto de tratamento e contenção de doenças, como a COVID-19.

2. Espera-se que os estudantes reconheçam que sim. Com a tecnologia, é possível desenvolver equipamentos e técnicas para promover estudos mais avançados, que auxiliem na compreensão dos mecanismos de ação de patógenos, por exemplo. Esse conhecimento, por sua vez, corrobora a busca por meios que nos possibilitem evitar o contágio e, consequentemente, danos ao organismo, colaborando para a manutenção da saúde.

3. Espera-se que os estudantes comentem que, uma vez que o vírus causador da COVID-19 tem como alvo as células humanas, mais especificamente as moléculas presentes em sua membrana plasmática, conhecer a célula e suas moléculas pode auxiliar no desenvolvimento de medidas de contenção e de tratamento. Ao conhecer como o vírus invade a célula humana, é possível focar em métodos que evitem essa entrada, por exemplo.

Páginas 99 e 100

1. Alternativa **a**. Os vírus são seres acelulares, característica que leva muitos cientistas a considerá-los como seres não vivos. De acordo com a teoria celular, uma célula só pode se originar de outra célula, preexistente. Essa teoria – da biogênese – derrubou a da geração espontânea que foi refutada pelos experimentos do médico italiano Francesco Redi (1626-1697) e do químico francês Louis Pasteur (1822-1895), os quais validaram a biogênese. Ainda de acordo com a teoria celular, a célula é a menor unidade estrutural e funcional de todo ser vivo, na qual ocorrem diversas reações químicas referentes a seu metabolismo.

MODERNA

2. **a)** Espera-se que os estudantes respondam cru, uma vez que o teor nutricional do alimento após o cozimento se altera. De modo geral, a quantidade de nutrientes reduz após a submissão aos diferentes métodos de cocção.

b) Os estudantes podem responder que a cocção pode tornar o alimento mais agradável ao paladar, melhorando sua textura, cheiro e gosto, bem como degradar possíveis substâncias tóxicas presentes nele. No entanto, o ato de cozinhar o alimento também pode alterar seu valor nutricional.

c) Os estudantes podem responder que o método que manteve o teor mais elevado de proteínas, quando comparado ao alimento cru, foi o cozimento em micro-ondas.

d) Os estudantes podem responder que a atividade enzimática desse vegetal é maior antes da cocção, pois as enzimas apresentam uma temperatura ótima de funcionamento. Acima dessa temperatura, como durante a cocção, o funcionamento das enzimas é comprometido. Além disso, por serem um tipo de proteína, podem sofrer o processo de desnaturação por calor.

3. Os estudantes podem responder que o trecho representado em **A** corresponde ao DNA, pois este se apresenta em dupla fita e possui a base nitrogenada timina, que é encontrada apenas no DNA. Já o trecho representado em **B** corresponde ao RNA, pois se apresenta sob a forma de fita simples, na maior parte das vezes, e possui a base nitrogenada uracila, que é uma característica do RNA.

4. **a)** Espera-se que os estudantes respondam que a energia de ativação é menor no sentido Y → X. Isso significa que a reação ocorre mais facilmente formando X, e não formando Y.

b) Os estudantes podem responder no sentido X → Y, pois assim a energia de ativação necessária para iniciar a reação é muito maior que no sentido Y → X.

c) Espera-se que os estudantes respondam que a enzima atua no trecho do gráfico delimitado pelas letras **a** e **b**, o qual corresponde à energia de ativação necessária para iniciar a reação química.

d) Os estudantes devem representar um gráfico semelhante ao da atividade, desde que demonstre como principal diferença uma coluna **a-b** maior que a do gráfico na presença de enzima. Isso é necessário para representar a maior energia de ativação necessária na ausência da enzima.

5. **a)** **A** – enzima; **B** – substrato; **C** – complexo enzima-substrato; **D** – complexo enzima-produto; **E** – produtos; **F** – enzima.

b) Espera-se que os estudantes comentem que a reação da água com os açúcares da parede não é energeticamente favorável, ou seja, não ocorre de modo espontâneo. Na presença da lisozima, no entanto, essa reação é facilitada. Por isso, tal quebra ocorre apenas na presença da enzima.

c) Espera-se que os estudantes respondam que não, pois a enzima pode participar de outros processos semelhantes, tendo em vista que sua ligação com o substrato é temporária e não é alterada por essa interação.

6. **a)** Os estudantes podem responder que na situação acima ocorreu o processo da desnaturação proteica entre as etapas **A** e **B**.

b) Espera-se que os estudantes comentem que o processo é irreversível, pois a desnaturação proteica promove alterações na conformação da proteína do alimento, que, de maneira geral, não são passíveis de reversão.

c) Os estudantes podem responder que o calor foi o agente físico causador da desnaturação proteica.

d) Os estudantes podem responder que a desnaturação proteica, provocada pelo processamento (cozimento) do alimento, alterou características como cor, sabor, odor e textura.

7. Alternativa **d**. Ao restringir a ingestão de carnes e derivados, os produtores rurais deixaram de ingerir diversos aminoácidos essenciais, isto é, aqueles que o corpo não produz naturalmente e devem ser ingeridos na dieta. Já os aminoácidos naturais são aqueles produzidos naturalmente pelo corpo, não havendo necessidade de ingestão. Ao ingerir legumes e verduras, os produtores recebem nutrientes como vitaminas A e E. Ao ingerir arroz, eles recebem carboidratos, não sendo necessária a complementação com ingestão de mais carboidratos, como frutose e sacarose. Os ácidos graxos essenciais são aqueles que devem ser ingeridos na dieta, como é o caso do ácido linoleico e do ácido linolênico. Aproveite o momento e enfatize aos estudantes que os alimentos de origem animal tem maior quantidade de aminoácidos essenciais. No entanto, em menor quantidade, alimentos como grão-de-bico, lentilha e arroz integral, também possuem esses tipos de aminoácidos. Por isso é importante termos uma dieta variada.

8. Alternativa **e**. O arroz e o feijão são alimentos ricos em carboidratos. Já alimentos como o contrafilé, o camarão, o frango e o ovo são ricos em proteínas.

CAPÍTULO 2
Funções orgânicas I

Objetivos

- Identificar substâncias orgânicas e relacioná-las a suas estruturas e propriedades.
- Diferenciar substâncias orgânicas e substâncias inorgânicas.
- Refletir sobre o desenvolvimento histórico da Química Orgânica, desde as primeiras teorias até os postulados que definiram o que são compostos orgânicos, como entendemos hoje.
- Compreender compostos orgânicos como substâncias diretamente relacionadas à manutenção da vida.

MODERNA

- Diferenciar e classificar compostos orgânicos em termos de tipo de cadeia carbônica, disposição dos átomos, tipos de ligação interatômica, natureza dos átomos e presença de anel aromático.
- Nomear estruturas de hidrocarbonetos de acordo com as regras da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) para a nomenclatura de compostos orgânicos.
- Identificar e construir a estrutura de hidrocarbonetos com base em seu nome.
- Selecionar vantagens e desvantagens do uso de petróleo como fonte energética.
- Julgar o uso do petróleo como fonte de energia dos pontos de vista ambiental e logístico, em face da realidade brasileira e mundial.
- Analisar os problemas advindos do uso de petróleo como fonte primária de energia e propor soluções alternativas para eles.

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

Páginas 101 e 102

BNCC EM DESTAQUE

- Nessas páginas, é feito um resgate histórico do desenvolvimento da Química Orgânica, com foco nas tentativas de isolamento de substâncias presentes em organismos vivos, na teoria da força vital e nos postulados de Kekulé, o que contribui para o desenvolvimento das **competências gerais 1** e **2** e da habilidade **EM13CNT201**.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- As questões **1** e **2** propostas na página **101** possibilitam observar a relação que os estudantes fazem entre os ciclos da vida e as composições química e orgânica dos seres vivos, servindo como avaliação diagnóstica. Provavelmente, os estudantes não terão ainda um conhecimento ampliado acerca do ciclo do carbono, mas podem já saber que grande parte da composição de um organismo vivo é dada por aquilo que é chamado de matéria orgânica. Caso algum estudante cite compostos de carbono, peça a ele que desenvolva seu raciocínio.

- Após os estudantes responderem a essas questões, diga a eles que a matéria orgânica representa grande parte da composição, em massa, dos seres vivos. A matéria orgânica proveniente dos seres vivos é decomposta pelos organismos decompositores, sendo devolvida ao ambiente, podendo retornar para os seres vivos por meio da assimilação por plantas.
- Solicite aos estudantes que leiam o parágrafo que trata da teoria da força vital, defendida pelo químico sueco Berzelius (1779-1848), que esteve em voga entre o final do século XVIII e o início do XIX. Explique a eles que uma das principais suposições defendidas por essa teoria é que a matéria orgânica é algo exclusivo dos seres vivos, portanto impossível de ser sintetizada em laboratório. Com base nessas informações, incentive os estudantes a refletir sobre esse assunto e a apresentar argumentos favoráveis e contrários a essa suposição, considerando que, na época da teoria, o desenvolvimento tecnológico era limitado e a estrutura atômica ainda não era completamente conhecida. Por fim, reforce que a única maneira de provar ou rejeitar a teoria da força vital é por meio de experimentos baseados na metodologia científica, o que foi feito, em 1828, pelo químico alemão Friedrich Wöhler (1800-1882), que sintetizou um composto orgânico a partir de um inorgânico.
- A página **101** traz ainda a discussão sobre formulações de hipóteses para o surgimento da vida, ao tratar da síntese de aminoácidos pelos químicos estadunidenses Stanley Miller (1930-2007) e Harold Urey (1893-1981). Nessa abordagem, atente para não entrar na discussão sobre teorias "certas" ou "erradas" do surgimento da vida e peça aos estudantes que tentem expressar, em palavras, a importância desse experimento. Incentive-os a perceber que o experimento permitiu constatar que, em condições apropriadas, a matéria orgânica pode ser criada por fenômenos naturais, como descargas elétricas numa atmosfera rica em substâncias simples e compostas.
- Na página **102**, é apresentada a definição de composto orgânico. Possivelmente, os estudantes ainda apresentem dificuldade para diferenciar substâncias orgânicas de substâncias inorgânicas. Nesse momento, explique a eles que, se a molécula não apresentar carbono (C), ela é inorgânica. Além disso, se sua estrutura for muito simples, com poucos átomos, a distinção entre substância orgânica e substância inorgânica por ser mais difícil, como é o caso do dióxido de carbono (CO_2), do ácido carbônico (H_2CO_3) e dos carbonatos, que são compostos inorgânicos. Enfatize aos estudantes a dica presente nessa página: "todas as moléculas orgânicas contêm carbono, porém nem todas as moléculas que têm carbono são orgânicas".
- A representação de compostos orgânicos pode ser desafiante para alguns estudantes, visto que omite a maioria dos átomos e exige compreensão sobre geometria. Por conta disso, utilize um tempo maior da aula para se certificar de que todos os estudantes compreenderam os conceitos dessa representação. Para auxiliá-los, construa na lousa uma fórmula estrutural condensada que omita os átomos de carbono e deixe implícitos os átomos de hidrogênio (H), ligados aos de carbono (fórmula estrutural plana).
- Durante esses exercícios, explique também os três postulados de Kekulé. Realize este passo-a-passo utilizando o exemplo do butan-1-ol a seguir.

  A) Fórmula estrutural condensada a partir da fórmula estrutural plana.

  1º passo: Desenhe na lousa a estrutura do exemplo, o butan-1-ol. Não precisa citar seu nome.

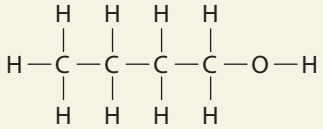
  2º passo: Peça aos estudantes que contem o número de átomos de hidrogênio ligados a cada átomo de carbono.

EM ABERTA

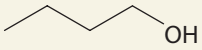
Com esses números, escreva a fórmula estrutural simplificada da substância.

3º passo: Diga aos estudantes que, em compostos orgânicos, os átomos de carbono e de hidrogênio são geralmente ocultados. Reforce que a cadeia carbônica, ou seja, a ligação entre vários átomos de carbono, é a estrutura mais relevante para um composto orgânico, e que é representada por traços ligados por ângulos de aproximadamente 109°, ou, simplificadamente, 135° (um ângulo reto mais a metade de outro ângulo reto). Nessa estrutura, cada vértice representa um átomo de carbono, todas as ligações representadas no desenho se referem a ligações entre os átomos de carbono. Além disso, os átomos diferentes do carbono e do hidrogênio são representados pelo seu símbolo.

A



B $CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—OH$ **C**



Fórmulas estruturais do butan-1-ol. Em (**A**), a fórmula estrutural plana, em que todos os átomos e ligações estão explícitos; em (**B**), a fórmula estrutural parcialmente condensada, em que são omitidos os traços referentes às ligações C − H; e, em (**C**), a fórmula estrutural simplificada, em que os átomos de carbono e hidrogênio, bem como as ligações C − H são omitidas e cada vértice representa um átomo de carbono.

4º passo: Aponte para cada vértice e peça aos estudantes que informem quantos átomos de hidrogênio estão ligados ao átomo de carbono em questão. Como o carbono faz quatro ligações, segundo o primeiro postulado de Kekulé, todas as ligações não representadas no desenho se referem a ligações entre átomos de carbono e de hidrogênio. Assim, como o primeiro átomo de carbono à esquerda está ligado a apenas um outro átomo de carbono, deduz-se que ele está ligado também a três átomos de hidrogênio ($1 + 3 = 4$). Diga que o hidrogênio do grupo −OH é representado porque está ligado a um átomo diferente do carbono.

5º passo: Peça aos estudantes que expressem a fórmula molecular da substância, contando todos os átomos presentes: $C_4H_{10}O$ ou C_4H_9OH.

B) Fórmula estrutural plana a partir da fórmula estrutural simplificada.

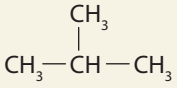
1º passo: Desenhe a fórmula estrutural simplificada do 2-metilpropano na lousa, sem nomeá-lo.

Fórmula estrutural simplificada do 2-metilpropano.

2º passo: Aponte para cada vértice e pergunte aos estudantes o que ele representa. Espera-se que os estudantes concluam que os vértices representam átomos de carbono.

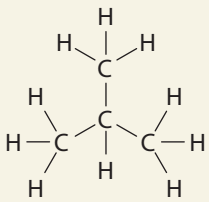
3º passo: Peça aos estudantes que informem a quais e a quantos átomos de hidrogênio cada átomo de carbono está ligado. Espera-se que concluam que, como o átomo carbono faz quatro ligações, o vértice do meio está ligado a apenas um átomo de hidrogênio, enquanto cada um dos demais vértices está ligado a três átomos de hidrogênio.

4º passo: Desenhe a fórmula estrutural parcialmente condensada da substância.



Fórmula estrutural parcialmente condensada do 2-metilpropano.

5º passo: Por fim, desenhe sua fórmula estrutural plana.



Fórmula estrutural plana do 2-metilpropano.

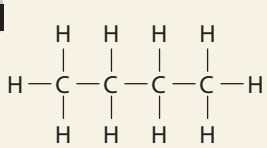
6º passo: Peça aos estudantes que expressem sua fórmula molecular: C_4H_{10}.

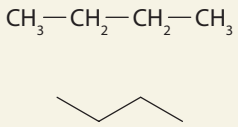
- Diga a eles que na representação da fórmula estrutural não há um lado "para cima" ou "para baixo". Ou seja, as duas fórmulas a seguir representam a mesma substância.

Fórmulas estruturais simplificadas do 2-metilpropano.

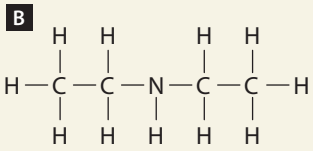
- Desenhe na lousa as fórmulas estruturais planas de outras substâncias e peça aos estudantes que desenhem as respectivas fórmulas condensadas em seus cadernos, e vice-versa. Chame alguns deles à lousa para mostrarem aos demais. Sugerimos os seguintes exemplos.

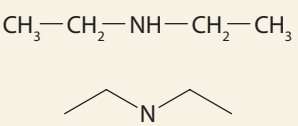
A



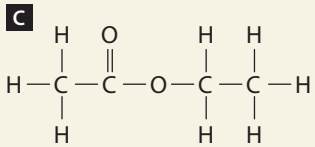


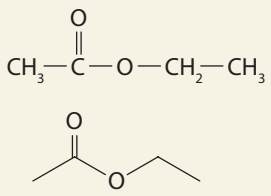
B





C





Fórmulas estruturais planas, parcialmente condensada e simplificada do butano (**A**), da dietilamina (**B**) e do acetato de etila (**C**).

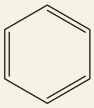
- Se julgar conveniente, cite aos estudantes outros exemplos para o terceiro postulado: a estrutura do benzeno (C_6H_6), um importante reagente para a criação de outros compostos

MODERNA

orgânicos, com seis carbonos na cadeia; e a estrutura do hexano (C_6H_{14}), um solvente industrial amplamente utilizado, também com seis carbonos.

- As cadeias carbônicas podem conter desde um único átomo de carbono até dezenas deles.

Fórmula estrutural simplificada do hexano.



Fórmula estrutural simplificada do benzeno.

- Após estudarem os três postulados de Kekulé, pergunte aos estudantes quantos compostos orgânicos eles supõem que existem. Espera-se que eles concluam ser uma quantidade indefinida, uma vez que virtualmente infinitas combinações são possíveis, considerando-se ramificações, elementos químicos, tipos de ligação, e assim por diante.
- Retorne ao questionamento inicial acerca da composição orgânica dos seres vivos, e diga que grande parte da massa de qualquer ser vivo é composta por substâncias orgânicas das mais variadas. Mas que também não se pode desprezar a importância das inorgânicas. Basta lembrar que cerca de 70% da massa do corpo humano adulto é composta por água.

Páginas 103 a 105

BNCC EM DESTAQUE

- Essas páginas abordam um conteúdo mais técnico e menos reflexivo em comparação com as demais. Ainda assim, apresentam informações importantes que servirão como base para a compreensão dos estudantes sobre Química Orgânica, estimulando o exercício da curiosidade intelectual, o que contribui para o desenvolvimento da **competência geral 2**.
- A abordagem da página **103**, sobre a estrutura e a forma de ação de detergentes, possibilita incentivar os estudantes a refletir sobre a necessidade da higiene pessoal e da higienização dos objetos com os quais temos contato, especialmente após a eclosão da pandemia de COVID-19, o que favorece o desenvolvimento das **competências gerais 8** e **10** e das habilidades **EM13CNT104** e **EM13CNT307**.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Antes de iniciar a abordagem da página **103**, faça um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes a respeito das propriedades da matéria. Para isso, peça a eles que anotem no caderno o que entendem por polaridade, solubilidade e interações intermoleculares. Em seguida, solicite a alguns deles que, voluntariamente, escrevam suas respostas na lousa.
- Depois, com o auxílio dos estudantes, escreva na lousa um resumo de cada uma dessas propriedades da matéria.
  - > Polaridade molecular: propriedade referente à distribuição eletrônica em uma molécula, de acordo com a força de repulsão e de atração elétrica de seus átomos. A polaridade é referenciada pelo momento dipolar, que é a soma dos vetores de dipolo das ligações químicas. Se uma molécula tem momento dipolar zero, ela é apolar e não possui concentração de densidade eletrônica. Se tem momento dipolar maior do que zero, ela é polar e possui concentração de densidade eletrônica.
  - > Solubilidade molecular: propriedade referente à capacidade de uma molécula de se dissolver em outras substâncias. De forma geral, moléculas polares se solubilizam apenas em solventes polares, e moléculas apolares se solubilizam apenas em solventes apolares.
  - > Interações intermoleculares: propriedade referente à força existente entre moléculas próximas. Quanto mais fortes as interações intermoleculares, mais altas as temperaturas de fusão e de ebulição das substâncias.

- Se necessária, relembre com os estudantes situações que exemplifiquem cada uma dessas propriedades, como as estudadas na unidade **1**.
- Após abordar a estrutura e a ação de detergentes, na página **103**, relembre os estudantes de que os compostos orgânicos podem ser desde muito pequenos até extremamente grandes. Questione-os sobre qual seria o nível de eficiência, como detergente, de uma molécula com cauda apolar muito curta. Espera-se que os estudantes digam que sua ação seria pouco efetiva, pois a cadeia apolar, pequena, não dissolveria com eficiência as gorduras, também apolares. Pergunte então sobre o desempenho, como detergente, de uma molécula com cauda apolar extremamente grande. Novamente, ela seria pouco efetiva, pois a molécula seria possivelmente insolúvel em água. Assim, um bom detergente tem moléculas com um tamanho ideal de cauda apolar.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Após abordar a ação de detergentes, apresentada na página **103**, promova uma conversa sobre a importância da higiene no dia a dia, especialmente após a pandemia de COVID-19, causada pelo vírus SARS-CoV-2.
- Peça aos estudantes que, seguindo a estratégia *one minute paper*, escrevam em um pedaço de papel, no tempo de um minuto, ações individuais e coletivas que se tornaram necessárias para o combate à pandemia. Depois, solicite que digam em voz alta algumas dessas ações e escreva-as na lousa, discutindo a efetividade de cada uma e sua explicação do ponto de vista químico, se houver. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XX** deste suplemento.
- Espera-se que os estudantes citem, entre outras ações possíveis, a limpeza das mãos, do corpo, de objetos, da casa e de alimentos. Em todas essas situações, compostos químicos são usados para a eliminação do vírus. Alguns dos produtos de limpeza com esses compostos são os seguintes.

EM MODERNA

> Detergente/sabão: possui compostos com partes polar, garantindo sua solubilidade em água, e apolar, destruindo a camada de gordura que reveste o vírus SARS-CoV-2, eliminando-o.

> Álcool/álcool em gel: a mistura de álcool etílico com água, obrigatoriamente na proporção de 70% de álcool etílico, garante a destruição do vírus por meios químicos. Aproveite para desmentir algumas receitas caseiras para álcool em gel que sugerem o uso de pó de gelatina para formar o gel, uma vez que a gelatina pode ser uma fonte de nutrientes para bactérias, inutilizando o produto.

> Água sanitária: o composto ativo da água sanitária é o hipoclorito de sódio (NaClO), com alto poder oxidante, que também garante a eliminação do vírus.

- Por fim, comente que algumas dessas medidas de proteção devem continuar a ser tomadas para evitar que uma nova contaminação ou pandemia surja no planeta, com consequências gravíssimas para a saúde e para a economia.

- Nas páginas **104** e **105**, os estudantes entram em contato com as formas de classificação de cadeias carbônicas. Esse é um assunto bastante técnico e que pode ser assimilado por meio da prática de exercícios na lousa. Dessa maneira, após terminar a abordagem da página **105**, desenhe na lousa diversos outros exemplos de compostos orgânicos e peça aos estudantes que os classifiquem, respondendo em voz alta.
- Ao abordar a classificação por disposição dos átomos de carbono na cadeia, reforce que os átomos diferentes do carbono não são levados em consideração, apenas os átomos de carbono. Ou seja, um átomo de carbono ligado a dois átomos de carbono, um átomo de hidrogênio e um átomo de oxigênio, será secundário, pois está ligado apenas a dois átomos de carbono. Esse é um potencial ponto de confusão para os estudantes.
- Ao abordar a classificação por natureza dos átomos, reforce que cadeia heterogênea é quando ela apresenta ao menos um átomo diferente do carbono e hidrogênio entre dois ou mais átomos de carbono, caso contrário a cadeia é homogênea.

Páginas 106 a 109

BNCC EM DESTAQUE

- Essas páginas abordam os hidrocarbonetos, compostos orgânicos de fundamental importância para a sociedade, presentes, por exemplo, no petróleo e em seus derivados. O petróleo é a fonte energética primordial no mundo e, por isso, sua exploração e venda movimenta uma grande quantidade de dinheiro e é responsável por conflitos civis e militares. Além disso, o petróleo é uma fonte de energia não renovável e altamente poluidora, causando o agravamento do efeito estufa, a poluição atmosférica e diversas outras complicações para a vida e para o planeta. Por conta dessas características, o trabalho com essas páginas contribui para o desenvolvimento das **competências gerais 7** e **10** e das habilidades **EM13CNT101**, **EM13CNT104**, **EM13CNT105**, **EM13CNT203**, **EM13CNT206**, **EM13CNT303**, **EM13CNT309** e **EM13CNT310**.

- Os aplicativos para dispositivos móveis são ferramentas da **cultura juvenil** que contribuem para aproximar o conhecimento científico do cotidiano dos estudantes.
- A página **106** traz informações gerais sobre a presença de hidrocarbonetos em organismos vivos. Use os exemplos dados, de hormônios e terpenos, para reforçar que compostos orgânicos são fundamentais para o funcionamento de um organismo vivo. Peça aos estudantes que classifiquem os compostos orgânicos citados nessa página, conforme visto nas páginas anteriores.

> Colestano: hidrocarboneto; cadeia mista; possui átomos de carbono primários, secundários, terciários e quaternários; saturado; cadeia homogênea; cadeia alicíclica.

> Limoneno: hidrocarboneto; cadeia mista; possui átomos de carbono primários, secundários e terciários; insaturado; cadeia homogênea; cadeia alicíclica.

> Licopeno: hidrocarboneto; cadeia aberta; possui átomos de carbono primários, secundários e terciários; insaturado; cadeia homogênea; cadeia alicíclica.

- As regras de nomenclatura para hidrocarbonetos, exploradas nas páginas **107** e **108**, servirão como base para a nomenclatura de absolutamente todas as outras funções químicas. Por isso, é de fundamental importância que o assunto seja dominado pelos estudantes. Dê a eles diversos exemplos e convide-os a auxiliá-lo na nomeação dos compostos.

SALA DOS PROFESSORES

- O conteúdo da página **109** traz a discussão sobre o uso de petróleo como fonte energética primordial e não renovável e a dependência mundial desse material. Esse conteúdo possibilita o trabalho conjunto com os professores da área de **Ciências Humanas Sociais e Aplicadas**, principalmente os do componente curricular **Geografia**. Coordene com esses professores a explicação sobre a extração e a produção de petróleo e suas consequências geopolíticas, incluindo invasão de territórios, guerras travadas pelo controle do petróleo (guerra Irã-Iraque, guerra do golfo Pérsico, invasão dos Estados Unidos no Iraque) e variações drásticas de preço (crises do petróleo, petróleo a preços negativos em 2020).
- Enfatize que o petróleo é uma importante fonte de energia, usado na produção de diversos combustíveis, como *diesel*, gasolina e querosene, e como matéria-prima na fabricação de produtos como asfalto, plástico, óleos lubrificantes e outros materiais. Do petróleo também é obtido o gás de cozinha.

MODERNA

- Do ponto de vista ambiental, o petróleo é um grande poluidor atmosférico, de solo e marítimo. Por isso, sugere-se que sejam abordadas também as consequências geopolíticas de propostas de mitigação dessas consequências, incluindo Rio-92, Protocolo de Kyoto, Acordo de Paris e venda de créditos de carbono.
- Para obter informações sobre créditos de carbono, acesse o *site* do *Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia* (Ipam). Disponível em: <https://ipam.org.br/cartilhas-ipam/o-que-e-e-como-funciona-o-mercado-de-carbono/>. Acesso em: 25 maio 2020.
- Para obter mais informações sobre o Acordo de Paris, acesse os *sites* a seguir.
  > Ministério do Meio Ambiente. *Acordo de Paris*. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/clima/convencao-das-nacoes-unidas/acordo-de-paris>. Acesso em: 22 maio 2020.
  > Nações Unidas Brasil. *Adoção do Acordo de Paris*. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acordodeparis/>. Acesso em: 22 maio 2020.

BOXE COMPLEMENTAR *Página 109*

- **Veja a seguir as respostas das questões do boxe complementar da página 109.**

a) Espera-se que os estudantes comentem que a diversificação da matriz energética evita problemas provocados pela escassez de recursos, principalmente dos que não são renováveis, como o petróleo.

b) Espera-se que os estudantes respondam que poderia ser ampliado o transporte de produtos por estradas de ferro e hidrovias, contribuindo para diminuir os custos, a poluição e o consumo de combustíveis fósseis.

Respostas e orientações para as Atividades *Página 110*

1. Alternativa **a**. Existem apenas dois carbonos quaternários na estrutura, localizados um em cada mão e ligados a três metilas.

2. Alternativa **e**.

Para o metano: $-114\,^{\circ}C > T_e > T_f$.

Para o propano: $T_e > -114\,^{\circ}C > T_f$.

Para o eteno: $T_e > -114\,^{\circ}C > T_f$.

Para o propino: $T_e > T_f > -114\,^{\circ}C$

3. a) $CH_3—CH_3$ $CH_2=CH_2$ $CH\equiv CH$

b) Etano, eteno e etino.

c) Espera-se que os estudantes respondam que são cadeias abertas, lineares, homogêneas e insaturadas, com exceção do etano que é saturada.

6. a) O tolueno e o xileno.

b) H_2O, C_7H_8 e C_8H_{10}.

c) Espera-se que os estudantes respondam que a água causa menos impactos ambientais. Comente com os estudantes que solventes como tolueno e xileno são considerados compostos orgânicos voláteis (COV) e seus vapores são poluentes irritantes, tóxicos e potencialmente carcinogênicos. Além disso, esses solventes provêm do petróleo, que não é um recurso renovável.

CAPÍTULO 3
Funções orgânicas II

Objetivos

- Analisar as características e propriedades dos compostos orgânicos oxigenados das funções álcool, aldeído, cetona, ácido carboxílico, fenol, enol, éter e éster, bem como suas regras de nomenclatura.
- Identificar as funções orgânicas que formam a molécula da glicose, responsável pelo armazenamento e obtenção de energia pelos seres vivos.
- Descrever o processo de produção do etanol por meio da fermentação da sacarose.
- Compreender o que é a produção do etanol de segunda geração.
- Identificar os prós e os contras do uso do etanol como combustível em substituição aos combustíveis de origem fóssil.
- Analisar o papel do colesterol no organismo e suas relações com a alimentação e o estilo de vida.
- Analisar o efeito de açúcares, como a sacarose, a glicose e a frutose, na alimentação.
- Reconhecer a importância industrial de compostos orgânicos oxigenados, como o fenol, o éter dietílico e o epoxietano.
- Pesquisar a importância do ômega-3 no organismo e conhecer as propriedades de ácidos carboxílicos usados no dia a dia.
- Identificar as características de ésteres usados como aromatizantes.
- Analisar as características e propriedades dos compostos orgânicos nitrogenados das funções amina e amida, bem como suas regras de nomenclatura.
- Identificar as fórmulas de aminoácidos e compreender seu papel na formação das proteínas.
- Descrever o fenômeno da isomeria entre compostos orgânicos e identificar seus tipos: isomeria plana e estereoisomeria.

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

MODERNA

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem da página **112** contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT309**, pois permite analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introduzir alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.
- A apresentação das esculturas de açúcar, na página **111**, incentiva os estudantes a valorizar e fruir as diferentes manifestações artísticas, contribuindo para desenvolver a **competência geral 3**.
- A abordagem do colesterol na página **113** possibilita trabalhar a **competência geral 8** e o tema contemporâneo transversal **Saúde**, pois instiga os estudantes a investigar a importância e os malefícios do acúmulo de colesterol no organismo.

- Inicie a aula retomando o conceito de hidrocarboneto, destacando que a principal fonte desses compostos é o petróleo.
- Escreva na lousa as fórmulas estruturais de alguns compostos oxigenados, como o etanol (C_2H_5OH), o ácido etanoico (CH_3COOH), a sacarose $(C_{12}H_{22}O_{11})$ e a propanona (C_3H_6O). Nos exemplos mostrados na página **111**, há três compostos conhecidos pelos estudantes, o álcool, o açúcar comum (sacarose) e a acetona. Comente, por exemplo, que o ácido etanoico está presente no vinagre. Ressalte algumas propriedades (como temperatura de ebulição, polaridade, solubilidade em água) de cada um, conduzindo-os a perceber que, embora os compostos sejam constituídos dos mesmos elementos, isso não resulta em propriedades semelhantes.
- Pergunte aos estudantes no que consiste o processo de respiração celular e verifique se eles se lembram da respectiva participação da glicose. Peça aos estudantes que observem a fórmula estrutural da glicose na página **111** e que a comparem com as fórmulas do etanol, do ácido etanoico e da propanona. Eles perceberão semelhanças na presença da carbonila e das hidroxilas.
- Mostre a eles os nomes desses dois grupos e defina as funções álcool e aldeído. Usando a representação no **Livro do estudante**, ressalte que, para um composto pertencer à função álcool, a hidroxila deve estar ligada a um carbono (C) saturado. Comente que em seguida serão estudadas as funções definidas pela presença da hidroxila em um carbono insaturado.
- Use o exemplo do etanol para mostrar, seguindo o quadro da página **111**, como é feita a nomenclatura dos álcoois. Mostre exemplos de álcoois com três e quatro carbonos de cadeia normal para que eles entendam como é feita a numeração para indicar a posição da hidroxila.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Usando a estratégia *quick writing*, peça aos estudantes que respondam à seguinte questão: Por que não existe um composto de nome butan-3-ol? Em seguida, usando a mesma estratégia, escreva na lousa a fórmula estrutural de um enol e de um álcool cíclico e pergunte-lhes se as substâncias representadas pertencem à função álcool.

- Ao abordar a página **112**, explique a ordem de prioridade (grupo funcional, ramificação e insaturação) na nomenclatura dos álcoois usando o exemplo dado no **Livro do estudante**.
- Ao trabalhar a fermentação alcoólica, questione os estudantes sobre a importância dos fungos para a produção industrial e para os ambientes. Verifique se eles reconhecem que os fungos decompositores, junto das bactérias decompositoras, desempenham um importante papel nos ecossistemas, o de decompor a matéria orgânica e fornecer compostos necessários para o desenvolvimento das plantas.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Se julgar conveniente, apresente aos estudantes um vídeo do programa *Pontociência* da UFMG que descreve um experimento investigativo sobre a fermentação da sacarose. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zFm-G7geqPQ>. Acesso em: 9 jun. 2020. Nesse vídeo, observa-se a fermentação da sacarose com a formação de gás carbônico (CO_2). Divida os estudantes em grupos e oriente-os a fazer a montagem experimental. A observação da saída de gás poderá ser feita apenas no dia seguinte. Após as observações, peça que eles analisem as reações da fermentação no **Livro do estudante**, pesquisem sobre fermentação da sacarose para a produção de etanol e respondam às seguintes questões no caderno.
  - **a)** Quais são as semelhanças entre a atividade feita por eles e o processo de produção do etanol por fermentação?
  - **b)** Desenhe um fluxograma do processo de produção do etanol.
  - **c)** O que é a produção de etanol de segunda geração?

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Ao final da atividade prática investigativa sugerida no vídeo anterior, peça aos estudantes que expliquem a importância do controle negativo nesse experimento. Verifique se eles perceberam que esse controle permite comparar o resultado esperado com a mesma situação sem a característica que se espera investigar.

- Ao ler com os estudantes primeiro boxe **Dica** da página **112**, ressalte que a água dissolve a sacarose para a conversão enzimática, porém ela não é reagente.

MODERNA

TROCANDO IDEIAS

Página 112

Objetivos

- Refletir sobre vantagens e desvantagens do etanol como combustível para automóveis, da produção da matéria-prima à queima do combustível.
- Argumentar sobre essas questões com base em informações confiáveis.
- Respeitar a opinião dos colegas.

Orientações

- Oriente os estudantes a, voluntariamente, formar dois grupos. Um dos grupos pesquisará aspectos relacionados às vantagens do etanol como combustível. Eles devem pesquisar informações referentes ao plantio e à colheita da matéria-prima, à produção e ao transporte do etanol e à queima.
- O outro grupo deverá focar suas pesquisas em aspectos relacionados às desvantagens do etanol como combustível, considerando o plantio e a colheita da matéria-prima, a produção e o transporte do etanol e a queima nos veículos.
- Atue como mediador da discussão, possibilitando que os grupos exponham seus argumentos de forma organizada. Quando necessário, intervenha complementando as informações pesquisadas pelos estudantes, mas deixe que eles cheguem a uma conclusão com base em seus argumentos.

Resposta

- Os estudantes podem citar vantagens como: uso de combustível renovável; menor emissão de gases poluentes na atmosfera, comparado à gasolina e ao *diesel*; geração de empregos no plantio e na colheita da cana e na produção do etanol. Como desvantagens, os estudantes podem citar: necessidade de usar grandes áreas para o plantio da cana, que poderiam ser aproveitadas para o cultivo de alimentos; aumento do desmatamento para aumentar a área de plantio de cana; emissão de gases poluentes na atmosfera durante a queima da cana para colheita; empobrecimento dos solos devido à monocultura; menor rendimento energético comparado aos combustíveis fósseis; entre outras.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Após a discussão da questão proposta no boxe **Trocando ideias**, organize um debate com os estudantes sobre o tema usando a estratégia *fishbowl*. Veja mais orientações para o debate na página **XX** deste suplemento.

- A questão **3** da página **113** pode ser usada para retomar conceitos sobre a produção e a função do colesterol no organismo, do componente curricular **Biologia**. É possível também aproveitar esse momento para mostrar a relação entre esses componentes curriculares, comentando a complementaridade da **Química**, que estuda a fórmula, a composição, a estrutura, a propriedade das substâncias e a **Biologia**, que trata da presença desse mesmo composto no corpo humano, mencionando que essa fusão caracteriza a área da ciência conhecida como **Bioquímica**.
- Ao iniciar a explicação sobre a função aldeído, na página **113**, faça a ressalva de que, para caracterizar essa função, a carbonila deve estar necessariamente na extremidade da cadeia carbônica.
- Converse com os estudantes sobre a questão **4**, solicitando a eles uma resposta. É bastante provável que alguém cite o formol. Explique então que o formol é uma solução de metanal ou formaldeído em água, usando o parágrafo logo abaixo. Aproveite para frisar sobre a toxicidade do formol, lembrando todas as medidas de segurança, incluindo os equipamentos de proteção para lidar com esse tipo de composto.
- Comente que esse é o aldeído de menor cadeia carbônica. Oriente-os a ver a fórmula no **Livro do estudante**. Apresente a regra de nomenclatura para os aldeídos, destacando a semelhança com a regra usada para os álcoois. Cabe ressaltar aos estudantes que a ligação dupla presente na carbonila não altera a nomenclatura do composto, como as insaturações entre carbonos, pois trata-se de uma dúvida bastante comum.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Usando a estratégia *one minute paper*, peça aos estudantes que respondam à seguinte questão: Por que ao nomear um aldeído com quatro carbonos podemos escrever apenas butanal, não sendo necessário escrever butan-1-al? Para auxiliá-los, escreva a fórmula estrutural do composto na lousa.

TROCANDO IDEIAS

Página 113

Objetivos

- Refletir sobre os prejuízos à saúde causados pelo consumo excessivo de bebidas alcoólicas.
- Identificar problemas que o consumo excessivo de bebidas alcoólicas pode causar à sociedade.

Orientações

- Essa atividade incentiva os estudantes a pesquisar, refletir e discutir sobre uma situação de vulnerabilidade a que os jovens estão direta e indiretamente expostos, o alcoolismo, um tema que está relacionado à **cultura juvenil** e à saúde mental dos estudantes.
- Inicie a abordagem do boxe solicitando aos estudantes que pesquisem artigos sobre os problemas que o alcoolismo pode provocar no organismo. O *site* do *Ministério da Saúde* traz algumas dessas informações. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/dicas-em-saude/412-alcoolismo>. Acesso em: 31 jul. 2020.
- Apresente aos estudantes reportagens e manchetes envolvendo acidentes provocados por motoristas alcoolizados e solicite que pesquisem dados sobre as quantidades de acidentes que ocorreram por esse motivo, no Brasil, nos últimos anos.

PROVA

- Solicite que pesquisem no *site* do departamento de trânsito as penalidades para os motoristas que dirigem sob efeito de álcool.
- Oriente-os também a pesquisar outros problemas causados à sociedade pelo consumo excessivo de álcool, como a violência doméstica.
- Com todas essas informações em mãos, promova a discussão proposta no boxe.

Resposta

- O objetivo dessa atividade é levar os estudantes a reconhecer que o consumo excessivo de bebidas alcoólicas, além dos problemas de saúde relacionados, também causa problemas sociais, como acidentes de trânsito com feridos e mortes, danos materiais, violência doméstica, vandalismo, ruptura de relacionamentos, acidentes de trabalho, perda de emprego, aumento da demanda de atendimentos hospitalares, entre outros problemas.

- Ao iniciar a explicação sobre as cetonas, na página **113**, ressalte que, para caracterizar essa função, a carbonila deve estar necessariamente em um carbono secundário. Compare a estrutura das cetonas e dos aldeídos e mostre como distinguimos essas funções. Use exemplos de cetonas e aldeídos de cadeia cíclica, pois são os casos em que surgem mais dúvidas.
- Na página **114**, apresente a regra de nomenclatura para as cetonas, destacando a semelhança com a regra usada para os álcoois. Lembre os estudantes de que também deve ser respeitada a ordem de prioridade entre grupo funcional, ramificação e insaturação.
- A hidrólise da sacarose, vista no processo de produção do etanol, é chamada inversão da sacarose. A mistura de glicose e frutose obtida nessa reação é chamada açúcar invertido. Essa mistura tem sabor mais doce que o da sacarose. Portanto, comparado a ela, utiliza-se quantidade menor de açúcar invertido para adoçar um produto.

$$\underset{\text{sacarose}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{invertase}} \underset{\text{glicose}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{frutose}}{C_6H_{12}O_6}$$

- Faça uma comparação entre as fórmulas da glicose e da frutose. Mostre aos estudantes que essas substâncias apresentam mais de um grupo funcional em suas moléculas: a glicose apresenta as funções álcool e aldeído e a frutose apresenta as funções álcool e cetona.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- O consumo de açúcares como a sacarose, a frutose e a glicose está associado a dois problemas de saúde pública: a obesidade e o diabetes. Veja mais informações no artigo *Consumo de frutose e impacto na saúde humana*.Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/323020110_Consumo_de_frutose_e_impacto_na_saude_humana#:~:text=Determinados%20a%C3%A7%C3%BAcares%20de%20adi%C3%A7%C3%A3o%20dos,%2C%20c%C3%A2ncer%2C%20dislipidemia%20e%20aterosclerose>. Acesso em: 11 ago. 2020. Esse artigo apresenta algumas características dessas substâncias e mostra como a frutose presente nas frutas também pode ser prejudicial sob certas condições. Apresente aos estudantes as principais informações desse artigo. Depois, abra uma discussão em sala e, em seguida, proponha que respondam às seguintes questões.
  - **a)** Faça uma lista dos alimentos que você costuma ingerir no dia a dia.
  - **b)** Verifique quais deles são ricos em açúcares.
  - **c)** Proponha formas de substituí-los por opções mais saudáveis.

BNCC EM DESTAQUE

- A atividade sugerida anteriormente no boxe **Atividade complementar** incentiva os estudantes a refletir em aspectos relacionados à manutenção da saúde, contribuindo para desenvolver a **competência geral 8**, além de abordar o tema contemporâneo transversal **Saúde**.

Página 115

- Antes de iniciar a explicação sobre os fenóis faça uma revisão sobre o que são compostos aromáticos. Em seguida, lembre os estudantes de que, para uma substância ser classificada como álcool, ela deve conter uma hidroxila ligada a um átomo de carbono saturado.
- Explique que os fenóis são compostos em que a hidroxila está ligada a um átomo de carbono contido em uma cadeia aromática e, portanto, são insaturados. Usando o exemplo apresentado no **Livro do estudante**, da molécula do estradiol, mostre a diferença entre uma hidroxila que define a função fenol e uma que define a função álcool.
- Ao iniciar a página **115**, explique as regras de nomenclatura para os fenóis, usando os exemplos apresentados no **Livro do estudante**. Comente sobre as aplicações do ácido pícrico $(C_6H_3N_3O_7)$, que, por ser altamente reativo, era usado na fabricação de explosivos.
- Para introduzir a função éter, na página **115**, pergunte aos estudantes qual é o composto que eles associam à palavra éter. Muitos, provavelmente, citarão o éter anestésico. Explique então que o termo éter, assim como acontece com álcool, costuma ser usado para designar uma substância, mas na verdade trata-se do nome de um grupo de substâncias.
- Peça aos estudantes que observem a fórmula estrutural da sacarose atentando-se aos grupos que definem a função éter. Explique que essa substância também possui hidroxilas que definem a função álcool.
- Explique que a sacarose é degradada em glicose e frutose ao ser digerida, assim como ocorre na reação de hidrólise estudada anteriormente, para obter o açúcar invertido.
- Para explicar a nomenclatura dos éteres, comece com o exemplo do etoxietano presente no **Livro do estudante**. Comente que essa substância se refere ao éter anestésico, e começou a ser utilizada para essa finalidade ainda no século XIX. Ela foi substituída gradativamente por outros anestésicos em procedimentos cirúrgicos. Atualmente, é muito usada como

MODERNA

solvente apolar nas indústrias, em processos de extração de óleos, gorduras, essências, entre outras utilidades.

- Peça que eles observem a fórmula do epoxietano, conhecido comercialmente como óxido de etileno. Esse é um composto de grande importância industrial, usado como um intermediário na produção de etilenoglicol e outros produtos químicos, e como um esterilizante para alimentos e materiais de uso médico.

Páginas 116 e 117

BNCC EM DESTAQUE

- As questões **4** e **5** da página **116** e a análise da tirinha da página **117** incentivam os estudantes a refletir sobre aspectos relacionados à manutenção da saúde, contribuindo para desenvolver a **competência geral 8**, além de abordar o tema contemporâneo transversal **Saúde**.
- A análise da tirinha da página **117** também contribui para desenvolver a **competência geral 3**, pois incentiva os estudantes a fruir e valorizar expressões artísticas.

- Após os estudantes responderem à questão **4**, sobre o consumo de alimentos que contêm ômega-3, incentive-os a refletir sobre seus hábitos alimentares a fim de identificar o que pode ser melhorado. Em seguida, peça que eles observem a fórmula desse composto.
- Explique o que é o grupo carboxila e comente que a presença dele define a função ácido carboxílico. Diga que, pelo fato de o carbono ser tetravalente, a carboxila sempre estará na ponta da cadeia.
- Para explicar a nomenclatura dos ácidos carboxílicos, use as fórmulas dos ácidos etanoico e butanoico presentes na página **116**. Mostre para os estudantes que, assim como ocorre com a carbonila dos aldeídos, não é necessário indicar a posição da carboxila no nome do composto.
- Apresente as aplicações de outros ácidos carboxílicos descritos no **Livro do estudante**. Chame a atenção ao ácido etanoico pela sua presença no vinagre. Comente que ele também é conhecido como ácido acético e que ácidos desse tipo, considerados ácidos orgânicos, são mais fracos que os ácidos inorgânicos.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Apresente aos estudantes fórmulas de compostos que contenham as funções álcool, aldeído, cetona, fenol e ácido carboxílico. Peça-lhes que, em duplas, identifiquem as funções orgânicas presentes em cada fórmula.

- Peça aos estudantes que reflitam sobre a questão **5** e façam uma autoavaliação de sua alimentação a fim de propor medidas que a melhorem.
- Peça aos estudantes que observem a fórmula do ácido ascórbico $C_6H_8O_6$. Em seguida, pergunte qual é a função orgânica determinada pelas hidroxilas presentes na fórmula. Eles apontarão para a função álcool, portanto, pergunte se todas as hidroxilas são da função álcool. Caso eles não identifiquem que existem hidroxilas ligadas a carbonos insaturados, lembre-os de que nos álcoois a hidroxila precisa estar ligada a um carbono saturado.
- Explique então que a presença de uma hidroxila ligada a um carbono insaturado, que não faça parte de uma cadeia aromática, define a função enol. A fórmula do ácido ascórbico é um bom exemplo para reforçar a identificação de cadeias aromáticas. É comum os estudantes definirem qualquer cadeia fechada insaturada como aromática.
- Apresente a nomenclatura dos enóis, mostrando que deve ser seguida a mesma regra dos álcoois, mudando o intermediário. Além disso, por causa da presença da ligação dupla, esse intermediário estará acompanhado de um número.
- Peça aos estudantes que leiam a tirinha e opinem sobre a questão **6** da página **117**. Explique que existem substâncias artificiais que imitam o aroma de algumas frutas, e que essas substâncias pertencem a uma função orgânica chamada éster. Aproveite essa tirinha para incentivá-los a refletir sobre como deve ser o consumo de produtos alimentícios ultraprocessados. Oriente-os a acessar o *Guia alimentar para a população brasileira*, produzido pelo Ministério da Saúde. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf>. Acesso em: 27 maio 2020. Nesse guia, eles obterão mais informações sobre as diferenças entre os alimentos *in natura,* os processados e os ultraprocessados, além de orientações sobre como é recomendado consumir cada um deles.
- Mostre na fórmula do ácido ascórbico a presença do grupo éster, comparando-a com a fórmula geral dos ésteres que aparece após a tirinha. Explique que no ácido ascórbico o grupo funcional está em uma cadeia fechada, mas os aromatizantes são majoritariamente ésteres de cadeia aberta.
- Apresente a nomenclatura dos ésteres, usando os exemplos dados na página **117**.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Forneça aos estudantes as fórmulas dos aromatizantes de banana, maçã, morango, menta e abacaxi e peça-lhes que escrevam os respectivos nomes.

Páginas 120 a 122

BNCC EM DESTAQUE

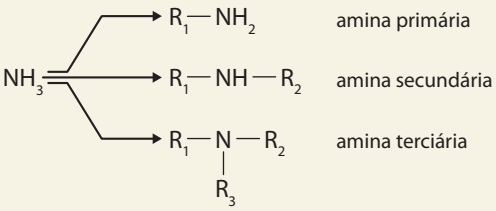
- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT309** ao mencionar o biodiesel, pois permite analisar questões socioambientais, políticas e econômicas referentes à dependência que o mundo atual tem dos recursos não renováveis e discutir a necessidade de haver alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando

MODERNA

diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.

- A questão **5** da página **121** incentiva os estudantes a autoavaliar sua alimentação, principalmente relacionada ao consumo de proteínas, contribuindo para desenvolver a **competência geral 8** e o tema contemporâneo transversal **Saúde**.

- Inicie a aula perguntando aos estudantes se conhecem alguma bebida que contenha cafeína. Possivelmente, muitos citarão o café, e talvez também saibam que bebidas como o guaraná e o chá-mate também contêm cafeína. Discuta com eles sobre os efeitos estimulantes dessa substância e de como seu efeito é praticamente instantâneo, citando outras bebidas que a contenha, como as bebidas energéticas. É importante que eles reconheçam que a cafeína é uma substância psicoestimulante, embora seu consumo seja naturalizado culturalmente. No entanto, muitas pessoas podem apresentar mais sensibilidade a essa substância, o que pode levar ao aumento da ansiedade e da irritabilidade, ocasionar alterações na frequência cardíaca e no sono, espasmos ou tremores musculares, irritação das paredes do esófago e do estômago (gerando refluxo gastroesofágico e/ou gastrite), entre outros efeitos colaterais. Por isso, seu consumo deve ser moderado ou, em alguns casos, restrito.
- Peça a eles que observem a fórmula estrutural da cafeína na página **120** e troquem ideias com os colegas sobre as questões **1** a **3**. É importante eles compreenderem que o consumo excessivo de cafeína pode ser prejudicial à saúde. Se julgar conveniente, sugira uma pesquisa sobre os malefícios do excesso de cafeína.
- Explique que, assim como ocorre com as funções orgânicas oxigenadas, existem algumas funções orgânicas nitrogenadas definidas pela forma como os átomos de nitrogênio aparecem ligados aos outros átomos da molécula.
- Explique, usando a ilustração da página **120**, o mecanismo de ação da dopamina no organismo, lembrando que essa é uma das substâncias liberadas pela ingestão da cafeína. Defina a função amina por meio da fórmula estrutural da dopamina.
- Diga aos estudantes que, as aminas são compostos derivados da amônia (NH_3) pela substituição de um ou mais hidrogênios diretamente ligados ao átomo de nitrogênio por um substituinte orgânico. As aminas são classificadas em primárias, secundárias ou terciárias de acordo com a quantidade de átomos de hidrogênio que foram substituídos. O esquema abaixo apresenta a classificação das aminas de acordo com o número de hidrogênios que foram substituídos por radicais orgânicos, genericamente representados por R_1, R_2 e R_3.



- Inicie a abordagem da página **121** perguntando aos estudantes a importância das proteínas no organismo. Verifique se eles respondem que as proteínas têm diversas funções no organismo, destacando a formação de tecidos e a manutenção e renovação de células.
- Peça aos estudantes que observem as fórmulas da lisina e da valina no **Livro do estudante** e digam quais são as funções orgânicas presentes nesses compostos. Com base nessas respostas, apresente a definição de aminoácido.
- A discussão das questões **4** e **5** da página **121** pode ser um bom momento para associar o estudo desse assunto com o componente curricular **Biologia**, tratando das funções das proteínas no nosso organismo.
- Para introduzir a função amida e buscar a resposta da questão **6** da página **121**, você pode propor uma pesquisa sobre a medição da quantidade de creatinina e ureia nos exames de urina, cujo objetivo é verificar o funcionamento dos rins. Essa pesquisa leva os estudantes a conhecer mais a respeito do próprio corpo a fim de cuidar de sua saúde, destacando a importância dos exames clínicos para detectar doenças.
- Peça aos estudantes que observem a fórmula da ureia na página **122** para, com base nela, definir a função amida. Apresente sua regra de nomenclatura.
- Ao abordar as amidas, na página **122**, proponha uma pesquisa sobre as poliamidas, em particular o *nylon*, um material amplamente conhecido e utilizado. Se possível, leve um objeto feito de *nylon* para mostrar aos estudantes.
- Para introduzir o conceito de isomeria, forneça modelos moleculares ou bolas de isopor e palitos de madeira de maneira que os estudantes possam montar as fórmulas apresentada na página **122**, do etanol e do metoximetano. Antes de iniciar a atividade, peça a eles que marquem nas bolas de isopor o símbolo dos elementos. Oriente-os quanto ao número de átomos de cada elemento químico. Diga que devem montar duas fórmulas estruturais diferentes, obedecendo ao número de ligações covalentes de cada átomo.
- Ao terminar de montar as fórmulas, solicite que identifiquem à qual função orgânica cada composto pertence. Volte então ao **Livro do estudante** e apresente o quadro que compara as propriedades dos compostos. Em seguida, defina o que são compostos isômeros.

Página 123

- Explique aos estudantes que existem diferentes tipos de isomeria entre os compostos. Inicialmente, serão estudados os casos de isomeria plana, em que as moléculas diferem pelo tipo de cadeia, função orgânica, posição de heteroátomos, grupos funcionais, ramificações e insaturações.
- Retomando o primeiro exemplo, do etanol e do metoximetano, explique aos estudantes que esse tipo de isomeria é chamado de isomeria de função, pois os compostos apresentam funções orgânicas diferentes. Além de éteres e álcoois, outros exemplos de isômeros de funções ocorrem com os ésteres e ácidos carboxílicos ou com os aldeídos e cetonas.
- A estratégia de usar os modelos moleculares ou bolas e palitos de isopor é propícia para os estudantes montarem moléculas que sejam isômeros de cadeia, posição e com-

EXEMPLAR

pensação. É possível dividir a sala em grupos e fornecer *kits* com um determinado número de átomos. Em seguida, peça, por exemplo, que os estudantes montem duas fórmulas estruturais diferentes que resultem na fórmula molecular C_5H_{10}. Assim que eles montarem as fórmulas, peça que identifiquem a diferença entre elas e estabeleçam as características de cada tipo de isomeria plana.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Divida os estudantes em grupos e, usando os *kits* moleculares ou bolas de isopor e palitos de madeira, peça a eles que montem quatro fórmulas estruturais para a fórmula molecular C_4H_8. Em seguida, eles devem combinar essas fórmulas duas a duas, escrever a estrutura no caderno e classificar o tipo de isomeria plana que ocorre entre elas.

BOXE COMPLEMENTAR *Página 124*

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessa página contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT104** ao mencionar a talidomida, pois permite avaliar benefícios e 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 tanto para seu uso quanto para o respectivo descarte responsável.

- Peça aos estudantes que leiam o texto do **boxe complementar**. O assunto abordado nele possibilita uma discussão ética sobre o uso de medicamentos sem ter sua eficácia e seus efeitos colaterais exaustivamente pesquisados. Se julgar conveniente, retome com os estudantes as diversas discussões sobre o uso de medicamentos para combater a COVID-19 em 2020 sem pesquisar completamente sua eficácia.
- **Veja a seguir as respostas das questões do boxe complementar da página 124.**
  - **a)** Espera-se que os estudantes comentem que a execução de vários testes, sob diferentes condições, é necessária para avaliar a eficácia e a segurança dos medicamentos, identificando as dosagens mais adequadas, contraindicações, efeitos colaterais e possíveis riscos.
  - **b)** Espera-se que os estudantes citem a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária).

Páginas 124 e 125

BNCC EM DESTAQUE

- O boxe **Trocando ideias** da página **125** incentiva os estudantes a refletir sobre os malefícios do consumo excessivo de alimentos processados e ultraprocessados que contêm gorduras trans, levando-os a tomar medidas que melhorem a saúde. Esse tema contribui para desenvolver a **competência geral 8** e o tema contemporâneo transversal **Saúde**.

- Inicie a explicação sobre os diastereoisômeros, na página **124**, mostrando a impossibilidade de rotação dos átomos de carbono por causa da presença da ligação dupla. Use os modelos moleculares para os estudantes visualizarem de forma concreta.
- Defina a terminologia *cis* e *trans* e mostre, usando exemplos, quais são as condições necessárias para ocorrerem. Nos exemplos, use ligantes diferentes para que os estudantes ampliem a compreensão sobre esse tipo de estrutura.
- Explique aos estudantes, usando as fórmulas no início da página, que a nomenclatura das estruturas *cis* e *trans* segue as regras de nomenclatura já estudadas, basta acrescentar a palavra *cis* ou *trans* no início.
- Mostre as fórmulas dos ácidos graxos *cis* e *trans* e pergunte aos estudantes se eles conhecem o termo "gordura *trans*". Converse com os estudantes sobre esse tipo de gordura em alimentos industrializados. Divida-os em grupos para elaborarem o trabalho solicitado no boxe **Trocando ideias** da página **125**.

Página 125

TROCANDO IDEIAS

Objetivos

- Analisar os malefícios do consumo em excesso de alimentos que contêm gordura *trans*.
- Avaliar sua alimentação e verificar se precisa mudar seus hábitos alimentares.
- Identificar alimentos ricos em gordura *trans*.
- Interpretar as informações contidas em um rótulo de produtos industrializados.
- Organizar uma campanha.
- Elaborar materiais de divulgação.

Orientações

- Durante a pesquisa das informações sobre os malefícios do consumo excessivo de gordura *trans*, verifique se os estudantes estão consultando fontes de informações confiáveis.
- Ao identificar os alimentos que contêm gordura *trans*, oriente-os a procurar essas informações nos rótulos dos produtos. Eles podem observar em produtos de sua residência ou ir a um supermercado. Oriente-os também a consultar produtos que são largamente consumidos. Peça que citem outras informações geralmente encontradas em um rótulo de produtos industrializados.
- Antes de montar os cartazes, oriente-os a planejar as informações que serão inseridas e a determinar quantos cartazes precisarão produzir, qual será o público-alvo e onde afixarão os cartazes.

MODERNA

Resposta

- Espera-se que os estudantes percebam que o consumo de gordura *trans*, principalmente proveniente de alimentos industrializados, aumenta os níveis do colesterol LDL e aumenta muito os riscos de problemas cardiovasculares. Espera-se que os estudantes verifiquem as informações referentes à presença de gordura *trans* em diversos alimentos industrializados, principalmente nos que eles geralmente ingerem no cotidiano. Essa atividade leva-os a refletir sobre possíveis mudanças de hábitos a fim de cuidar da própria saúde.

- Retome o texto sobre a talidomida, na página **124**, e explique que se trata de um composto opticamente ativo. Usando os modelos moleculares, mostre que, em razão da geometria tetraédrica do átomo de carbono, fórmulas aparentemente iguais quando representadas na forma plana, são diferentes na realidade.
- Apresente o conceito de carbono quiral usando os modelos moleculares para um composto de fórmula mais simples.

Respostas e orientações para as Atividades

Páginas 118 e 119

1. Alternativa **a**. O composto **A** apresenta uma hidroxila (−OH) em uma extremidade de sua estrutura, portanto apresenta função álcool. O composto **B** apresenta a função éster (−COOC−) no meio da estrutura.

2. Alternativa **a**.

a) Correto.

b) Incorreto. Todos os átomos de carbono apresentam hibridação sp^2.

c) Incorreto. Não há função éster na estrutura.

d) Incorreto. A fórmula molecular correta é $C_7H_6O_3$.

e) Incorreto. Não há função álcool na estrutura.

3. **a)** BHA: fenol e éter. BHT: fenol. PG: fenol e éster. TBHQ: fenol.

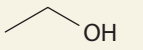
b) Fenol.

c) BHA: butil-hidroxianisol. BHT: butil-hidroxitolueno PG: galato de propila. TBHQ: terc-butil-hidroquinona.

d) BHA: 2-terc-butil-4-metoxifenol; BHT: 2,6-di-terc-butil-4-metilfenol; PG: 3,4,5-trihidroxi-benzoato de propila; TBHQ: 2-terc-butil-1,4-dihidroxi-benzeno.

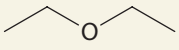
e) Resposta pessoal. Os estudantes podem citar óleo vegetal, manteiga, *ketchup*, maionese, entre outros.

7. **a)**



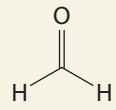
Fórmula estrutural simplificada do etanol.

b)



Fórmula estrutural simplificada do etoxietano.

c)

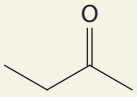


Fórmula estrutural do metanal.

d)

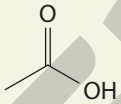
Fórmula estrutural simplificada do propan-2-ol.

e)



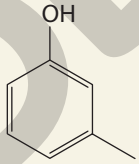
Fórmula estrutural simplificada da butanona.

f)



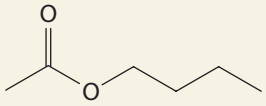
Fórmula estrutural simplificada do ácido etanoico.

g)



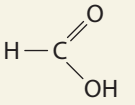
Fórmula estrutural simplificada do 3-metil-fenol.

h)



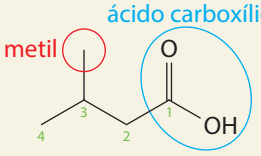
Fórmula estrutural simplificada do etanoato de butila.

8.



Fórmula estrutural plana do ácido metanoico.

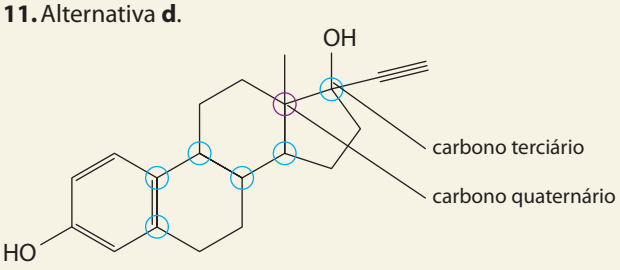
10. Alternativa **d**.



Fórmula estrutural simplificada do ácido 3-metilbutanoico e seus grupos funcionais.

MODERNA

11. Alternativa **d**.



Fórmula estrutural simplificada do etinilestradiol.

Página 126

4. Soma: 01 + 02 + 04 + 08 = 15

01 - Correto.

02 - Correto.

04 - Correto.

08 - Correto.

5. Soma: 01 + 08 = 09

01 - Correto.

02 - Incorreto. Essa limitação não existe. Diversas substâncias naturais apresentam mais de um átomo de carbono quiral, tal como o aminoácido isoleucina, que possui dois átomos de carbono quirais.

04 - Incorreto. Uma mistura racêmica é formada por porcentagens iguais do isômero dextrógiro e levógiro, resultando em uma mistura opticamente inativa.

08 - Correto.

CAPÍTULO 4
Introdução à Óptica

Objetivos

- Compreender que os conhecimentos sobre a luz evoluíram ao longo de um contexto histórico.
- Reconhecer a importância do desenvolvimento de instrumentos, como os microscópios e os telescópios, que ampliaram a capacidade de observação humana.
- Conhecer alguns tipos de microscópio.
- Conhecer alguns tipos de telescópio.
- Conhecer o comportamento da luz em diferentes ambientes.
- Identificar e conceituar as fontes de luz em primárias ou secundárias, pontuais ou extensas.
- Entender a formação das sombras, a ocorrência dos eclipses solar e lunar e como se dá o funcionamento de uma câmara escura de orifício.
- Compreender os princípios de propagação da luz e conhecer suas aplicações.
- Conhecer os meios de propagação da luz e identificá-los como transparentes, translúcidos e opacos.
- Conceituar os diferentes fenômenos ópticos: reflexão, refração, absorção e dispersão.
- Explicar como objetos não luminosos podem ser vistos.
- Compreender a reflexão da luz de forma regular e difusa.
- Aplicar os conceitos e os princípios fundamentais da Óptica geométrica em diferentes situações do dia a dia.

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

Páginas 127 a 130

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento das **competências específicas 1** e **2 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, pois possibilita aos estudantes compreender como os processos tecnológicos e o desenvolvimento de equipamentos que ampliaram a capacidade de observação humana, como o microscópio e o telescópio, permitiram estudos sobre a estrutura da matéria e da vida em sua diversidade de formas, níveis de organização e interpretações sobre a dinâmica do Universo que antes não eram possíveis.
- Também contribui para o desenvolvimento da **competência específica 3 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e da habilidade **EM13CNT303** ao abordar na página **127** informações difundidas por meios digitais, promovendo as capacidades de seleção e interpretação de textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza.
- Ainda permite desenvolver o tema contemporâneo transversal **Ciência e Tecnologia** ao trabalhar os avanços científicos em diversas áreas do conhecimento com o uso de microscópios, tanto os ópticos como os eletrônicos de varredura e de transmissão, e de telescópios refratores e refletores. A utilização desses equipamentos possibilitou ao ser humano a observação dos detalhes de pequenos objetos e o estudo de objetos grandes, mas muito afastados de nós.
- O boxe **Trocando ideias** da página **127** incentiva os estudantes a exercitar a empatia, trocar ideias e respeitar as opiniões dos colegas, contribuindo assim para desenvolver a **competência geral 9**.

- Inicie o trabalho desse capítulo explicando que a Óptica é o estudo de fenômenos relacionados à luz e à visão e que esta é o sentido responsável por grande parte das informações que recebemos do ambiente ao redor.

  Se julgar interessante, divida a turma em grupos e peça a eles que façam uma lista relacionando instrumentos, situações e processos associados com a luz e a visão. Assim que finalizarem, solicite a um estudante de cada grupo que cite alguns dos elementos listados por eles e registre-os na lousa.

  Para finalizar, oriente-os a classificar os instrumentos listados na lousa em três grupos: receptores e registradores de imagens; fontes de luz; e projetores e ampliadores de imagens, ou equipamentos de observação. Veja se eles citaram entre os elementos o olho humano e chame a atenção explicando

MODERNA

que se trata de um sistema sensível à luz que recebe dos objetos, registrando suas imagens no cérebro.

Essa atividade inicial permite melhor comunicação entre os estudantes e a verificação de seus conhecimentos prévios sobre a luz e sua interação com os objetos.

- Aproveite para abordar a questão **1** da página **127** e proporcione um tempo para que os estudantes possam trocar experiências ao contar para a turma se já vivenciaram situações quanto à dificuldade em observar objetos muito distantes ou muito pequenos e se fizeram uso de algum tipo de instrumento de observação. Essa conversa contribui para aproximar o conteúdo trabalhado ao cotidiano deles.
- Se julgar interessante, leia a manchete apresentada na página **127** com a turma e veja a possibilidade de acessar o vídeo que mostra o movimento de células vivas que migram através do interior da orelha de um pequeno peixe-zebra. O movimento é gravado em um vídeo tridimensional e de alta qualidade.

  Comente com os estudantes sobre a importância do desenvolvimento e da divulgação de novos conhecimentos na área de **Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e como fazer uma investigação científica buscando fontes de informação confiáveis, promovendo um olhar cada vez mais crítico. Essa busca se dá por meio da leitura e do acesso a fontes confiáveis, como artigos publicados em revistas científicas e *sites* oficiais ligados a universidades.

  Aproveite para desenvolver a **competência geral 2** exercitando a curiosidade intelectual dos estudantes, incluindo a investigação e a análise crítica de novas descobertas científicas.

TROCANDO IDEIAS

Página 127

Objetivos

- Incentivar a leitura, a análise e a interpretação de textos científicos.
- Identificar e explicar o potencial de novas descobertas a partir do uso do microscópio 3D.
- Relacionar a pesquisa à produção de conhecimento científico sobre o funcionamento do corpo humano e a novas possibilidades do desenvolvimento de tratamentos médicos.

Orientações

- Certifique-se de que todos os estudantes compreenderam o objetivo da atividade e verifique a possibilidade de organizá-los em duplas.
- Oriente-os a buscar informações em artigos de revistas científicas ou de universidades e a anotar suas interpretações e ideias, permitindo retomar ou completar hipóteses iniciais.
- Peça a eles que busquem informações sobre como o desenvolvimento tecnológico e a combinação de tecnologias podem contribuir para os avanços nas diferentes áreas das Ciências.
- Chame a atenção dos estudantes sobre como o uso do microscópio 3D permite a observação de células em seu ambiente natural e a possibilidade de novos estudos relacionados à medicina e à saúde humana.

Resposta

- Os objetivos dessa atividade são levar os estudantes a identificar e explicar o potencial de novas descobertas a partir do uso do microscópio 3D; bem como fazê-los relacionar a pesquisa à produção de conhecimento científico sobre o funcionamento do corpo humano e ao desenvolvimento de tratamentos médicos.

  É importante que os estudantes percebam que compreender e observar o funcionamento de organismos vivos em nível celular possibilita conhecer o desenvolvimento de algumas doenças, a atuação do sistema imunológico, a ação de medicamentos no corpo, entre outras situações. Isso permite criar novos formas de prevenir e tratar doenças, por exemplo.

- Veja a possibilidade de levar para a sala de aula algumas lupas. Peça aos estudantes que façam uso das lupas para observar objetos e descrever o que veem. Eles precisam perceber que a lupa apresenta diferentes tipos de imagem, dependendo da distância que a colocam em relação ao olho e ao objeto. A imagem observada pode ser direita e maior, invertida e maior e invertida e do mesmo tamanho, por exemplo.
- Apresente o conceito de microscópio para os estudantes e explique que esse sistema óptico é constituído, basicamente, pela associação de uma ou mais lentes e que a lupa é denominada um microscópio simples, constituído de uma única lente esférica convergente.

  Se julgar interessante, acesse o *site Manual do Mundo* e reproduza para a turma o vídeo que mostra como a luz sofre desvio ao passar por uma lente e como a imagem é ampliada por uma lente de aumento. Disponível em: <https://manualdomundo.uol.com.br/2015/09/como-funciona-uma-lente-de-aumento/>. Acesso em: 18 maio 2020.
- Apesar da ampliação, a lupa não serve para observar objetos muito pequenos, como células e bactérias, pois nesses casos se faz necessário um aumento muito grande. Por isso, os microscópios são usados para o estudo de detalhes estruturais em objetos que não são visíveis a olho nu.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Se julgar conveniente, proponha aos estudantes a construção de um microscópio caseiro usando uma seringa e uma caneta a *laser*.
- Além desses materiais, é interessante coletar água de alguma fonte em que seja possível a existência de vários microrganismos e um ambiente com uma parede clara, bem lisa e possível de bloquear a entrada de luz natural.
- Mais detalhes sobre a execução e a explicação da atividade proposta estão disponíveis no *site Manual do Mundo*. Disponível em: <https://manualdomundo.uol.com.br/2011/11/microscopio-caseiro-com-laser-experiencia-de-fisica-e-biologia/>. Acesso em: 18 maio 2020.

- Ao abordar os conteúdos da página **129**, comente com os estudantes que as lunetas e os grandes telescópios, em especial os astronômicos, permitiram descobrir um Universo repleto de astros que são impossíveis de serem vistos a olho nu. Eles possuem lentes e espelhos que captam a luz emitida por corpos celestes distantes, possibilitando sua visualização.

MANUAL DO PROFESSOR

- Explore a imagem do telescópio espacial Hubble e diga aos estudantes que ele completou 30 anos de seu lançamento em 2020. O telescópio foi lançado no dia 24 de abril de 1990 e é parte importante da história da NASA, pois possibilitou o estudo detalhado de partes até então desconhecidas do Universo, que estavam além de nossa galáxia.
- O Hubble tem 13,3 metros e um espelho principal de 2,4 metros de diâmetro. Ele orbita a Terra a cerca de 548 km de altitude, com uma velocidade de 27 000 km/h. O telescópio foi responsável por várias descobertas sobre os planetas do nosso Sistema Solar e pela investigação de outros sistemas planetários, galáxias e buracos negros.

  Após anos de investigação, a NASA pretende substituí-lo pelo novo telescópio espacial James Webb. Esse grande telescópio de infravermelho estará equipado com um espelho primário de 6,5 metros de diâmetro.
- Se considerar adequado, acesse com os estudantes o *site* da NASA, especificamente na página que comemora o trigésimo aniversário do telescópio, que apresenta imagens, vídeos, descobertas e diversas notícias sobre o Hubble. Disponível em: <https://www.nasa.gov/content/hubbles-30th-anniversary/>. Acesso em: 17 ago. 2020.

Página 131

METODOLOGIAS ATIVAS

- Se julgar conveniente, utilize a estratégia de metodologias ativas *think-pair-share* para a atividade **5** da página **131**. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXII** deste suplemento.

  Caso julgue adequado, peça aos estudantes, individualmente, que reflitam sobre o tema antes de elaborarem o texto com as conclusões. Depois, em duplas, deverão trocar ideias a respeito das reflexões. Por fim, permita uma socialização maior, por exemplo, entre quatro e cinco estudantes.

  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 e desenvolve habilidades de oralidade e argumentação, além de incentivá-los a ouvir e respeitar diferentes opiniões.

  Para finalizar, peça aos estudantes que elaborem textos individuais e avalie possíveis equívocos para discutir posteriormente com a turma.

Páginas 132 a 135

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem destas páginas contribui para o desenvolvimento da **competência geral 1**, pois possibilita aos estudantes reconhecer que os conhecimentos sobre a luz evoluíram ao longo de um contexto histórico e a reconhecer o caráter humano das Ciências, sujeito a um contexto social, político e econômico ao qual está inserido. Além disso, eles são incentivados a valorizar e a utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre os avanços nas diversas áreas das Ciências.
- Também contribui para o desenvolvimento da **competência específica 1 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e da habilidade **EM13CNT307**, ao abordar fenômenos naturais com base na interação da luz com a matéria e as propriedades específicas dos materiais quando iluminados por radiação com diferentes frequências e comprimentos de onda.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Se julgar conveniente, oriente os estudantes a responder à questão **1** da página **132**, utilizando a estratégia de metodologias ativas *quick writing*; veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXIII** deste suplemento. Para isso, peça a eles que respondam à questão proposta em, no máximo, cinco minutos, possibilitando a livre expressão, a fluência na escrita e a capacidade de síntese.
- Utilize as respostas dos estudantes para verificar seus conhecimentos prévios sobre luz e óptica, e se eles relacionam o ato de enxergar ao órgão da visão devido à sua sensibilidade a luz proveniente de outros objetos.

- Explique aos estudantes que a luz, ao chegar a nossos olhos, penetra-os através da córnea, que produz cerca de 70% do desvio necessário da luz, antes que passe pela abertura da íris – a parte colorida do olho. Essa abertura é chamada pupila.

  Em seguida, a luz atinge a lente (ou cristalino), que ajusta o foco para que a luz que atravessa o meio gelatinoso, chamado humor vítreo, chegue até a retina. Por trás desta, inicia-se o nervo óptico, que transmite sinais das células fotorreceptoras para o cérebro, formando as imagens, processo este explicado de forma simplificada.
- Se julgar interessante, mostre uma imagem detalhada das partes que compõem o olho humano, e ressalte que para um corpo ser visto é necessário que a luz emitida ou refletida por ele chegue aos olhos, para ser focalizada e projetada na retina, que ao ser sensibilizada emite sinais elétricos conduzidos pelo sistema nervoso até o cérebro, onde a imagem é interpretada.
- Ao conduzir a evolução histórica das concepções da Óptica, convém salientar que, inicialmente, não havia consciência da necessidade da luz para a visão. Por esse motivo, os estudos da Óptica geométrica não necessitavam de aprofundamento sobre sua natureza. Os modelos corpusculares ou ondulatórios apenas passaram a ser discutidos quando seus princípios fundamentais já estavam bem estabelecidos e a utilização de lentes e espelhos era comum.
- Ao trabalhar as fontes de luz, na página **132**, peça aos estudantes que citem outros exemplos, utilizando o que observam ao seu redor no momento, e que classifiquem as fontes como primárias ou secundárias.

  É interessante destacar que um mesmo objeto pode ser luminoso ou iluminado, dependendo da situação. Uma

MODERNA

lâmpada, por exemplo, quando está acesa, emite luz própria, mas quando está apagada é necessário outra fonte de luz para iluminá-la, possibilitando sua visualização.

- Explore as imagens dos eclipses da página **133** e explique aos estudantes que a luz, ao interagir com meios materiais, por conta da estrutura molecular de tais meios, sofre variações em sua velocidade e também pode ser absorvida ou refletida.
- Questione os estudantes sobre qual eclipse tem mais chances de ocorrer, de forma que eles compreendam que os eclipses lunares ocorrem com maior frequência em razão da proporção entre os astros celestes e ao tamanho da sombra da Terra por onde a Lua passa. Já um eclipse total do Sol, quando ocorre, é observado por pessoas em uma pequena região da Terra.
- Chame a atenção dos estudantes que, além da formação de sombra e penumbra, o princípio da propagação retilínea da luz explica a formação invertida das imagens em uma câmara escura. Aproveite para realizar a atividade a seguir.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Se julgar interessante, proponha aos estudantes a construção de uma câmara escura, usando materiais simples.
- Para isso, peça a eles, antecipadamente, que tragam uma caixa de sapato ou uma lata de leite em pó ou achocolatado; providencie papel vegetal, fita-crepe, velas e tesoura. Veja a possibilidade de separá-los em duplas para realizar a atividade.
- Faça um furo central no fundo da lata ou na lateral (menor) da caixa de sapato e coloque papel vegetal no lugar da tampa da lata ou na lateral oposta da caixa, usando a fita-crepe. Certifique-se de que a caixa ou a lata está bem lacrada, de modo que a luz entre em seu interior apenas pelo orifício.
- Escolha um ambiente da escola em que a entrada de luz natural possa ser bloqueada, e oriente os estudantes a posicionar a caixa (ou lata) no mesmo nível da vela, em uma superfície, com o orifício voltado para ela.

  Acenda a vela e peça que observem pelo papel vegetal. Ajuste a distância entre a caixa e vela, se necessário. Verifique se eles percebem a formação da imagem invertida.
- Essa atividade permite desenvolver a **competência geral 2**, pois possibilita aos estudantes exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem da Ciência, incluindo a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas e elaborar hipóteses.

- Ao abordar os meios físicos na página **134**, retome com os estudantes que os meios materiais possuem estruturas moleculares diferentes, logo absorvem ou refletem a luz incidente de forma distinta, e a luz que se propaga por eles também sofre alterações.
- É interessante comentar com os estudantes que, apesar de observarmos a luz visível do Sol sem que haja um grande bloqueio por parte da atmosfera terrestre, esta não é tão transparente para todos os raios de luz que incidem sobre ela.

  Os feixes de luz podem ser divididos em sete intervalos de frequência. A junção deles, chamada espectro eletromagnético, é composta por: ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X e raios gama.

  A atmosfera terrestre é transparente, principalmente para as frequências correspondentes à luz visível, mas absorve mais ondas de maior e menor frequência que a luz visível, como a ultravioleta e a infravermelha.
- Se julgar adequado, explique aos estudantes que a camada de ozônio (O_3) é uma das principais regiões atmosféricas. Ela é responsável por absorver os raios ultravioletas, os quais, por conta de sua alta frequência, são um dos principais causadores do câncer de pele. Contudo, com a diminuição dessa camada, a atmosfera tem se tornado mais transparente para a luz ultravioleta, tornando-a muito perigosa para o ser humano.

  Essa pequena quantidade de luz ultravioleta que consegue atravessar a camada de ozônio é responsável pelas queimaduras de pele. Por isso, é muito importante o uso de protetores contra os raios ultravioleta. À medida que a camada de ozônio vai diminuindo, mais radiação ultravioleta consegue atravessar a atmosfera terrestre. Doenças, como o câncer de pele, estão relacionadas à exposição a essa radiação.

  Dessa forma, é imprescindível evitar períodos de longa exposição ao Sol e deixar a pele sem proteção. Essa conversa contribui para desenvolver o tema contemporâneo transversal **Saúde**, promovendo os cuidados corporais que devem integrar as diferentes rotinas dos estudantes, em diferentes contextos socioculturais.
- Tanto a atmosfera como outros materiais podem ser transparentes à luz visível, mas opacos ao ultravioleta e ao infravermelho. O vidro, por exemplo, é opaco a certas frequências do infravermelho e à luz ultravioleta, e a energia transmitida pela luz visível incidente é transferida para outros átomos do material na forma de calor, não sendo reemitida como luz.

  Outro material é o plástico, abordado nas fotografias finais da página **134**. Explore as imagens com os estudantes para que percebam como a luz incidente pode alterar o comportamento do material de opaco para transparente.
- Ao trabalhar o conceito de meio opaco, ressalte que este absorve a luz sem reemiti-la, transformando-a em energia interna. Por esse motivo, tornam-se ligeiramente mais quentes que outros meios.
- Ao abordar o conceito de fenômenos ópticos na página **135**, enfatize aos estudantes que eles podem ocorrer de forma simultânea e aquele que prevalece sobre os outros é o que se torna objeto de análise e de estudo na Óptica.
- Comente que enquanto eles leem o livro, a página está sendo iluminada com luz branca, seja ela natural ou não. Com isso, o papel parece branco porque os elétrons dos átomos que compõem o papel reemitem todas as frequências visíveis, ocorrendo pouca absorção e mais reflexão. Já a tinta utilizada para escrever o texto parece preta porque ela absorve todas as frequências visíveis, ocorrendo pouca reflexão.

MANUAL DO PROFESSOR

É importante os estudantes compreenderem que todos os objetos que não são fontes de luz primária são vistos por reflexão da luz, e que a maior parte é vista por reflexão difusa.

- Explore a fotografia do prisma dispersando a luz branca na página **135** e diferencie os conceitos de dispersão e de espalhamento da luz. Explique aos estudantes que o espalhamento acontece quando, ao interagir com pequenas partículas que compõem o meio, a luz sofre mudança aleatória em sua direção. Já a dispersão ocorre quando uma luz policromática, composta de diversos comprimentos de onda, sofre refração, ao passar por diferentes meios de propagação, que não pode ser o vácuo. Os feixes de luz que possuírem comprimentos de onda diferentes sofrerão desvios dentro do material, fazendo-os se separarem, como observado na imagem do prisma.

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Se julgar conveniente, retome com os estudantes a importância de identificar as características da luz ao propagar-se em cada um dos meios já definidos, como transparente, translúcido e opaco.
- Para isso, peça aos estudantes que se dividam em grupos de no máximo quatro integrantes e listem os diversos materiais disponíveis na sala de aula, distinguindo-os entre os que permitem a passagem da luz de maneira total ou quase total, os que deixam passar uma parte da luz e os que não a deixam passar.
- Entre os materiais transparentes que podem ser utilizados, podem-se destacar: janelas de vidro liso; lentes de óculos e de contato de estudantes; e garrafas plásticas transparentes.

  Copos descartáveis transparentes, vidros com texturas sutis ou foscos e papel de seda ou vegetal podem ser considerados meios translúcidos.

  Já as paredes, os ventiladores, os televisores, as mesas e até os próprios estudantes são ótimos exemplos de objetos opacos.
- Analise o resultado da atividade e perceba se há necessidade de retomar as explicações sobre esse e outros temas trabalhados durante o capítulo.

Página 136

METODOLOGIAS ATIVAS

- Se julgar conveniente, utilize a estratégia de metodologias ativas *polling* para as atividades **4** e **7** da página **136**. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXIII** deste suplemento.

  Solicite aos estudantes que votem na alternativa que considerarem mais adequadas como resposta das perguntas; essa votação pode ser feita de forma anônima. Permita-lhes que possam discutir suas ideias com os colegas e depois votem novamente nas respostas que julgarem mais adequadas.

Respostas e orientações para as Atividades

Página 131

3. Alternativa **d**. Os microscópios eletrônicos se diferenciam pelo comportamento dos elétrons ao atingir as amostras. No microscópio eletrônico de transmissão, a imagem é obtida a partir dos elétrons que atravessam o objeto; já no microscópio eletrônico de varredura, a obtenção se dá pelos elétrons refletidos pela superfície do objeto.

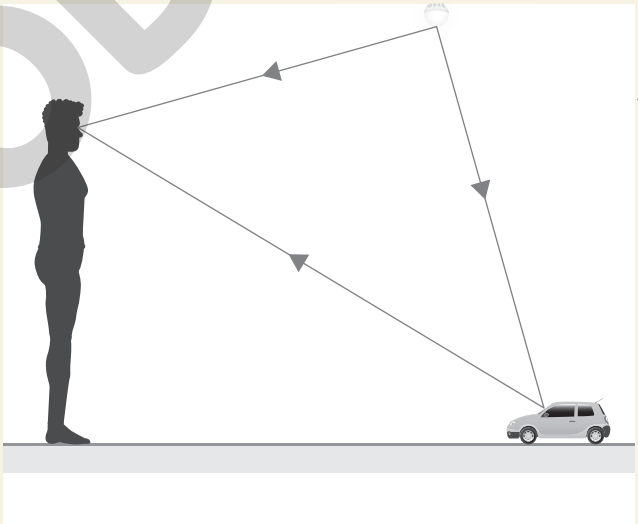
4. **a)** O telescópio solar Richard B. Dunn é do tipo refletor. Esse tipo de telescópio diminui a aberração cromática e pode ter espelhos maiores que as lentes objetivas dos telescópios refratores.

b) A observação da dinâmica da superfície solar nos permite estudar a causa das erupções solares, que são fenômenos que afetam satélites artificiais, linhas de transmissão de energia elétrica e comunicações, por exemplo.

5. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é levar os estudantes a utilizar o conhecimento adquirido sobre telescópios, considerando que uma localização adequada permite ao telescópio captar mais luz e produzir imagens de boa qualidade. Eles podem citar que considerariam um local de altitude elevada e afastado de cidades ou outras fontes de poluição luminosa. Desse modo, diminui-se a influência da atmosfera e evita-se que o telescópio fique encoberto por neblina.

Página 136

1. **a)**



HELOÍSA PINTARELLI

Representação de um observador e um carrinho de brinquedo no chão. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

b) A fonte primária é a lâmpada e a secundária, o carrinho.

3. **I)** Falsa. Por emitir luz própria, o Sol é caracterizado como uma fonte primária.

II) Falsa. Por elas emitirem luz própria, são fontes primárias.

III) Verdadeira.

IV) Falsa. Nenhum planeta do Sistema Solar emite luz própria, por isso são fontes secundárias de luz.

MODERNA

4. Alternativa **b**.

a) Falsa. O vidro é considerado um meio transparente apenas com espessuras muito pequenas, além de existir outros meios transparentes.

c) Falsa. Os meios translúcidos permitem a propagação da luz, mas em uma trajetória irregular ou desordenada, assim é possível observar apenas contornos ou visão borrada dos objetos.

6. Alternativa **a**. Considerando o esquema apresentado, temos campos claros nas extremidades da parede maior que a sombra no centro.

7. Alternativa **a**. Todo corpo chamado iluminado (fonte secundária de luz) reflete a luz que recebe de outras fontes e pode ser visto por um observador.

CAPÍTULO 5
Reflexão da luz

Objetivos

- Relacionar os princípios da óptica geométrica aos fenômenos associados à reflexão da luz.
- Analisar como ocorre a reflexão da luz e compreender suas leis.
- Descrever o significado de uma imagem quanto à sua natureza virtual.
- Representar graficamente a reflexão da luz em uma superfície plana lisa, em diferentes associações.
- Identificar situações do cotidiano que podem ser explicadas pelas leis da reflexão.
- Caracterizar espelhos planos.
- Identificar as características das imagens formadas em espelhos planos quanto à sua posição, à sua orientação, ao seu tamanho e à sua natureza.
- Caracterizar e diferenciar espelhos esféricos em côncavo e convexo.
- Descrever os principais elementos geométricos de um espelho esférico.
- Representar os raios notáveis na formação de imagens em espelhos côncavos e convexos.
- Identificar a representação geométrica das imagens conjugadas por espelhos esféricos, por meio das leis da reflexão.
- Utilizar espelhos esféricos em situações do cotidiano.

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

Página 137

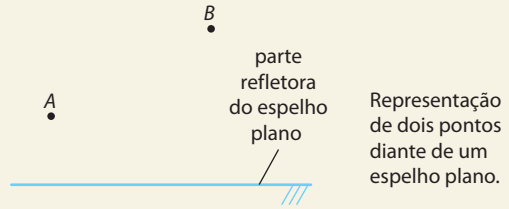
BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento da **competência específica 1 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e da habilidade **EM13CNT307**, ao abordar fenômenos naturais com base na interação da luz com a matéria e as propriedades específicas de materiais que se comportam como refletores, avaliando a adequação de seu uso em diferentes aplicações, inclusive às do cotidiano.

- Se achar conveniente, sugira aos estudantes que pesquisem na internet um vídeo que explica, de maneira detalhada, como são fabricados os espelhos.

  Aproveite para aproximar o conteúdo ao cotidiano dos estudantes e trabalhar o tema contemporâneo transversal **Ciência e tecnologia**, que contribui para aprimorar as atividades humanas.

  Após o vídeo, peça que formem duplas para pesquisar como eram formados os primeiros espelhos, registrando as informações no caderno. Por fim, escolha um momento para apresentarem suas descobertas para a turma.
- Os primeiros espelhos eram feitos de metais polidos com areia e não formavam imagens nítidas. Espelhos de vidro surgiram no século XIV, mas eram caros e tinham um processo de fabricação perigoso. Os espelhos atuais, com revestimento à base de prata (Ag), surgiram no século XIX.
- Na fabricação de um espelho, aplica-se nitrato de prata $(AgNO_3)$ sobre uma das faces de uma chapa de vidro, misturado a outros metais, como o estanho (Sn), que auxiliam na fixação. Camadas de tinta são aplicadas sobre a camada de nitrato de prata para evitar corrosão e entrada de luz por trás do espelho.
- Ao trabalhar as leis da reflexão na página **137**, é importante que os estudantes compreendam que a lei da reflexão é válida para qualquer reflexão da luz, em superfícies de diferentes formas, tamanhos, cores ou materiais.
- Retome o conceito de reflexão regular e de reflexão difusa e enfatize que os espelhos e outras superfícies refletoras, como os metais e a água, produzem a reflexão regular dos raios de luz incidentes.
- Se achar adequado aprofundar os conceitos para as definições das leis da reflexão, explique aos estudantes que naturalmente a luz percorre o menor caminho entre dois pontos. Para verificar, considere dois pontos *A* e *B* e um espelho plano, como mostra a figura abaixo. Qual seria o caminho mais rápido para a luz ir de *A* para *B*, passando obrigatoriamente pelo espelho?

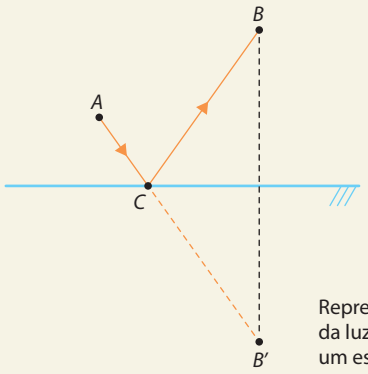


SERGIO L. FILHO

Representação de dois pontos diante de um espelho plano.

- Como o meio é isotrópico, a velocidade de propagação da luz é constante, logo o caminho mais curto é também o mais rápido.
- Por meio da Geometria, é possível encontrar o menor trajeto localizando um ponto *B′*, simétrico a *B* em relação ao espelho. Como a menor distância entre *A* e *B′* é definida por uma linha reta que intercepta o espelho em um ponto *C*, a distância entre *C* e *B′* "dentro do espelho" é a mesma distância entre *C* e *B*. Assim, o menor caminho da luz é o raio luminoso que sai de *A*, reflete em *C* e chega em *B*, como mostra a imagem a seguir.

MODERNA



SERGIO L. FILHO

Representação da trajetória da luz durante a reflexão em um espelho plano.

- Se julgar conveniente, para trabalhar a construção de imagens em espelhos planos, leve para a sala de aula espelhos planos de diversos tamanhos e peça aos estudantes que explorem, com cuidado, os elementos do ambiente que podem ser observados por meio da reflexão.
- É importante que eles compreendam que na construção de imagens em espelhos planos, a imagem é virtual e se forma pelo prolongamento dos raios refletidos. Enfatize que o objeto e a imagem possuem o mesmo tamanho e a mesma orientação, e que são posicionados à mesma distância do espelho.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Se julgar conveniente, providencie alguns espelhos planos de aproximadamente 10 cm por 10 cm, que podem ser encontrados em vidraçarias.
  Separe os estudantes em grupos de no máximo quatro integrantes e forneça um espelho para cada um dos grupos. Oriente-os a colocar o espelho na vertical, sobre uma mesa. Em seguida, solicite que posicionem um objeto em frente ao espelho, como uma caneta, e tentem colocar outro sobre a imagem do primeiro.
- O objetivo dessa atividade é levá-los a perceber que, para sobrepor o segundo objeto sobre a imagem do primeiro, é necessário colocá-lo atrás do espelho.
- Peça aos estudantes que façam um esquema no caderno representando o espelho, o primeiro objeto e sua imagem, e também os raios de luz incidentes e refletidos.

BNCC EM DESTAQUE

- A atividade sugerida no boxe **Atividade complementar** deste suplemento contribui para desenvolver as **competências gerais 2** e **9**, promovendo a curiosidade intelectual e a investigação científica e incentivando os estudantes a exercitar a empatia, trocar ideias e respeitar as opiniões dos colegas.

- Pergunte aos estudantes por que em alguns carros oficiais, como os da polícia, as ambulâncias e os carros de bombeiros, o respectivo nome está invertido. Verifique se eles compreendem que, quando um motorista vê o reflexo desses veículos no espelho retrovisor de seu carro, ele precisa enxergar a palavra corretamente, o que só é possível porque o espelho reflete a imagem da palavra exatamente como ela está. Nesse caso, o motorista encontra-se de costas para o caminhão, por isso seu eixo horizontal está invertido em relação a ele. Dessa forma, o começo da palavra, do lado esquerdo do caminhão (letra B, por exemplo), é refletido também do lado esquerdo do motorista, possibilitando que ele enxergue o reflexo da palavra corretamente. O espelho apenas possibilita a visualização da palavra.
- Os espelhos planos invertem a imagem de frente para trás. Quando um objeto e sua imagem se relacionam dessa forma, a respectiva imagem é invertida. Isso significa que somente a dimensão frontal (o sentido de frente para trás) é invertida.
- Se julgar interessante, realize uma demonstração de tais características das imagens formadas pelos espelhos planos quanto à inversão do eixo de profundidade. Para isso, leve para a sala de aula uma seta confeccionada em papel colorido e um espelho.
- Coloque a seta em frente ao espelho plano e mostre aos estudantes as imagens formadas. Ao apontar a seta para a direita, a imagem formada também aponta para a direita. Em seguida, aponte a seta para a esquerda, para cima e para baixo, solicitando aos estudantes que observem as imagens formadas. Por fim, mostre-lhes que, ao apontar a seta na direção do espelho, a imagem apontará no sentido oposto (para trás).
- Conclua com eles que isso demonstra que os espelhos não invertem as imagens nem horizontal nem verticalmente, e sim invertem em relação ao eixo de profundidade (de frente para trás e de trás para a frente).
- Se julgar adequado, comente com os estudantes que a região na qual um observador pode ver imagens refletidas por um espelho é chamada campo visual e depende do tamanho do espelho e da posição relativa entre ele e o observador.
- Permita que eles explorem o ambiente usando os espelhos (se possível, um espelho plano e grande no qual o estudante possa ver seu corpo inteiro, contudo outros tamanhos também podem ser utilizados). Para isso, os espelhos devem estar fixos e os estudantes devem se mover diante dele ao mesmo tempo em que observam os diferentes reflexos formados. Para evitar acidentes, não permita que eles manipulem os espelhos.
- Explique que quando nos posicionamos diante de um espelho plano, enxergamos o reflexo de somente parte do ambiente. No entanto, quando nos movimentamos diante do espelho, passamos a enxergar o reflexo de outras partes do ambiente que antes não visualizávamos, deixando de observar o reflexo de algumas partes que inicialmente víamos. Diferentes movimentos entre o observador, o espelho e o objeto geram mudanças distintas no campo visual.
- Outra sugestão de aprofundamento do conteúdo se refere à "associação de espelhos planos", em que a luz refletida em um espelho atinge ao menos um segundo espelho, de modo que seja possível observar a formação de mais de uma imagem refletida, como apresentado na imagem ao lado.

JOSE VITOR ELORZA/ASC IMAGENS

Peça "cavalo" do jogo de xadrez em frente a dois espelhos perpendiculares.

EDITORIA

- Na imagem, dois espelhos perpendiculares conjugam cada um a imagem do objeto. Nos espelhos é possível verificar uma terceira imagem, formada por uma segunda reflexão, ou seja, a terceira imagem surge por meio do reflexo das outras imagens.

  Quanto menor a angulação entre os dois espelhos, maior será a quantidade de imagens formadas pelo conjunto, pois cada vez mais os raios refletidos em um espelho incidirão sobre o outro. Nessa multiplicação, a imagem de um espelho será o objeto para o outro espelho.

  É interessante comentar que a cada reflexão ocorrem absorção e difusão da luz pelos espelhos e também pelo meio. Isso diminui gradativamente a luminosidade das imagens e limita o número de imagens visíveis que serão formadas.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Explore com os estudantes a formação de imagens de forma prática separando-os em duplas. Para cada uma, forneça dois espelhos planos e peça que os associem primeiramente formando um ângulo de 90°. Em seguida, oriente-os a colocar um objeto em frente aos espelhos e contar o número de imagens formadas.

  Eles devem mudar a angulação entre os espelhos de forma livre, observando a quantidade de imagens que serão formadas com menor ou maior angulação entre eles. Oriente-os a anotar os resultados no caderno.
- Para finalizar, peça que elaborem textos individuais e avalie possíveis equívocos para discutir posteriormente com toda a turma.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Se julgar conveniente, aplique a metodologia ativa *think-pair-share* para os estudantes apresentarem o resultado das investigações da **Atividade complementar** sugerida anteriormente. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXII** deste suplemento. Em seguida, permita que eles as socializem com um grupo maior, de quatro a cinco estudantes, por exemplo.

Páginas 138 a 140

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dessas páginas contribui para o desenvolvimento da **competência específica 1 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e da habilidade **EM13CNT307**, ao abordar fenômenos naturais com base na interação da luz com a matéria e as propriedades específicas de materiais que se comportam como refletores, avaliando a adequação de seu uso em diferentes aplicações, inclusive as do cotidiano.
- Os conteúdos abordados nessas páginas também possibilitam que os estudantes realizem investigações práticas, procurando explicar fenômenos com base nos conhecimentos científicos, contribuindo para desenvolver a **competência geral 2**, além de incentivar o trabalho em grupo, o respeito à opinião dos colegas e a socialização de informações, o que contribui para desenvolver as **competências gerais 5** e **9**.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Para trabalhar as imagens formadas com espelhos esféricos, peça aos estudantes que respondam à questão **2** da página **138** por meio da estratégia de metodologia ativa *think-pair-share*. Mais orientações sobre essa estratégia estão na página **XXII** deste suplemento.

  Oriente-os a, antes de responder à questão, compartilhar suas experiências com um colega. Em seguida, permita que eles as socializem com um grupo maior, de quatro a cinco estudantes, por exemplo.

  Essa estratégia favorece os estudantes que não se sentem à vontade em compartilhar suas experiências ou conhecimentos com a turma ou com um grande grupo e desenvolve habilidades de oralidade e argumentação, além de incentivar os estudantes a ouvir e respeitar diferentes opiniões.

  Para finalizar, peça que elaborem respostas individuais, em seguida avalie seus conhecimentos prévios a respeito dos espelhos esféricos e das características da respectiva formação de imagens.

BNCC EM DESTAQUE

- A estratégia de metodologia ativa sugerida anteriormente incentiva os estudantes a exercitar a empatia, trocar ideias e ouvir os colegas, contribuindo assim para desenvolver a **competência geral 9**.

- Durante a abordagem dessas páginas, é importante que os estudantes compreendam que os espelhos planos não alteram a imagem de um objeto. Para aumentar ou diminuir uma imagem ou até mesmo invertê-la, é necessário utilizar espelhos esféricos.
- Proponha uma atividade simples a fim de que os estudantes observem a própria imagem em superfícies refletoras curvas, utilizando, por exemplo, uma colher de metal bem polida. Peça-lhes que observem as imagens tanto na superfície côncava (interna) quanto na superfície convexa (externa). Embora não sejam superfícies esféricas, elas permitem que eles identifiquem algumas características importantes das imagens formadas.
- Se achar conveniente, apresente os tipos de espelhos curvos de acordo com a superfície refletora: em relação às suas características e ao seu formato, esses espelhos podem ser esféricos, cilíndricos, parabólicos e hiperbólicos, por exemplo.
- Ao trabalhar os elementos geométricos dos espelhos esféricos na página **139**, construa na lousa as imagens do espelho côncavo e do espelho convexo, com a participação dos estudantes, identificando seus elementos geométricos.

CÓPIA

Explique a importância dos elementos de um espelho esférico que são provenientes de uma superfície esférica refletora.

- Enfatize a importância do foco principal, onde ocorre o encontro dos raios refletidos ou a intersecção de seus prolongamentos. Esclareça que isso ocorre graças à geometria da situação e retome o conceito de que a lei da reflexão é válida para qualquer superfície refletora.
- Diga aos estudantes que nem todos os raios convergem ou divergem da mesma forma, de modo que um espelho esférico pode não formar imagens nítidas. Esse fenômeno é conhecido como aberração esférica. Assim, é necessário considerar as **condições de nitidez de Gauss**, em que o ângulo de abertura deve ser igual ou inferior a 10° e os raios de luz incidentes devem ser próximos e pouco inclinados em relação ao eixo principal. Comente que essas condições são conhecidas como condições de nitidez de Gauss, por se referirem aos trabalhos do matemático alemão Karl Friedrich Gauss (1777-1855), que desenvolveu teorias sobre lentes esféricas, úteis também para os espelhos esféricos. Diga aos estudantes que, em espelhos côncavos, por exemplo, para raios incidentes paralelos ao eixo principal, apenas os mais próximos a esse eixo serão refletidos para o foco.
- Se julgar interessante, comente com os estudantes que, graças aos raios refletidos nos espelhos esféricos côncavos se encontrarem no foco, os cientistas vêm desenvolvendo e aprimorando tecnologias para uma nova forma de energia sustentável, a energia térmica solar. Aproveite para desenvolver os temas contemporâneos transversais **Ciência e tecnologia** e **Educação ambiental**, ao tratar de novas formas de geração de energia usando fontes renováveis.
- Explique aos estudantes que essa forma de energia é baseada na reflexão da radiação solar incidente em uma superfície refletora que, após ser refletida, converge para um ponto específico (foco), onde algo é colocado para ser aquecido. Essa tecnologia pode ser encontrada em usinas heliotérmicas, que realizam a captação da radiação solar.

  Após ser captada, a radiação solar é transformada em térmica e, posteriormente, em energia elétrica.

  A fotografia abaixo retrata uma das maiores usinas solares do mundo, localizada na Califórnia. Ela possui 300 mil espelhos para refletir a luz do Sol.

BRETT BEYER/SHUTTERSTOCK

Ivanpah Solar Electric Generating System, uma das maiores usinas heliotérmicas do mundo, na Califórnia, EUA (2016).

- Se julgar conveniente, proponha aos estudantes que pesquisem novas formas de geração de energia elétrica por meio de fontes renováveis e como o Brasil utiliza o potencial de tais fontes.
- Ao abordar a construção geométrica de imagens na página **140**, é importante os estudantes perceberem que a posição e o tamanho das imagens podem ser determinados de forma geométrica, com base no comportamento dos raios de luz refletidos pelos espelhos esféricos. Trabalhe as características dos raios notáveis com eles e reproduza as imagens na lousa. Explique que, na realidade, muitos raios de luz formam as imagens dos objetos, mas, na construção das imagens em espelhos esféricos para estudo, são necessários somente dois dos raios notáveis (particulares), que partem de um mesmo ponto do objeto.
- O objetivo não é levar os estudantes a decorar as posições que formam as imagens com base na posição dos objetos dispostos em frente ao espelho, e sim levá-los a compreender e dominar a representação gráfica dos raios de luz, tanto nos espelhos côncavos como nos convexos.
- Ao trabalhar o espelho convexo, ressalte que o foco e o centro de curvatura estão atrás do espelho, passando por eles apenas o prolongamento dos raios de luz que foram refletidos. Já no espelho côncavo, os raios de luz passam efetivamente pelo foco e pelo centro de curvatura do espelho.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Ao trabalhar as características das imagens em espelhos esféricos, proponha aos estudantes uma atividade experimental. O objetivo é verificar a projeção de uma imagem real por meio de um espelho côncavo. Essa atividade contribui para desenvolver o **pensamento computacional**.

  Se dispuser de materiais suficientes, divida a sala em grupos de três a quatro estudantes ou faça uma demonstração com a ajuda da turma.

  Os materiais necessários para essa atividade são:

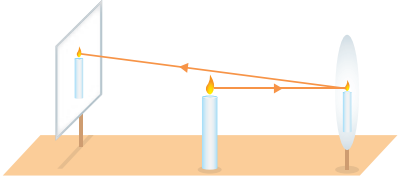
  > uma vela;
  > um (ou mais) espelho(s) côncavo(s);
  > um espelho convexo;
  > um anteparo branco;
  > suportes.

  É importante escurecer bem a sala de aula ou desenvolver a atividade experimental em outro ambiente escuro.

  Não permita que os estudantes manipulem a vela, e essa atividade de modo geral somente deve ocorrer com a supervisão de um adulto. Se não for possível dispor de suportes, peça-lhes que o auxiliem segurando o anteparo e o espelho.

  Para a montagem da atividade, coloque a vela, o anteparo e o espelho côncavo presos nos suportes, de modo que fiquem alinhados. Acenda a vela e gire o espelho para o lado, deslocando o anteparo para o lado da linha que une o espelho e a vela, de modo que a imagem refletida da vela incida sobre o anteparo. Veja na imagem abaixo.

RONALDO INÁCIO



Projeção da imagem da vela no anteparo. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

EM ABERTA

Altere a distância entre o espelho e a vela para formar uma imagem nítida da vela sobre o anteparo. Se for possível utilizar outros espelhos côncavos, repita o experimento e peça aos estudantes que observem as imagens da vela, que serão projetadas no anteparo.

Pergunte-lhes se no ponto de formação da imagem realmente passam os raios refletidos. Faça também as seguintes perguntas.

> Existe algum ponto entre a vela e o espelho em que a imagem não é projetada no anteparo? Qual seria esse ponto?

> Em um espelho convexo seria possível obter a projeção da imagem?

- Repita o procedimento utilizando o espelho convexo no lugar do côncavo e peça aos estudantes que confiram se a imagem será formada no anteparo. Em um espelho convexo, a imagem não pode ser projetada no anteparo porque sempre serão produzidas imagens virtuais.

BNCC EM DESTAQUE

- A **Atividade complementar** sugerida anteriormente permite desenvolver a **competência geral 2**, pois possibilita aos estudantes exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem da ciência, incluindo a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade para investigar causas e elaborar hipóteses.

Página 141

ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

- Se julgar conveniente, oriente os estudantes a responder à atividade **4** da página **141** com base na estratégia de metodologia ativa *quick writing*. Para isso, veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXIII** deste suplemento. Conforme essa metodologia, peça a eles que respondam à questão proposta em, no máximo, cinco minutos, possibilitando a livre expressão e a capacidade de síntese.
- Aproveite as respostas dos estudantes para verificar os conhecimentos adquiridos e avaliar se há necessidade de retomar as explicações sobre o tema trabalhado.

METODOLOGIAS ATIVAS

- Se julgar conveniente, utilize a estratégia de metodologia ativa *polling* para a atividade **5** da página **141**. Veja mais orientações sobre essa estratégia na página **XXIII** deste suplemento.
- Solicite aos estudantes que votem na alternativa que consideram mais adequada como resposta da pergunta; esta votação pode ser feita de forma anônima. Incentive-os a discutir novamente as ideias com os colegas fazendo o desenho da imagem para depois votar mais uma vez na resposta que julgarem mais adequada.

BNCC EM DESTAQUE

- A atividade complementar sugerida a seguir contribui para desenvolver as **competências gerais 1** e **9** da BNCC, pois incentiva os estudantes a explicar a realidade com base nos conhecimentos historicamente construídos e a discutir com os colegas sobre a segurança no trânsito. Além disso, ela permite trabalhar o tema contemporâneo transversal **Educação para o trânsito**.

- Se julgar conveniente, sugira aos estudantes que realizem a atividade a seguir.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Leia com a turma o texto a seguir.

  Ao dirigir, é essencial que o motorista consiga observar o que ocorre ao redor do veículo para garantir a segurança no trânsito. De maneira geral, o motorista possui três visões enquanto dirige: a visão dianteira, possibilitada pelo para-brisa transparente; a visão periférica, quando o motorista observa lateralmente, também através dos vidros transparentes das janelas; e a visão auxiliada pelos espelhos retrovisores. Esses espelhos devem ser devidamente ajustados de acordo com o motorista e com o tipo de veículo, pois, apesar de esses espelhos ampliarem seu campo visual, há os chamados pontos cegos, que são regiões que ficam próximas do veículo e que ele não consegue observar por meio do espelho.
- Em seguida, peça aos estudantes que troquem ideias sobre as seguintes questões:

  a) Solicite a eles que pesquisem como um motorista deve regular o espelho retrovisor interno e os laterais externos de um veículo.

  b) Quais atitudes devem ser tomadas por um motorista antes de mudar de faixa em uma via ou fazer uma conversão lateral, a fim de evitar acidentes?

  c) Por que, ao olhar pelos retrovisores, suaves movimentos do tronco e da cabeça auxiliam o motorista a dirigir em segurança?

Respostas

a) Espera-se que os estudantes encontrem informações sobre recomendar que o retrovisor interno seja regulado de modo que o motorista veja o vidro traseiro e a maior parte da via. Já a regulagem dos retrovisores externos deve ser feita com o motorista devidamente acomodado no banco, assim o campo de visão ficará alinhado à lateral do veículo. A visualização das partes do veículo deve ser mínima, o que aumenta a visualização da via.

b) Um motorista deve atentar para toda a região ao redor de seu veículo, a fim de assegurar-se que não há obstáculos que possam provocar colisões. Assim, antes de fazer qualquer movimento lateral com o veículo, ele deve observar as partes frontal e lateral e pelos seus retrovisores. Mesmo assim, em virtude da estrutura do veículo, que pode impedir a visualização

MANUAL DO PROFESSOR

de regiões ao seu redor e à existência dos pontos cegos dos retrovisores, o motorista também deve movimentar seu tronco e sua cabeça suavemente para frente enquanto vê a parte lateral e pelos retrovisores. Dessa forma, ele altera seu campo visual e observa outras regiões.

c) Porque, ao mover seu tronco e sua cabeça, é possível alterar a posição dos olhos, e, consequentemente, alterar o campo visual, pois raios luminosos refletidos no espelho que não estavam alcançando os olhos do motorista passam a alcançar, possibilitando que outras regiões ao seu redor sejam visualizadas.

Respostas e orientações para as Atividades

Página 141

1. a) $\hat{i} = 60°$

$\hat{i} = 90 - 30 = 60 \therefore \hat{i} = 60°$

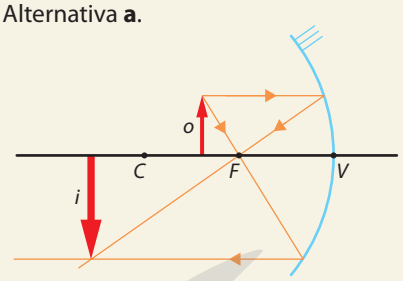
b) $\hat{r} = 60°$

A medida do ângulo de reflexão é igual à medida do ângulo de incidência, portanto $\hat{r} = 60°$.

c) A medida do ângulo entre o raio incidente e o refletido é 120°.

Devemos somar as medidas dos ângulos de incidência e reflexão, ou seja, $60 + 60 = 120$.

4. Alternativa **a**.



SERGIO L. FILHO

Representação da formação da imagem em um espelho côncavo com o objeto entre o foco e o centro de curvatura.

5. I) Verdadeira.

II) Verdadeira.

III) Falsa. Na fotografia **b**, a imagem da peça é virtual, direita e menor que o objeto.

IV) Falsa. Na fotografia **c**, a imagem da peça é direita, maior e virtual, assim ela foi colocada entre o foco e o vértice do espelho.

CAPÍTULO 6
Refração da luz

Objetivos

- Compreender o fenômeno da refração da luz e as leis que o descrevem.
- Interpretar o significado físico de ângulo limite e calcular sua medida para diferentes condições.
- Caracterizar e classificar lentes esféricas.
- Representar graficamente e aplicar a equação para a formação de imagens com lentes esféricas, convergente e divergente.

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

Página 142

BNCC EM DESTAQUE

- A questão **2** possibilita aos estudantes exercitar a curiosidade intelectual, a investigação e a análise crítica ancorados aos conceitos da refração luminosa e elaborar soluções acerca do tema abordado, formação de miragem, contribuindo para desenvolver a **competência geral 2**.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Inicie os trabalhos com o capítulo realizando com os estudantes a atividade a seguir. Para isso, siga as instruções abaixo.

1. Fixe uma fita adesiva no chão da sala, dividindo-a ao meio.

2. À esquerda da fita, escreva "SIM" no chão utilizando giz. À direita da fita, escreva "NÃO".

3. Faça uma pergunta ou uma afirmação referente ao conteúdo e peça aos estudantes que se posicionem sobre a situação mencionada, ocupando o lado "sim", se concordar, ou o lado "não", se não concordar. As perguntas ou afirmações podem ser semelhantes às seguintes: "A luz pode fazer curvas?"; "É possível alterar a velocidade da luz?"; "Quando localizamos uma estrela no céu, podemos afirmar o que determina sua real posição?"; "A profundidade de uma piscina aparenta ser menor quando ela está cheia de água" etc.

4. Ao final de cada pergunta ou afirmação e depois que os estudantes já estiverem posicionados, divida-os em grupos buscando mesclar os que têm posicionamentos opostos, a fim de que debatam entre si.

Atente-se às respostas e às discussões dos grupos, sem o compromisso de obter uma resposta correta. Dê oportunidade para que todos exponham suas ideias.

BNCC EM DESTAQUE

- A atividade proposta anteriormente contribui para o estudante exercitar a empatia, o diálogo e a cooperação, respeitando a opinião contrária e valorizando a diversidade de indivíduos e seus saberes, possibilitando, portanto, o desenvolvimento da **competência geral 9**.

- Ao definir o índice de refração absoluto, comente com os estudantes que se trata de uma grandeza que faz a comparação entre a velocidade de propagação da luz no vácuo e a do referido meio. Por exemplo, se o índice de refração de um meio é igual a dois, significa que, no vácuo, a velocidade

MODERNA

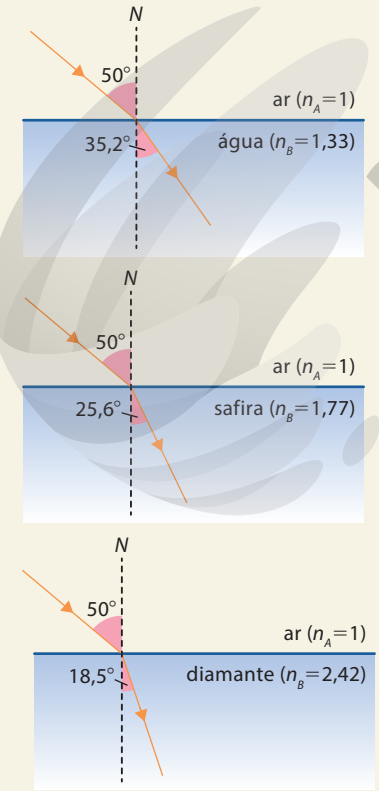
de propagação da luz no meio é duas vezes maior que a velocidade de propagação do meio.

Página 143

BNCC EM DESTAQUE

- As leis da refração possibilitam ao estudante exercitar a curiosidade e a investigação científica para a resolução de problemas ao criar soluções, contribuindo para o desenvolvimento da **competência geral 2**.

- Comente com os estudantes que, para um mesmo meio material, a velocidade da luz pode variar de acordo com as diferentes densidades. Por exemplo, como a atmosfera da Terra muda gradualmente de densidade, a luz é gradualmente desviada descrevendo uma trajetória final curva. Esse caminho chamado mínimo tempo nos fornece um período diurno maior a cada dia do que se a luz se propagasse sem se curvar.
- O matemático francês Pierre de Fermat (1601-1665) considerava que a luz tinha propagações mais rápidas nos meios rarefeitos e que os fenômenos naturais ocorriam no menor tempo possível.
- Diga aos estudantes que o índice de refração de uma substância depende de características eletromagnéticas da substância e essas estão relacionadas com a estrutura microscópica da substância.
- Se achar interessante, apresente aos estudantes algumas situações nas quais a luz passa do ar para diferentes meios, com ângulo de incidência de 50°, lembrando que quanto menor for a velocidade de propagação da luz naquele meio, maior será seu índice de refração e, consequentemente, mais o raio refratado se aproximará da normal.



ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

Representações de um raio de luz refratando em diferentes meios.

- Explique aos estudantes que, na refração, os princípios de propagação da luz não são violados. Apesar de a luz realizar "curva", sua propagação é retilínea nos respectivos meios, apresentando alteração na direção de propagação apenas na mudança de meio.
- Ao abordar a refração da luz passando de um meio menos refringente para um mais refringente, por exemplo, comente com os estudantes que por causa do princípio da reversibilidade dos raios de luz, caso a luz se propagasse no caminho contrário, o trajeto descrito por ela seria o mesmo.

Página 144

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Se achar necessário, realize a atividade complementar descrita a seguir referente à profundidade aparente em dioptro plano. Para isso, providencie os itens a seguir:
  - > um recipiente transparente com água;
  - > uma pinça;
  - > um objeto.
- Insira o objeto no recipiente e tente pegá-lo com a pinça. Peça aos estudantes que posicionem sua mão até que a pinça esteja sobre o objeto e seja possível pegá-lo.
- Durante a prática, caso os estudantes emitam opiniões discordantes, retire toda a água do recipiente e realize o mesmo procedimento. Em seguida, coloque água novamente no recipiente e peça aos estudantes que escrevam uma explicação para o que ocorreu.

- Se achar conveniente, resolva com os estudantes a posição aparente da moeda na caneca com água, para isso considere uma profundidade de 10 cm e que a caneca esteja completamente cheia de água. Sendo o índice de refração do ar igual a 1 e o da água igual a 1,33. A posição aparente da moeda pode ser determinada da seguinte forma.

$$\frac{n_{\text{observador}}}{n_{\text{objeto}}} = \frac{p'}{p} \Rightarrow \frac{1}{1{,}33} = \frac{p'}{10} \Rightarrow p' \simeq 7{,}5 \therefore p' \simeq 7{,}5 \text{ cm}$$

- A imagem da moeda será visualizada aproximadamente 7,5 cm da superfície da água, ou cerca de 2,5 cm acima de onde ela realmente está.
- Comente que pela relação $\frac{n_{\text{observador}}}{n_{\text{objeto}}} = \frac{p'}{p}$, temos que, quando o observador está em um meio menos refringente que o meio no qual o objeto se encontra $\left(n_{\text{observador}} < n_{\text{objeto}}\right)$, a imagem será observada mais próximo da superfície de separação entre os meios físicos $(p > p')$. Quando o observador está em um meio mais refringente $\left(n_{\text{observador}} > n_{\text{objeto}}\right)$, a imagem será observada mais distante da superfície de separação entre os meios físicos $(p < p')$. É por esta razão que corpos parcialmente submersos na água parecem distorcidos, como mostra a fotografia a seguir.

MODERNA

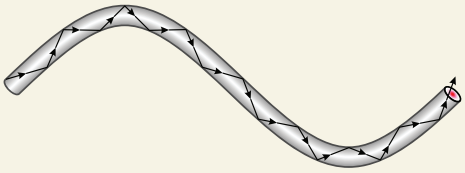
MILANB/SHUTTERSTOCK

Canudo em um copo com água. O canudo aparenta estar quebrado por causa da refração da luz.

- Retome os conceitos sobre a fibra óptica com os estudantes. Explique que a fibra óptica é um filamento flexível, transparente, com pequena espessura e composto de vidro especial ou plástico.

  A diferença entre o índice de refração da fibra e do meio externo possibilita que a luz seja conduzida pelo cabo ao longo de seu comprimento devido à ocorrência de reflexão toral. Assim, a luz que incide em uma das extremidades do cabo atinge sua superfície interna, quando ocorre a reflexão total, direcionando a luz para a superfície oposta, que novamente será refletida, sendo assim conduzida até a outra extremidade, como mostra a imagem abaixo.

FOUAD A. SAAD/ SHUTTERSTOCK



Raio de luz refletindo no interior de um cabo de fibra óptica.

Páginas 145 a 148

BNCC EM DESTAQUE

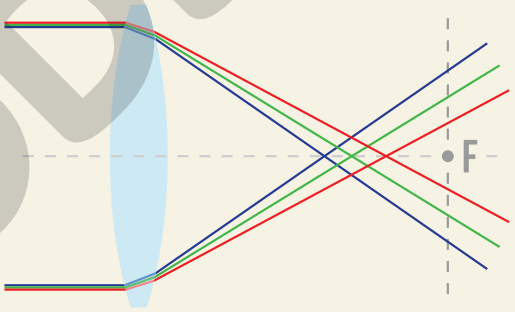
- Compreender o funcionamento e analisar as propriedades específicas das lentes esféricas, permitindo avaliar e adequar sua aplicabilidade no cotidiano contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT307**.

- Enfatize aos estudantes que as lentes são sistemas ópticos que formam imagens por meio da refração dos raios de luz causada pela diferença entre o índice de refração do meio e o da lente.
- Comente aos estudantes que o desenvolvimento das lentes surgiu graças ao desejo do ser humano em suprir certas necessidades. Por isso, organize duplas e peça que pesquisem o uso e o desenvolvimento das lentes na sociedade e suas principais aplicações no cotidiano. Auxilie-os durante a pesquisa a fim de buscarem informações em domínios confiáveis.
- Por fim, peça aos estudantes que apresentem as informações aos outros colegas da sala.
- Retome os conceitos de formação de imagens em dioptros planos, explicando que os raios de luz refratam ao sair da água para o ar, o que causa a impressão de que o respectivo objeto está em uma posição diferente. O mesmo ocorre nas lentes, em que os raios de luz são refratados e onde se observa a imagem de um objeto em uma posição aparente.
- Comente que a luz sofre refração nas duas faces da lente. Quando um raio de luz incide do ar para a lente, a luz reduz sua velocidade e desvia sua trajetória, aproximando-se da normal. Quando o raio passa da lente para o ar, a luz aumenta sua velocidade e desvia sua trajetória, afastando-se da normal.
- Enfatize que o comportamento convergente ou divergente de uma lente esférica, abordado no final da página **145**, depende do meio onde ela está imersa, pois isso se refere ao meio e ao índice de refração do material que constitui a lente.
- Ao trabalhar os elementos geométricos das lentes esféricas, na página **146**, se achar interessante, apresente aos estudantes o efeito de aberração cromática ou acromatismo.

  Sabe-se que a luz é uma onda eletromagnética e cada cor corresponde a uma dada frequência, logo, a um respectivo comprimento de onda. A luz branca é dada pela composição de todas as frequências correspondentes a cada uma das cores. Ela pode ser decomposta, ou seja, separada em cada uma das cores.

  A aberração cromática é decorrente da dispersão da luz branca (ou policromática) ao atravessar uma lente, porque luzes com diferentes frequências propagam-se com diferentes velocidades em um mesmo meio, logo há um desvio por refração para cada cor, portanto, corresponde a um determinado foco da imagem.
- A imagem abaixo mostra o comportamento dos raios de luz de frequências diferentes. Nesse caso, a luz azul sofre maiores desvios que a luz verde e vermelha, respectivamente. Enfatize que esse fenômeno também ocorre nas lentes divergentes.

DN BR/SHUTTERSTOCK



Representação da convergência em diferentes pontos para raios de luz de cores diferentes.

- A aberração cromática costuma atrapalhar os fotógrafos, pois a imagem formada em um anteparo apresentará as cores do arco-íris misturadas com o desenho da imagem, gerando um aspecto borrado, como se as cores dos objetos estivessem deslocadas, como mostra a imagem acima. Portanto, para corrigir esse fenômeno é necessário utilizar lentes especiais, normalmente tratando-se da justaposição de uma lente convergente e de uma lente divergente de diferentes materiais.
- Mostre a semelhança, do ponto de vista óptico, na formação de imagens entre lentes esféricas e espelhos esféricos, conteúdo trabalhado nas páginas **147** e **148**. Embora nas lentes as imagens se formem pelos raios refratados e nos espelhos esféricos, pelos raios refletidos, explique que as características das imagens fornecidas por lentes convergentes são as mesmas das imagens fornecidas por espelhos côncavos. De

MODERNA

mesmo modo, lentes divergentes e espelhos convexos são análogos no que se refere às características das imagens.

Página 149

BNCC EM DESTAQUE

- A atividade complementar sugerida a seguir contribui para desenvolver as **competências gerais 2** e **9**, pois incentiva os estudantes a investigar um fenômeno utilizando o método científico, além de discutirem os resultados em grupo, desenvolvendo o respeito às opiniões dos colegas.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- O estudo de lentes esféricas pode ser mais facilmente compreendido pela turma por meio de uma simples prática realizada em uma atividade experimental. Se julgar conveniente, faça essa atividade com os estudantes.
- O objetivo do experimento é mostrar o desvio que um raio de luz sofre ao atravessar uma lente esférica, nesse caso, uma lente convergente, que será construída pelos estudantes.
- Para a realização da atividade, peça-lhes que se organizem em grupos. Cada grupo precisará de:
  - > uma garrafa PET transparente;
  - > caneta para retroprojetor;
  - > tesoura com pontas arredondadas;
  - > agulha;
  - > recipiente de tamanho médio para armazenar água;
  - > cola do tipo epóxi (cola de secagem rápida e resistente à água);
  - > caneta *laser* (de preferência da cor verde);
  - > água.
- Corte a extremidade superior da garrafa, pois essa será a parte utilizada. Com a caneta para retroprojetor, faça dois círculos de mesmas dimensões nas laterais opostas dessa parte da garrafa e recorte-os.
- A cola epóxi é composta por dois tubos, um com resina epóxi e outro com um catalisador. Misture bem a mesma quantidade dos dois produtos e cole os dois recortes pelas extremidades, dando o formato de uma lente biconvexa. Após a secagem da cola, mergulhe a lente no recipiente contendo água e aperte-a levemente. Ao apertar, se começar a sair bolhas de ar, seque-a e passe cola novamente.
- Após a secagem da cola, com uma agulha, faça um leve furo na extremidade da lente. O furo servirá para encher o seu interior com água sem que haja vazamentos posteriores. Feito isso, mergulhe de novo a lente no recipiente contendo água e aperte-a de leve, até que seu interior se encha de água.
- Utilize a caneta *laser* direcionando-a para uma parede e coloque o centro da lente entre o *laser* e a parede. Peça aos estudantes que observem a posição da incidência do feixe sobre essa parede. Depois, faça leves movimentos para cima e para baixo com a lente, porém mantendo imóvel a caneta.
- Oriente a turma a observar e relatar, de acordo com os princípios de lentes esféricas, o que aconteceu com a posição de incidência do feixe sobre a parede.
- Explique-lhes que o raio de luz sofre um desvio ao atravessar a lente por conta do efeito da refração, causando, nesse caso, a convergência dos raios de luz para o foco da lente.
- A lente convergente construída também pode ser utilizada para explicar a distância focal e a formação de imagens.

BNCC EM DESTAQUE

- As atividades propostas nessa seção possibilitam ao estudante analisar a situação-problema e avaliar a aplicabilidade do conhecimento científico e tecnológico, empregando instrumentos de medição e interpretando modelos explicativos e textos de divulgação científica que tratem da respectiva temática, contribuindo, assim, para o desenvolvimento da **competência geral 2** e da **competência específica 3 da Ciência da Natureza e suas Tecnologias**, bem como das habilidades **EM13CNT301** e **EM13CNT303**.
- A divulgação dos métodos utilizados pelos estudantes e a divulgação de seus resultados, exercitando a interpretação gráfica, a tabela, as equações e a elaboração de textos por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação, possibilitam o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT302**.

Página 149

INVESTIGUE

Objetivos

- Identificar as características dos espelhos esféricos e como elas influenciam na formação das imagens.
- Identificar as características das lentes esféricas e como elas influenciam nas imagens conjugadas pelas lentes.
- Entender qual tipo de imagem pode ser projetado e que tipo de espelho ou lente pode ser utilizado para isso.

Orientações

- Comente com os estudantes que eles podem construir superfícies refletoras esféricas pela associação de pequenas partes refletoras planas, ou uma superfície plana que pode ser curvada seguindo a forma de arco de circunferência. Para isso, eles podem usar pedaços do lado brilhante do papel-alumínio. Ou eles podem usar espelhos esféricos côncavos, geralmente vendidos como espelhos para maquiagem, e espelhos convexos, geralmente vendidos para colocar em retrovisores de automóveis. Quanto às lentes, os estudantes podem usar lupas de diferentes tamanhos.

EM OBRA

- Se possuir alguns desses equipamentos, leve para a sala de aula e disponibilize para os estudantes.
- Incentive os estudantes a responder às questões do texto da **Contextualização**, de modo que fique claro que eles devem investigar maneiras de produzir imagens com lentes e espelhos esféricos.

Respostas das questões de contextualização

a) Espera-se que os estudantes respondam que sim. Os espelhos côncavos produzem imagens reais dependendo da posição do objeto em relação ao espelho, e esse tipo de imagem pode ser projetada em um anteparo.

b) Espera-se que os estudantes respondam que são as lentes convergentes, pois elas podem produzir imagens reais quando o objeto está antes do foco.

- Auxilie os estudantes a identificar possíveis materiais e procedimentos para realizar a atividade, de acordo com as respostas dadas na discussão inicial. Essa atividade contribui para desenvolver o **pensamento computacional**, incentivando os estudantes a usar fundamentos da computação para construir superfícies esféricas refletoras. 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 podem ajudar os estudantes nesse processo.
- Na primeira questão, oriente os estudantes a se lembrar de materiais que possam refletir ou refratar a luz. Para essa atividade eles podem usar o lado brilhante do papel-alumínio, lupas, espelhos industrializados e lanternas ou apontadores *laser*.
- Na segunda questão, verifique se os estudantes compreenderam que precisarão de espelhos e lentes capazes de produzir imagens reais, por isso deverão utilizar lentes e espelhos esféricos.
- Na terceira questão, leve os estudantes a reconhecer que precisam de fontes de luz, como lanternas ou apontadores *laser*.
- Para as demais questões, os estudantes precisam conhecer os elementos geométricos dos espelhos e das lentes, tais como: foco, vértice, centro de curvatura (para os espelhos), ponto antiprincipal (para as lentes) e distância focal.

Materiais:

- cartolina
- papel-alumínio
- lápis
- transferidor
- cola ou fita adesiva
- espelhos de maquiagem
- marcador permanente
- lupas de diferentes tamanhos
- lanterna e/ou apontadores *laser*

Procedimentos

a) Caso não tenham espelhos esféricos, monte superfícies refletoras esféricas com papel-alumínio colado em pedaços retangulares de cartolina. Para isso, oriente os estudantes a marcar linhas semicirculares e prender as superfícies refletoras com fita adesiva na forma desenhada.

b) Em seguida, eles devem fazer a luz incidir sobre o espelho esférico e identificar os elementos geométricos. O mesmo deve ser feito com as lupas.

c) Para projetar imagens, providencie uma superfície transparente e faça um desenho com o marcador permanente. Em seguida, posicione a lanterna de modo que a luz atravesse a superfície transparente, uma lupa e que incida em um anteparo. Movimente a lupa de modo que a imagem formada no anteparo fique nítida, depois meça as distâncias do objeto e da imagem em relação à lente.

- Durante a execução da atividade, o professor deve atuar como orientador, incentivando os estudantes a encontrar as soluções para os problemas que encontrarem.
- Caso ache interessante, mostre o vídeo sobre um brinquedo que projeta uma imagem real com a associação de dois espelhos esféricos. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qicTfi3_mQI>. Acesso em: 26 maio 2020.
- Estimule os estudantes a registrar as etapas da atividade com fotografias ou vídeos, para que seja possível compartilhar com a turma.

Respostas

1. O formato do espelho (côncavo ou convexo), o raio de curvatura, a distância focal e a distância do objeto ao espelho são os fatores que influenciam os espelhos esféricos e as imagens produzidas por eles.
2. As lentes e as imagens produzidas por elas são influenciadas pelo formato da lente (borda fina ou borda grossa), pelo índice de refração do material, pela distância focal e pela posição do objeto em relação à lente.
3. Resposta pessoal. Os estudantes podem utilizar a parte brilhante do papel-alumínio ou usar espelhos de maquiagem, por exemplo.
4. Resposta pessoal. Espera-se que eles consigam projetar as imagens reais formadas pelos espelhos e lentes.
5. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes confrontem as respostas que deram às questões iniciais com os resultados que observaram ao realizar a atividade prática.

BNCC EM DESTAQUE

- A atividade complementar sugerida a seguir contribui para desenvolver as **competências gerais 7** e **9**, pois incentiva os estudantes a argumentar sobre o tema contemporâneo transversal **Educação em direitos humanos** e a trocar ideias sobre acessibilidade e direitos dos deficientes, promovendo o respeito ao próximo.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

- Após trabalhar com os estudantes os conceitos relacionados à luz, como instrumentos de observação, reflexão e refração. Se julgar conveniente, realize a atividade a seguir com eles.
- Apresente à turma o texto abaixo e, em seguida, solicite que reflitam e troquem ideias sobre as questões.

A sociedade deve se mobilizar para que as pessoas com

MOVERNA

deficiência física possam conviver normalmente e ter independência. Algumas deficiências podem provocar limitações para o portador, mas não o tornam incapaz de desempenhar tarefas e atividades como qualquer outra pessoa.

A deficiência visual, por exemplo, seja completa ou parcial, não impede alguém de levar uma vida normal, com trabalho, lazer e locomoção, porém são necessárias adaptações sociais que tornem isso possível. A Lei n.º 10.098, de 19 de dezembro de 2000, estabelece normas gerais e critérios básicos para promover a acessibilidade das pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida. Uma das maneiras de permitir que pessoas com deficiência visual tenham acesso às informações é o sistema Braille, método que possibilita a leitura pelo tato. Esse método foi desenvolvido pelo francês Louis Braille (1809-1852), que teve o olho esquerdo perfurado em um acidente na oficina de seu pai quando tinha 3 anos de idade. Uma infecção generalizada atingiu também seu olho direito, ocasionando uma cegueira total dois anos depois.

Louis foi estudar no Instituto Nacional para Jovens Cegos, em Paris, onde aprendeu um método de leitura no qual as letras eram representadas por ponto e traços identificados com os dedos. Com 15 anos de idade, criou um método que ficou conhecido como alfabeto Braille, no qual o espaço destinado a uma letra pode ser preenchido por até seis pontos em relevo, organizados em três linhas e duas colunas. As combinações de até seis pontos possibilitam identificar letras, letras acentuadas, pontuação, números, sinais algébricos, notas musicais, entre outros símbolos. Em 1837, surgiu a proposta que definiu a estrutura básica do método, que de tão eficiente e útil se tornou o melhor meio de leitura e escrita para pessoas com deficiência visual.

O Brasil foi o primeiro país da América Latina a adotar o sistema Braille, em 1854, quando foi inaugurado o Instituto Benjamin Constant, no Rio de Janeiro, que tinha como missão a educação e a profissionalização de pessoas com deficiência visual. Ações como as desse instituto são essenciais para auxiliar pessoas com deficiência visual. Porém, não adianta essa pessoa se adaptar à sociedade se os ambientes não estiverem aptos para recebê-la.

Assim, independentemente de qualquer necessidade especial, todas as pessoas têm o direito de viver em situação de igualdade de oportunidades, com as devidas condições de segurança, autonomia e conforto.

a) Você concorda com a afirmação de que a sociedade deve se mobilizar para que as pessoas com deficiência física possam conviver normalmente? Justifique sua resposta.

b) Cite algumas ações ou adaptações sociais que favorecem a segurança, a autonomia e o conforto das pessoas com deficiência visual.

c) Reúna-se com cinco colegas e, em grupo, façam uma pesquisa sobre quais modificações e materiais são necessários para que sua escola possa atender às pessoas com deficiência visual. Em seguida, você e seus colegas deverão verificar se a escola fornece todas as condições para que os alunos com deficiência visual estudem e se desenvolvam.

Respostas

a) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes respondam que sim, pois, para que uma pessoa portadora de alguma deficiência física ou mobilidade reduzida conviva normalmente, é preciso que a sociedade se adapte. Por exemplo, para que um cadeirante ou um portador de deficiência visual consiga se locomover de forma independente e segura, é preciso que o ambiente esteja devidamente adequado; para que uma pessoa com deficiência auditiva possa conviver normalmente, todos devem conhecer a comunicação por Libras; entre outras adaptações.

b) Entre as várias ações, é possível citar: utilizar a simbologia Braille em teclados de telefone, elevadores, placas informativas e ônibus; instalar serviços de comunicação sonora em locais de circulação coletiva, como ambientes de trabalho, elevadores e semáforos; divulgar livros, revistas e outros meios de comunicação pelo sistema Braille; disponibilizar computadores com identificação tátil das teclas e programas com sinais sonoros; adaptar calçadas táteis indicando o local de circulação adequado; entre outras ações.

c) Resposta pessoal.

Respostas e orientações para as Atividades

Páginas 150 e 151

3. $n_{Si} = 3{,}33$ e $n_g \simeq 1{,}30$.

Podemos calcular a velocidade da luz no silício (v_{Si}) por meio da relação dos índices de refração do gelo (n_g) e do silício (n_{Si}).

$$n_{gSi} = \frac{\frac{c}{v_g}}{\frac{c}{v_{Si}}} = \frac{v_{Si}}{v_g} \Rightarrow 0{,}39 = \frac{v_{Si}}{2{,}3 \cdot 10^8} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{Si} = 0{,}39 \cdot 2{,}3 \cdot 10^8 \simeq 0{,}9 \cdot 10^8 \therefore v_{Si} \simeq 0{,}9 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

O índice de refração do silício (Si) é:

$$n_{Si} = \frac{c}{v_{Si}} = \frac{3 \cdot 10^8}{0{,}9 \cdot 10^8} = 3{,}33 \therefore n_{Si} = 3{,}33$$

O índice de refração do gelo é dado por:

$$n_g = \frac{c}{v_g} = \frac{3 \cdot 10^8}{2{,}3 \cdot 10^8} = 1{,}30 \therefore n_g \simeq 1{,}30$$

4. $n_z \simeq 1{,}67$

De acordo com a ilustração, a hipotenusa é o próprio raio da circunferência.

$$n_z \cdot \operatorname{sen} \hat{i} = n_{ar} \cdot \operatorname{sen} \hat{r} \Rightarrow n_z \cdot \frac{30}{h} = 1 \cdot \frac{50}{h} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n_z = \frac{50}{30} \simeq 1{,}67 \therefore n_z \simeq 1{,}67$$

EM MODERNA

5. Alternativa **e**. Em razão do efeito da refração, o indígena enxerga uma imagem virtual do peixe, cuja profundidade aparente é menor que a real.

6. $n_B \simeq 1{,}92$ e $\hat{r} = 0$

Utilizando a lei de Snell-Descartes, tem-se:

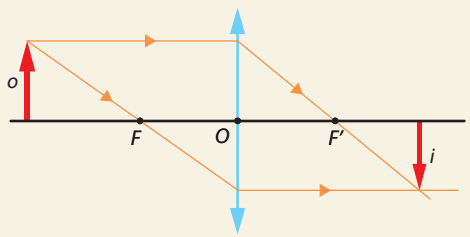
$$n_A \cdot \operatorname{sen} \hat{i} = n_B \cdot \operatorname{sen} \hat{r} \Rightarrow 1 \cdot \operatorname{sen} 30° = n_B \cdot \operatorname{sen} 15° \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1 \cdot \frac{1}{2} = n_B \cdot 0{,}26 \Rightarrow n_B = \frac{1}{2 \cdot 0{,}26} \simeq 1{,}92 \therefore n_B \simeq 1{,}92$$

Como o raio que incide sobre o espelho passa pelo foco do mesmo, o raio será refletido paralelamente ao eixo principal do espelho, ou seja, perpendicular à superfície de separação dos dois meios. Assim, a medida do ângulo de reflexão do espelho côncavo é zero, portanto não terá refração, pois, quando um raio de luz incide perpendicularmente à superfície de separação, não há refração.

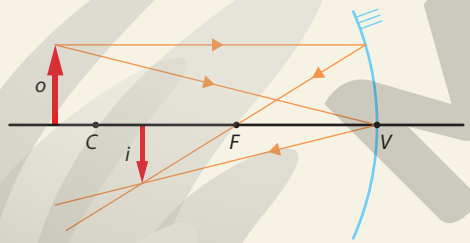
7. Alternativa **a**. As lentes de bordas finas que convergem os raios de luz incidentes, ou seja, que são convergentes, neste caso.

8. **a)** Real, invertida e menor.



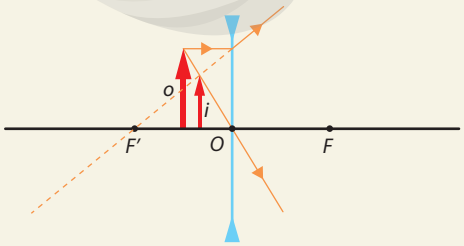
Representação da formação da imagem de um objeto posicionado antes do ponto antiprincipal, em uma lente convergente.

b) Real, invertida e menor.



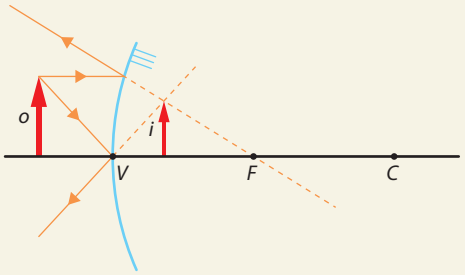
Representação da formação da imagem em um espelho côncavo com o objeto além do centro de curvatura.

c) Virtual, direita e menor.



Representação da formação de uma imagem em uma lente divergente.

d) Virtual, direita e menor.



ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

Representação da formação da imagem em um espelho convexo.

Página 151

RETOMANDO O QUE ESTUDEI

1. O objetivo dessa questão é que os estudantes associem a alimentação variada e equilibrada ao funcionamento adequado das células e, consequentemente, do organismo, tendo uma visão microscópica (células) em relação à macroscópica (organismo). Os estudantes podem incluir em seu esquema a imagem de uma célula eucariótica, em corte, e indexar textos explicativos referentes a cada molécula, orgânica e inorgânica, em porções da célula, como membrana, citoplasma e material genético.

2. Espera-se que os estudantes respondam que, embora tenham a mesma fórmula química, elas apresentam diferentes fórmulas estruturais e são chamadas isômeros.

3. Espera-se que os estudantes respondam que as funções orgânicas oxigenadas são compostos formados por átomos de carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O). Como exemplo, eles podem citar o álcool etílico (C_2H_5OH) e o colesterol $(C_{27}H_{46}O)$.

Já as funções orgânicas nitrogenadas são compostos formados por átomos de carbono, hidrogênio e nitrogênio, como a cafeína $(C_8H_{10}N_4O_2)$, e aminas, como a metilamina (CH_3NH_2) e a etilamina $(C_2H_5NH_2)$.

4. Espera-se que os estudantes respondam que no microscópio óptico as estruturas responsáveis pela formação das imagens são as lentes, por isso o principal fenômeno nesse equipamento é a refração da luz. Nos telescópios refratores também são as lentes que produzem as imagens pela refração da luz. Já nos telescópios refletores, as estruturas principais na formação das imagens são os espelhos esféricos ou parabólicos, que produzem as imagens pela reflexão da luz.

Páginas 152 e 153

SER CONSCIENTE

BNCC EM DESTAQUE

- A abordagem dos avanços na Ciência por meio da divulgação científica e a avaliação de como a respectiva aplicação propõe soluções para as demandas globais contribuem para desenvolver a **competência específica 3 da Ciências da Natureza e suas Tecnologias** e a habilidade **EM13CNT303**. Já o debate em situações

MOBERNA

controversas sobre a aplicação de tecnologias do DNA contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT304**.

Objetivos

- Compreender que o conhecimento científico é uma construção coletiva, produzido ao longo do tempo como parte da experiência intelectual e social da humanidade.
- Compreender que o conhecimento é gerado graças a observações, investigações e testes de hipóteses.
- Conhecer a importância do trabalho em conjunto de diferentes profissionais, integrando o conhecimento de diferentes áreas.
- Reconhecer a importância de tecnologias avançadas na produção de conhecimento, permitindo estudos mais específicos e a obtenção de detalhes.
- Refletir sobre a importância da divulgação de novas descobertas científicas que contribuem para melhorar a qualidade de vida das pessoas.
- Conhecer as novas tecnologias que permitem estudar o organismo humano e compreender o desenvolvimento e a evolução de doenças, auxiliando em um diagnóstico mais preciso e proporcionando seu monitoramento e tratamento.
- Analisar de forma crítica textos de conhecimentos científicos usando linguagens próprias das Ciências da Natureza.

Orientações

- Inicie o trabalho com esta seção lendo o texto com os estudantes, explore as imagens e promova um momento para que eles exponham suas opiniões sobre a importância das pesquisas científicas e seu aprimoramento por meio de novas tecnologias. Essa abordagem desenvolve o tema contemporâneo transversal **Ciência e tecnologia**.
- Enfatize a importância do desenvolvimento do conhecimento científico, o trabalho em conjunto de profissionais de diversas áreas das Ciências e a ampla divulgação de novas descobertas pelos meios de comunicação e informação.
- Se julgar conveniente, proponha um trabalho de pesquisa para os estudantes sobre as mais recentes descobertas das Ciências sobre o mapeamento das células humanas e aproveite para desenvolver a **competência geral 5** ao utilizar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética para acessar informações e produzir conhecimento.
- O texto a seguir traz mais informações sobre o Projeto Genoma Humano (PGH).

> O Projeto Genoma Humano (PGH) teve como objetivo o sequenciamento dos 3,1 bilhões de bases nitrogenadas do genoma humano. O genoma é o conjunto de DNA de um ser vivo, e o DNA é formado pela ligação sequencial de moléculas denominadas nucleotídeos. [...]
>
> [...] Um dos projetos mais ousados no campo das ciências biomédicas, sua proposta foi lançada pelo Department of Energy (DOE) na década de 1980, motivada por um ímpeto de investimento e pesquisas genéticas, a impulsionar pesquisas relacionadas à Biologia Molecular. No caso do sequenciamento, o objetivo era construir uma base informacional que contribuísse para a medicina no campo das síndromes relacionadas à exposição à radiação. [...]
>
> O produto final do projeto consistiu no sequenciamento de um genoma-referência composto por genomas de diferentes povos. Eram amostras de doadores anônimos, oriundos de diferentes povos. Em 2007, foi descrita a primeira sequência genômica completa diploide de um único indivíduo. [...]
>
> GÓES, A. C. S.; OLIVEIRA, B. V. X. Projeto Genoma Humano: um retrato da construção do conhecimento científico sob a ótica da revista Ciência Hoje. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 20, n. 3, p. 561-577, 2014. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/18497/material/Projeto%20Genoma%20Humano.pdf>. Acesso em: 27 maio 2020.

- Comente aos estudantes que a técnica de microscopia foi desenvolvida pelos laureados do Nobel de Química de 2017: o biofísico suíço Jacques Dubochet (1942-), o biofísico alemão Joachim Frank (1940-) e o biologista molecular escocês Richard Henderson (1945-).
- Se julgar interessante, acesse com os estudantes o *site* da *Revista Galileu* e explore mais informações sobre o Nobel de Química de 2017 pela criação do método que marcou o desenvolvimento da microscopia crioeletrônica e ajudou na compreensão das biomoléculas. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2017/10/nobel-de-quimica-vai-para-desenvolvimento-da-microscopia-crioeletronica.html>. Acesso em: 28 maio 2020.

Respostas

A) Espera-se que os estudantes reconheçam que, ao tornar acessível os resultados dos estudos de diferentes cientistas, atesta-se o conhecimento científico como uma construção coletiva, resultante do trabalho de diversos cientistas em diferentes regiões do mundo e ao longo do tempo.

B) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes incluam em seus textos que a Bioinformática é uma área de estudo multidisciplinar que visa utilizar técnicas computacionais para processar, analisar e interpretar dados relacionados a sistemas biológicos. No caso da microscopia crioeletrônica em pesquisas científicas, uma enorme quantidade de dados são produzidos, os quais são processados, analisados e interpretados com o auxílio de programas específicos. Sem esses *softwares*, a análise dos dados seria inviável.

C) O objetivo dessa questão é fazer os estudantes refletirem sobre a importância da tecnologia e dos estudos científicos para a sociedade. Espera-se que eles comentem que, ao conhecer o local exato em que o vírus SARS-CoV-2 se liga à célula humana, é possível, por exemplo, reconhecer os tipos de células humanas parasitadas pelos vírus, neste caso, aqueles que apresentam o receptor ECA2 (ou ACE2, em inglês). Além disso, o conhecimento do modo de infecção das células permite estudar maneiras de evitar a entrada do vírus na célula hospedeira e, consequentemente, sua multiplicação no corpo humano, auxiliando no controle da disseminação da doença, por exemplo.

MODERNA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMPLEMENTARES COMENTADAS

ABRAMOVAY, M.; SILVA, A. P.; 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.

Um guia que apresenta, de maneira reflexiva e prática, orientações aos educadores sobre os principais temas da contemporaneidade relacionados à violência e à convivência escolar.

ALBERTS, B. et al. *Biologia molecular da célula*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

Um livro completo sobre biologia celular com conhecimento científico, explicações claras e ilustrações de qualidade.

ARAÚJO, L. C.; VIEIRA, K. F. L.; COUTINHO, M. P. L. Ideação suicida na adolescência. *Psico-USF*, Campinas, v. 15, n. 1, jan./abr. 2010.

Este artigo apresenta um estudo sobre as representações sociais da ideação suicida e a ocorrência desse fenômeno em adolescentes de Ensino Médio.

ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de química*: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

O 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 a química ao mostrar a relação entre as ideias químicas fundamentais e suas aplicações, utilizando ferramentas pedagógicas 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 de diferentes áreas, 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 – Para uma educação de qualidade, 4., 2004, Braga. *Atas*... Braga: CIED: Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 2004. p.131-144.

Este artigo apresenta de forma objetiva e estruturada as etapas de uma aula-oficina.

BARCELOS, T. S.; SILVEIRA, I. F. Pensamento computacional e educação matemática: relações para o ensino de computação na Educação Básica. In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO, 10., 2012. Curitiba. *Anais*... Curitiba: IFSP, 2012. p. 23. Disponível em: <http://www2.sbc.org.br/csbc2012/anais_csbc/eventos/wei/artigos/Pensamento%20Computacional%20e%20Educacao%20Matematica%20Relacoes%20para%20o%20Ensino%20de%20Computacao%20na%20Educacao%20Basica.pdf>. Acesso em: 19 maio 2020.

Neste artigo, os autores apresentam uma discussão baseada em um mapeamento de competências elencadas pelos currículos brasileiros em relação ao pensamento computacional presente na literatura.

BARCELOS, T. S.; SILVEIRA, I. F. Relações entre o pensamento computacional e a matemática através da construção de jogos digitais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GAMES E ENTRETENIMENTO DIGITAL – SBGAMES, 12., 2013, São Paulo. *Anais*... São Paulo: Universidade Cruzeiro do Sul, 2013. p. 52-55. Disponível em: <http://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/cd/_Thiago%20Schumacher%20Barcelos_CD_2013.pdf>. Acesso em: 19 maio 2020.

Neste texto, os autores apresentam uma investigação sobre as competências associadas ao pensamento computacional por meio do desenvolvimento de atividades e jogos digitais no Ensino Médio.

BENINCASA, M.; REZENDE, M. M. Tristeza e suicídio entre adolescentes: fatores de risco e proteção. *Boletim de Psicologia*, São Paulo, v. 56, n. 124, p. 93-110, jun. 2006.

O artigo apresenta informações sobre fatores de risco e proteção relacionados ao suicídio na adolescência.

BERGMANN, J.; SAMS, A. *Sala de aula invert!da*: 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 elaborada pelo Centro de Ensino e Aprendizagem da Universidade da Califórnia, em Berkeley, nos Estados Unidos, que apresenta 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. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Centro de Estudos Interdisciplinares em Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/172208>. Acesso em: 19 maio 2020.

Nesta tese de doutorado, o autor aborda o desenvolvimento do pensamento computacional na educação básica usando atividades "desplugadas", ou seja, sem o auxílio de computadores ou dispositivos eletrônicos.

BRADY, J. E. et al. *Química*: a matéria e suas transformações. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. v. 1.

Um dos pontos fortes deste livro é a didática de ensino integrando textos curtos e objetivos com muitos exercícios práticos resolvidos. Ele tem como princípio norteador o aprender resolvendo problemas, o que reforça os conceitos da matéria.

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 Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é o documento que norteia os currículos dos sistemas e das 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.

BRASIL. Ministério da Educação. 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, com o objetivo de propor mudanças nas maneiras de perceber essa faixa etária. Os textos 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, além do papel da escola na formação dos jovens.

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, 2017.

Este estudo apresenta a aula-oficina como uma possibilidade de exercício da docência com base em relatórios e entrevistas concedidas por alunos 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.

Este livro é organizado em duas partes: a primeira apresenta reflexões dos autores sobre possibilidades de inovação em sala de aula; a segunda aborda mais de 40 estratégias que contribuem para a aplicação dessas metodologias.

CAMPBELL, N. A. et al. *Biology*. 8. ed. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings, 2009.

O livro traz uma introdução completa sobre todas as áreas da Biologia.

CAMPOS, H. R.; JORGE, S.; CARDOSO, D. Violência na escola: uma reflexão sobre o *bullying* e a prática educativa. *Em Aberto*, Brasília, v. 23, n. 83, mar. 2010.

O artigo apresenta informações estatísticas sobre o *bullying* na escola e o papel do professor diante de situações como essas.

CARVALHO, A. M. P. de et al. (Org.). *Ensino de ciências*: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2004.

O livro traz inovações para o ensino, incentivando os estudantes a construir um conhecimento científico para auxiliá-los na compreensão do mundo.

CARVALHO, I. S. de (Ed.). *Paleontologia*: conceitos e métodos. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. v. 1.

Este livro apresenta os diversos grupos que existiram nos últimos 3,8 bilhões de anos no planeta contando a história geológica da vida, indicando os contextos geológico e paleobiológico em que se inseriam. Este volume abrange os conceitos e métodos para o estudo dos fósseis.

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA (CIEB). *Currículo de referência em tecnologia e computação*. Disponível em: <https://curriculo.cieb.net.br/>. Acesso em: 17 ago. 2020.

Neste *site*, é apresentado um currículo de referência organizado em três eixos, sendo um deles o pensamento computacional. Cada eixo é subdividido em conceitos, por meio dos quais algumas habilidades são trabalhadas.

COHEN, K. M. et al. International Chronostratigraphic Chart. *International Commission on Stratigraphy*. Disponível em: <https://stratigraphy.org/icschart/ChronostratChart2019-05.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2020.

O *site* apresenta as subdivisões do tempo geológico.

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 e da educação, analisando em seus textos a importância das culturas juvenis na construção de um cenário educativo mais democrático e significativo. Nessa obra, ele traz algumas experiências vivenciadas no projeto Observatório da Juventude, da Universidade Federal de Minas Gerais (UGMG), que trabalha desde 2003 com a questão da formação de professores e discussões envolvendo a juventude.

DRIEU, D.; PROIA-LELOUEY, N.; ZANELLO, F. Ataques ao corpo e traumatofilia na adolescência. *Ágora*, Rio de Janeiro, v. XIV, n. 1, jan./jun. 2011.

Este estudo aborda a relação entre as mudanças que ocorrem na puberdade e os comportamentos suicidas.

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.

O artigo apresenta a estratégia *jigsaw* por meio da aplicação dessa abordagem em uma turma de estudantes do 2º ano do Ensino Médio.

FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. *Metodologias inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa*. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

Este livro apresenta aplicações práticas e estratégias de trabalho com diversas metodologias que abordam elementos de inovação nas práticas de ensino-aprendizagem, chamadas pelas autoras de metodologias "inov-ativas".

FORTES, I.; KOTHER, M. Automutilação na adolescência: rasuras na experiência de alteridade. *Psicogente*, Barranquilla, Colômbia, v. 20, n. 38, 2017. Disponível em: <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/psicogente/article/view/2556>. Acesso em: 19 maio 2020.

Artigo de reflexão teórica que aborda aspectos do comportamento de automutilação, propondo analisar o tema com base em algumas narrativas presentes em *blogs* de adolescentes.

FRANÇA, R.; TEDESCO, P. Desafios e oportunidades ao ensino do pensamento computacional na educação básica no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 4., 2015, Recife. *Anais*... Recife: UFPE, 2015. p. 1464-1473. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/283347058_Desafios_e_oportunidades_ao_ensino_do_pensamento_computacional_na_educacao_basica_no_Brasil>. Acesso em: 19 maio 2020.

Neste artigo, as autoras buscam descrever os desafios que os professores da Educação Básica enfrentam no ensino do pensamento computacional em sala de aula, por se referir a uma habilidade que deve ser desenvolvida pelos estudantes, mas que não faz parte do currículo escolar.

HALLIDAY, D. RESNICK, R. WALKER, J. *Fundamentos de Física*: eletromagnetismo. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 3.

HALLIDAY, D. RESNICK, R. WALKER, J. *Fundamentos de Física*: óptica e física moderna. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 4.

A coleção apresenta teoria e exercícios ligados a aplicações práticas do mundo real.

HAYNES, W. M. (Ed.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 95. ed. Oakville: CRC Press LLC, 2014.

O manual é uma das referências científicas mais acessadas e respeitadas da comunidade científica, técnica e médica com dados e recomendações internacionais de várias áreas.

HEWITT, P. G. *Física Conceitual*. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

O livro apresenta um texto atraente, bem-humorado e com muitas ilustrações para construir um sólido conhecimento conceitual dos princípios da Física.

HORVATH, J. E. *O ABCD da astronomia e astrofísica*. São Paulo: Livraria da Física, 2008.

O livro oferece uma visão breve de praticamente todas as áreas da Astronomia, com ênfase na Astrofísica Estelar, Cosmologia e Astrobiologia. Ele contém atividades que ajudam a experimentar os fenômenos básicos e temas como a constituição da Terra.

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 tratam sobre o tema. Cada pesquisador contribui com suas reflexões, buscando caminhos para a compreensão do conceito de educar e do funcionamento do complexo processo de ensino-aprendizagem na atualidade.

INSTITUTO AYRTON SENNA. *Pensamento computacional e programação como ferramentas de aprendizagem*. São Paulo, 13 set. 2019. Disponível em: <https://www.institutoayrtonsenna.org.br/pt-br/meu-educador-meu-idolo/materialdeeducacao/pensamento-computacional-e-programacao-como-ferramentas-de-aprendizagem.html>. Acesso em: 19 maio 2020.

O artigo trata da utilização da Programação como uma prática pedagógica, por meio da qual se espera desenvolver o pensamento computacional, enfatizando o destaque que o pensamento computacional recebe na BNCC.

KOTZ, J. C.; TREICHEL P. M. *Química geral e reações químicas*. 5. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2006. v. 1 e 2.

O livro procura mostrar a relação entre as observações químicas e físicas feitas em laboratório e na natureza, trazendo o sentido de que a química é dinâmica.

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.

O texto, publicado na página da Universidade de Lakehead, no Canadá, faz um breve resumo da estratégia *quick writing*.

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.

Mental Health Atlas 2017. Geneva: World Health Organization, 2018.

Este documento reúne dados sobre a saúde mental da população ao redor do mundo.

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.

Apresenta práticas pedagógicas baseadas em metodologias ativas que valorizam o protagonismo dos estudantes.

MORAN, 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. II. (Coleção Mídias Contemporâneas).

Este texto aborda as diferentes facetas das tecnologias educacionais, trazendo reflexões sobre a educação no mundo contemporâneo e as novas concepções de ensino relacionadas às metodologias ativas.

NELSON, D. L. et al. *Princípios de bioquímica de Lehninger*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

Este livro apresenta explicações para vários conceitos complexos com uma visão clara e abrangente da bioquímica.

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de física básica*: eletromagnetismo. São Paulo: Blucher, 1997. v. 3.

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de física básica*: ótica/ relatividade/ física quântica. São Paulo: Blucher, 1998. v. 4.

Estes livros compõem um curso de Física apresentando 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.

OLIVEIRA FILHO, K. de S.; SARAIVA, M. de F. O. *Astronomia & astrofísica*. 4. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

O livro fornece uma visão ampla da Astronomia e da Astrofísica modernas, em linguagem acessível e prática, auxiliando a compreensão do Universo como um todo, por meio do uso das leis da Física.

PALMER, D. *Evolução*: a história da vida. Trad. Ana Carolina Nogueira. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

Este livro traz a história da evolução da vida na Terra.

PURVES, W. K. et al. *Vida*: a ciência da biologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

Esta obra busca fazer uma introdução à Biologia, com informações detalhadas e estimulantes, iniciando os capítulos com uma história. Ela tem o propósito de intrigar os estudantes e auxiliá-los a relacionar a teoria ao mundo à sua volta.

RAABE, A. Pensamento computacional na educação: Para tod*s, por tod*s! *Revista Computação Brasil*, Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Computação (SBC), n. 35, p. 54-63, 1º jul. 2017. Disponível em: <https://www.sbc.org.br/component/flippingbook/book/35/1?page=54>. Acesso em: 19 maio 2020.

Neste artigo, o autor prevê que, em um futuro próximo, todas as pessoas deverão ter conhecimentos relacionados à Computação. Assim sendo, torna-se importante atribuir à Computação a mesma valorização destinada a outras áreas de conhecimento já presentes no currículo escolar básico.

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.

Este artigo propõe algumas definições e organizações a respeito da estratégia *think pair share* por meio da aplicação dessa abordagem com 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.

RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

O livro ilustra a diversidade de hábitats e a biodiversidade na Terra, enfatiza a interconexão da vida e do mundo físico, fornece uma visão geral dos problemas ambientais e ainda propõe algumas soluções para eles.

MODERNA

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. *Introdução à química ambiental*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

O livro apresenta o assunto voltado à realidade brasileira, fornecendo subsídios para que o professor consiga dosar os conteúdos de acordo com a realidade de sua turma.

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. *Revista Sítio Novo*, Palmas, v. 4, n. 1, p. 162-170, jan./mar. 2020.

Este artigo apresenta 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, estado de Minas Gerais.

RONAN, C. A. *História ilustrada da Ciência*: das origens à Grécia. Rio de Janeiro: Zahar, 1987a. v. I.

RONAN, C. A. *História ilustrada da Ciência*: Oriente, Roma e Idade Média. Rio de Janeiro: Zahar, 1987b. v. II.

A coleção traz o desenvolvimento da ciência e do pensamento científico no mundo desde os tempos primitivos e apresenta as principais civilizações científicas e o papel da ciência e tecnologia na sociedade.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. *Zoologia dos invertebrados*: uma abordagem funcional-evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005.

Este livro aborda tanto a diversidade como as características estruturais dos invertebrados, enfatizando a fisiologia e a morfologia.

RUSSEL, J. B. *Química geral*. 2. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1994. v. 1.

O livro apresenta textos que abrangem todas as áreas da química, descrevendo conceitos com linguagem simples e apresentando resumos e problemas em cada capítulo.

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.

Este texto explica, em linguagem objetiva e acessível, a estratégia rotação por estações e mostra a experiência de um professor com essa abordagem.

TEIXEIRA, W. et al. (Org.). *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de textos, 2000.

O livro trabalha os conhecimentos científico e tecnológico de conceitos de Geologia de maneira ampla e completa.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. Microbiologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

Um livro clássico e completo sobre microbiologia.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. *Microbiologia*. 5. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

Este livro ilustrado trabalha de maneira completa toda a microbiologia.

TREFIL, J.; HAZEN, R. M. *Física viva*: uma introdução à física conceitual. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v. 2.

O objetivo deste livro é mostrar que as grandes ideias da física, em comunhão com as outras áreas da Ciência, se interligam e proporcionam uma compreensão aprofundada do universo. A obra descreve e discute diversas tecnologias utilizando os princípios físicos fundamentais, que estão por trás das aplicações práticas que movimentam nossa sociedade e nossa vida.

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.

Neste artigo, é apresentada a utilização do *quiz* como uma 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.

WICANDER, R.; MONROE, J. S. *Fundamentos de geologia*. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

Este livro oferece aos estudantes uma compreensão básica da Geologia e de seus processos, estimulando o pensamento crítico e trazendo uma visão concisa da Geologia Física. O livro ajuda os estudantes a reconhecer a relevância da área em seu cotidiano.

WING, J. Computational Thinking. Trad. Cleverson Sebastião dos Anjos. *Communications of the ACM*, n. 3. 49. ed. 2006. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/download/4711/pdf>. Acesso em: 2 abr. 2020.

Neste artigo, a autora tece comentários a respeito do pensamento computacional, enfatizando que essa habilidade não se restringe apenas aos estudantes ou aos profissionais da área da Ciência da Computação.

MODERNA

DIÁLOGO

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

VIDA NA TERRA: COMO É POSSÍVEL?

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
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

MODERNA

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.

CAPÍTULO 6

Diversidade de seres vivos III

Animais

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.

Bússolas

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.

INVESTIGUE

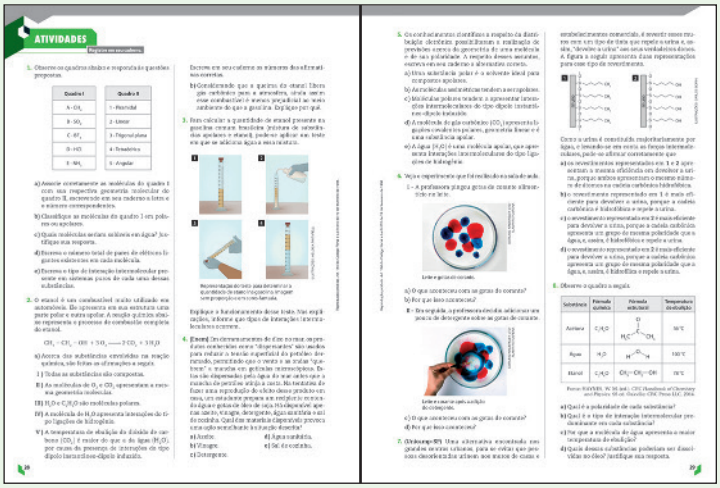
Imagens em lentes e espelhos esféricos

Imagens sem proporção. Cores-fantasia.

Esse boxe indica que as imagens não estão em proporção e que as cores não correspondem às reais.

Atividades

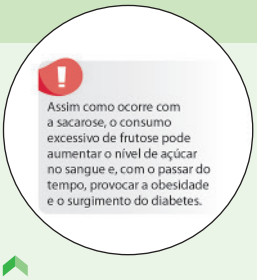
Seção em que você encontra atividades que permitem aprofundar os conteúdos, recorrendo aos conhecimentos científicos para analisar, investigar, formular e resolver problemas. Nela, você também encontra questões de provas oficiais do Enem e de vestibulares de diversas instituições de ensino e pesquisa.


ATIVIDADES

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

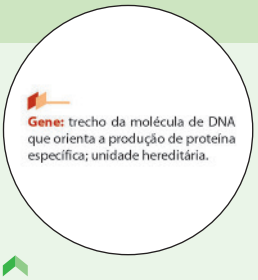
Trocando ideias

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.



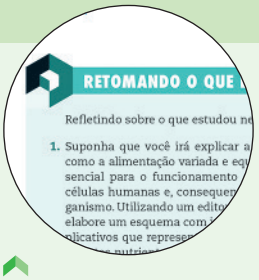
Dica

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.



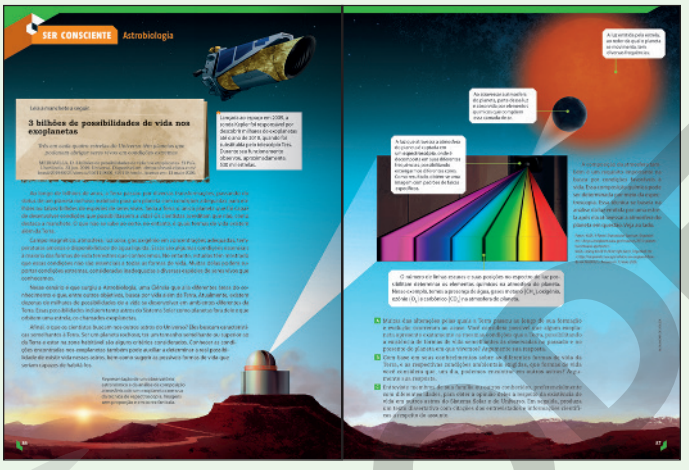
Vocabulário

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

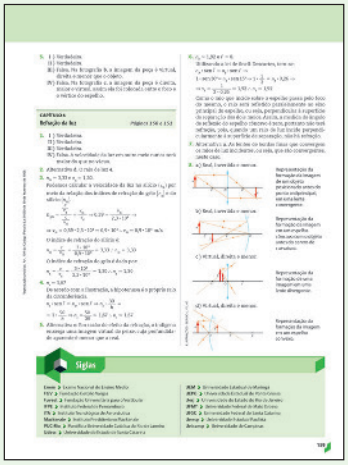
Essa seção aborda temas abrangentes e relevantes para nossa sociedade. Nela, você terá a oportunidade de refletir e discutir com os colegas sobre esses temas, além de encontrar diferentes maneiras de comunicar o que discutiram a outras pessoas.

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 analisar como os átomos se unem para formar as diferentes substâncias e como as moléculas interagem entre si, reconhecendo as propriedades e as principais características dessas interações.

Você também conhecerá a origem e a natureza do campo magnético da Terra, além de outras condições essenciais, e perceberá como esse campo é fundamental para a vida em nosso planeta.

Por falar em vida, neste volume, será abordada a diversidade de seres vivos da Terra, destacando as principais características das bactérias, dos protozoários, das algas, dos fungos, das plantas e dos animais. Além disso, você vai aprofundar seus conhecimentos sobre as células e sua composição bioquímica, reconhecendo a sua importância para os seres vivos.

Você também conhecerá algumas das características dos compostos orgânicos e suas importâncias para a vida e em muitas aplicações em nosso cotidiano, como os combustíveis fósseis.

Por fim, analisará os fenômenos da luz (refração e reflexão), relacionando-os ao funcionamento de instrumentos ópticos geralmente utilizados para observar desde células até astros do Universo. Essa análise será feita com base na compreensão do funcionamento de instrumentos ópticos simples, como espelhos e lentes.

BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)

Com o auxílio desta coleção, você desenvolverá as Competências Gerais da Educação Básica e as Competências Específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias por meio de leitura de textos, realização de atividades, troca de ideias com os colegas, análise de situações do cotidiano, entre outras ações. 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.

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

MODERNA

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.

Veja 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 2** • Capítulo 2
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 2** • Capítulo 2 **Unidade 2** • Capítulo 3
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 2** • Capítulo 2

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 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.	**Unidade 1** • Capítulo 1 **Unidade 1** • Capítulo 3 **Unidade 1** • Capítulo 4 **Unidade 1** • Capítulo 6 **Unidade 2** • Capítulo 1 **Unidade 2** • Capítulo 2

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

MODERNA

Unidade 1 • Capítulo 4 **Unidade 1** • Capítulo 5 **Unidade 1** • Capítulo 6 **Unidade 2** • Capítulo 1	**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 4 **Unidade 1** • Capítulo 5 **Unidade 1** • Capítulo 6 **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 3 **Unidade 1** • Capítulo 4 **Unidade 1** • Capítulo 5 **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.

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 2 **Unidade 1** • Capítulo 3 **Unidade 2** • Capítulo 6	**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 3 **Unidade 1** • Capítulo 4 **Unidade 1** • Capítulo 5 **Unidade 2** • Capítulo 6	**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 3 **Unidade 1** • Capítulo 4 **Unidade 2** • Capítulo 2 **Unidade 2** • Capítulo 4 **Unidade 2** • Capítulo 6	**Habilidade EM13CNT303:** Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
Unidade 1 • Capítulo 4 **Unidade 2** • Capítulo 1 **Unidade 2** • Capítulo 6	**Habilidade EM13CNT304:** Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
Unidade 1 • Capítulo 1	**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.

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

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 3 **Unidade 2** • Capítulo 1 **Unidade 2** • Capítulo 2 **Unidade 2** • Capítulo 4 **Unidade 2** • Capítulo 5 **Unidade 2** • Capítulo 6
Habilidade EM13CNT308: Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.	**Unidade 1** • Capítulo 3
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 1** • Capítulo 1 **Unidade 2** • Capítulo 2 **Unidade 2** • Capítulo 3
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.	**Unidade 2** • Capítulo 2

Agora, veja 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 EM13CHS106: Utilizar as linguagens cartográfica, gráfica e iconográfica, diferentes gêneros textuais e 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 difundir informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.	**Unidade 1** • Capítulo 4

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
Habilidade 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.	**Unidade 1** • Capítulo 5

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

Sumário

UNIDADE 1 Do átomo à vida 12

CAPÍTULO 1 A união dos átomos 14

Ligações químicas 14
Ligação iônica 16
Ligação covalente 18
Ligação metálica 19
Investigue
Conduzindo corrente elétrica 20
Atividades 21

CAPÍTULO 2 As interações entre as moléculas 22

Geometria molecular 22
Polaridade 24
Interações ou forças intermoleculares 25
Dipolo instantâneo-dipolo induzido 25
Dipolo permanente-dipolo permanente 26
Ligações de hidrogênio 27
Atividades 28

CAPÍTULO 3 Campo magnético terrestre 30

Origem do campo magnético da Terra 30
Características do campo magnético terrestre 31
Magnetismo 33
Investigue
Campo magnético 36
Atividades 37
O campo magnético e a vida terrestre 38
Campo magnético e corrente elétrica 39
Campo magnético solar 40
Forças magnéticas 43
Atividades 44

CAPÍTULO 4 Diversidade de seres vivos I 45

Origem da diversidade de seres vivos 45
Classificação dos seres vivos 48
Bactérias 52
Bactérias, ambiente e outros seres vivos 55
Protozoários 56
Protozoários, ambiente e outros seres vivos 57
Atividades 58
Algas 60
Algas, ambiente e outros seres vivos 61
Fungos 62
Fungos, ambiente e outros seres vivos 63
Investigue
Alimentos contaminados 64
Atividades 65

CAPÍTULO 5 Diversidade de seres vivos II 67

Plantas 67
Grupos de plantas 68
Atividades 74

CAPÍTULO 6 Diversidade de seres vivos III 77

Animais 77
Grupos de animais 78
Atividades 84
Retomando o que estudei 85
Ser consciente
Astrobiologia 86

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

UNIDADE 2 Estudando a célula 88

CAPÍTULO 1 Célula 90

Estrutura celular 90

A química das células 91

- Água 91
- Carboidratos 92
- Lipídios 93
- Proteínas 94
- Ácidos nucleicos 98

Atividades 99

CAPÍTULO 2 Funções orgânicas I 101

Introdução à Química Orgânica 101

- Propriedades dos compostos orgânicos 103
- Classificação das cadeias carbônicas 104

Hidrocarbonetos 106

- Nomenclatura de hidrocarbonetos 107

Atividades 110

CAPÍTULO 3 Funções orgânicas II 111

Funções oxigenadas 111

- Álcool 111
- Aldeídos 113
- Cetona 113
- Fenol 114
- Éter 115
- Ácido carboxílico 116
- Éster e enol 116

Atividades 118

Funções nitrogenadas 120

- Amina 120
- Amida 121

Isomerias 122

- Isomeria plana ou constitucional 123
- Estereoisomeria 123
- Diastereoisômeros 124
- Enantiômeros 125

Atividades 126

CAPÍTULO 4 Introdução à Óptica 127

Instrumentos de observação 127

- Observando as células 127
- Observando os astros do Universo 129

Atividades 131

A luz 132

- Princípios da Óptica Geométrica 133
- Meios físicos 134
- Fenômenos ópticos 135

Atividades 136

CAPÍTULO 5 Reflexão da luz 137

Formação da imagem 137

- Formação da imagem em espelhos planos 137
- Formação da imagem em espelhos esféricos 138

Atividades 141

CAPÍTULO 6 Refração da luz 142

Formação da imagem por refração da luz 142

- As leis da refração 143
- Refração em um dioptro plano 144
- Ângulo limite e reflexão total da luz 144
- Formação da imagem em lentes esféricas 145

Investigue

- Imagens em lentes e espelhos esféricos 149

Atividades 150

Retomando o que estudei 151

Ser consciente

- Atlas de células humanas 152

Ampliando seus conhecimentos 154

Respostas 155

Siglas 159

Referências bibliográficas comentadas 160

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

MODERNA

UNIDADE

1 Do átomo à vida

Pode parecer uma criatura de filme de ficção científica, mas é um tardígrado.

Os tardígrados são um grupo de invertebrados microscópicos, mas podem atingir cerca de 1 mm de comprimento. Ocupando a Terra há aproximadamente 500 milhões de anos, podem ser encontrados em praticamente todos os ambientes terrestres, principalmente em ambientes aquáticos ou úmidos, uma vez que suas trocas gasosas ocorrem pela superfície do corpo. Alimentam-se de outros seres vivos, como bactérias, ou de fluidos de células vegetais. Mas, há algo ainda mais interessante sobre esses animais. Eles suportam temperaturas de −200 °C a 150 °C e pressão atmosférica alta ou baixa, inclusive o vácuo, assim como a completa ausência de água, e resistem a uma intensidade de radiação até mil vezes superior à dose letal para a maioria dos seres vivos, incluindo humanos. Afinal, quais são as condições necessárias para a existência de vida? Que condições os seres vivos são capazes de suportar? Que condições são limitantes aos seres vivos? Será que todos os seres vivos demandam as mesmas condições para sobreviver?

EYE OF SCIENCE/SPL/FOTOARENA

Micrografia do estado de resistência do tardígrado (*Paramacrobiotus kenianus*) em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 410 vezes. Cores artificiais. Esse estado é atingido após o animal substituir grande quantidade de água das células por um carboidrato. Nesse estado, o animal é capaz de suportar diversas condições extremas, situação que pode ser mantida por décadas. Após ser reidratado, o animal retoma o metabolismo normal.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

A Qual é a sua opinião a respeito da existência de vida em outros astros do Universo, além da Terra?

B A estrutura da Terra pode interferir nas condições necessárias à existência das diferentes formas de vida no planeta? Argumente sua resposta.

C Como você responderia às questões propostas no final do segundo parágrafo do texto da página **12**?

EYE OF SCIENCE/SPL/FOTOARENA

Micrografia de tardígrado (*Macrobiotus sapiens*), também conhecido como urso-d'água, em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 200 vezes. Cores artificiais.

MODELO

CAPÍTULO

1

1. O objetivo desta questão é levar os estudantes a expressarem seus conhecimentos prévios sobre ligações químicas. Eles podem responder que os átomos se unem por meio de ligações químicas estabelecidas entre os elétrons de seus últimos níveis de energia.
2. Espera-se que os estudantes comentem que as ligações químicas entre os átomos é o que possibilita a existência de inúmeros compostos tanto naturais quanto sintéticos, possibilitando o desenvolvimento dos seres vivos.

A união dos átomos

1. De acordo com seus conhecimentos, como os átomos se unem?

2. Reflita sobre a frase a seguir e converse com seus colegas a respeito. "A grande diversidade de seres vivos deve-se à capacidade de combinação entre os átomos de elementos químicos iguais e diferentes."

Óxido: composto químico binário que contém o elemento oxigênio. Conjunto de compostos que possuem propriedades semelhantes. Alguns óxidos são minerais.

Silicato: mineral que contém átomos de silício e de oxigênio.

Ligações químicas

Ao longo do processo de evolução do Universo, após o início da expansão, houve a formação de átomos, que se espalharam pelo espaço. Condições específicas de temperatura, pressão e força gravitacional fizeram os átomos de elementos químicos se aglutinarem em amontoados sólidos, dando assim origem aos planetas, como a Terra.

Com o resfriamento gradual da Terra, os elementos mais pesados, como ferro e níquel, concentraram-se em seu núcleo, enquanto elementos mais leves se acumularam no manto e na superfície do planeta.

O manto terrestre é composto principalmente de silicatos de magnésio e de ferro, enquanto a crosta é mais diversificada, contando com silicatos e óxidos de alumínio, ferro, cálcio, sódio e outros metais. Muitos minerais, quando devidamente tratados, dão origem a metais de interesse econômico, como ferro (Fe), cobre (Cu), alumínio (Al) e ouro (Au). Veja a seguir alguns dos minerais mais comuns da crosta terrestre.

SCIENCE STOCK PHOTOGRAPH/SPL/FOTOARENA

Feldspato. Esse mineral corresponde a um grupo de silicatos diversos formados principalmente de alumínio, sódio, potássio e cálcio, que representam mais da metade da massa da crosta terrestre.

DORLING KINDERSLEY/UIG/SPL/FOTOARENA

Quartzo. Este mineral, também chamado de sílica, é composto apenas de silício e oxigênio, na forma de dióxido de silício (SiO_2).

NATURAL HISTORY MUSEUM, LONDON/SPL/FOTOARENA

Calcita. Este é o mineral constituinte do calcário ($CaCO_3$).

Imagens sem proporção. Cores-fantasia.

Mais de uma centena de elementos químicos estão previstos na tabela periódica. Os átomos desses elementos não se encontram isolados, mas sim combinados entre si formando diversos compostos. Por exemplo, a água (H_2O), um recurso essencial para a vida na Terra, é formada pela união de átomos de oxigênio (O) e de hidrogênio (H).

Um átomo pode se unir a outro ou a outros átomos por meio de ligações químicas. Essas ligações podem ser fortes (primárias) ou fracas (secundárias). Há três tipos principais de ligações químicas fortes: a iônica, a covalente e a metálica. Começaremos estudando a ligação iônica.

MODERNA

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

Extração mineral no Brasil

O extrativismo mineral é uma atividade essencial para a economia brasileira, gerando empregos, abastecendo a indústria nacional e promovendo superávits financeiros nas transações com outros países. A mineração consiste na exploração de uma área rica em minérios, com o objetivo de extraí-los e transformá-los em produtos usados para os mais variados fins.

No entanto, a atividade de extrativismo mineral tem o potencial de provocar efeitos negativos, como a degradação ambiental, danos à biodiversidade e prejuízos à saúde dos trabalhadores e da população que reside em torno da área de extração.

Para uma área ser minerada, é necessário isolá-la e criar barragens para armazenar os rejeitos da mineração, já que a atividade gera resíduos ricos em metais potencialmente tóxicos e danosos ao ambiente e às pessoas. Posteriormente, no tratamento do minério para torná-lo comercializável, é comum o uso de grandes quantidades de solventes e de ácidos, além de etapas de queima, processos que podem gerar danos adicionais ao ambiente e aos trabalhadores.

No dia 5 de novembro de 2015, uma barragem de rejeitos de mineração se rompeu no município de Mariana, Minas Gerais, causando uma enxurrada de lama que matou 19 pessoas, destruiu casas, contaminou o solo, ameaçou quase 400 espécies de animais e chegou ao Rio Doce, espalhando a lama contaminada por diversos outros municípios. No dia 25 de janeiro de 2019, outra barragem se rompeu, dessa vez no município de Brumadinho, também em Minas Gerais. Além do dano ambiental sofrido pela região, 259 mortes foram confirmadas e 11 pessoas foram consideradas desaparecidas (dados de junho de 2020).

Com o avanço da Ciência, novos métodos de mineração e tratamento de minérios estão sendo desenvolvidos, por exemplo, o uso de **nanopartículas magnéticas**, que, assim como um ímã, conseguem atrair metais. Em uma dessas novas técnicas de mineração, as nanopartículas magnetizadas se acoplam aos elementos metálicos presentes no minério bruto e, quando se aproximam de um campo eletromagnético, são extraídas, trazendo consigo o elemento desejado.

Em seguida, aplica-se uma corrente elétrica para que as nanopartículas se soltem do material coletado, obtendo-se assim o metal puro. Após esse processo, as nanopartículas podem ser reutilizadas.

O processo é feito de forma limpa e segura, sem necessitar de solventes ou de ácidos e sem pôr em risco a saúde do trabalhador.

RENAN MARTELLI DA ROSA/SHUTTERSTOCK

Distrito de Bento Rodrigues, no município de Mariana, Minas Gerais (2016). Grande parte desse distrito ficou destruída após o rompimento da barragem.

Caso haja atividades de mineração em locais próximos ao município, discuta esse fato com os estudantes a fim de refletirem sobre os impactos que porventura percebam, tanto negativos quanto positivos.

Minério: associação de minerais que pode ser explorada economicamente.

Nanofibra: fibra microscópica usada para reter substâncias específicas, atuando como um filtro.

Nanopartícula: partícula química invisível a olho nu.

Superávit: diferença para mais, entre uma receita e uma despesa.

- Converse com os colegas sobre como a tecnologia em escala microscópica, como nanopartículas e nanofibras, pode ajudar a resolver o problema da contaminação da água por metais pesados, como o que ocorreu após os desastres de Mariana e de Brumadinho. Se necessário, faça uma pesquisa.

Resposta no **Suplemento para o professor**.

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

MODERNA

Ligação iônica

Diga aos estudantes que o ferro é o metal mais produzido e comercializado pelo Brasil, representando em 2017 cerca de 71% do valor total da produção de metais por mineração. Graças ao seu baixo preço, alta dureza e capacidade de se unir a outros metais formando ligas metálicas, como o aço, o ferro é o metal mais usado na metalurgia e na construção civil.

A principal fonte de obtenção de ferro no Brasil é a hematita, um mineral encontrado em formações rochosas próximas à água ou em ambientes onde havia água no passado remoto.

MITSUAP/SHUTTERSTOCK

Hematita em estado bruto.

A hematita é composta de óxido de ferro(III) (Fe_2O_3), uma substância formada a partir da união de dois átomos de ferro e três átomos de oxigênio em suas respectivas formas iônicas (Fe^{3+}) e (O^{2-}).

Entende-se por íons os átomos que se encontram eletricamente carregados, isto é, que apresentam carga elétrica diferente de zero. Para que os íons sejam formados, os átomos doam ou ganham elétrons em sua última camada, a fim de tornar sua eletrosfera mais estável.

Um átomo que recebe elétrons de outro passa a apresentar mais elétrons do que prótons em sua estrutura, adquirindo carga negativa. Nesse caso, o íon recebe o nome de **ânion** e é representado pelo símbolo do átomo seguido do número de elétrons que recebeu e o sinal de carga negativa. O ânion O^{2-} da hematita, por exemplo, indica que o átomo de oxigênio recebeu dois elétrons e apresenta carga elétrica negativa.

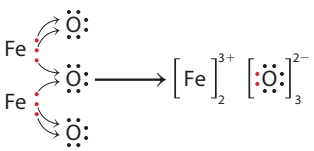
Já um átomo que doa elétrons a outro adquire carga positiva, uma vez que passa a apresentar mais prótons do que elétrons em sua estrutura. Nesse caso, o íon recebe o nome de **cátion** e é representado pelo símbolo do átomo seguido do número de elétrons que perdeu e o sinal de carga positiva. O cátion Fe^{3+} da hematita, por exemplo, indica que o átomo de ferro perdeu três elétrons e apresenta carga elétrica positiva.

Para formar a hematita, cada átomo de oxigênio recebe dois elétrons pois, assim, passa a ter oito elétrons em sua camada de valência, o que o torna mais estável. A tendência de átomos se estabilizarem com 8 elétrons na camada de valência é chamada **regra do octeto**.

A transferência de elétrons acontece porque o oxigênio é muito mais eletronegativo do que o ferro. A eletronegatividade está relacionada à capacidade de um átomo em atrair elétrons. Quanto mais eletronegativo for um átomo, mais facilmente ele receberá elétrons de um átomo menos eletronegativo. Como a diferença de eletronegatividade entre o ferro e o oxigênio é elevada, dizemos que a ligação química entre os átomos de ferro e os de oxigênio é do tipo **ligação iônica**, ou seja, uma ligação entre um cátion e um ânion.

Podemos compreender a ligação iônica como a força de atração entre dois íons, sendo um com carga positiva (cátion) e o outro com carga negativa (ânion). Por apresentarem cargas elétricas opostas, diz-se que há uma **força eletrostática** entre os íons, que os mantém unidos.

A **fórmula de Lewis** é uma representação de substâncias químicas que permite observar os elétrons da camada de valência e as ligações químicas estabelecidas.



Representação da fórmula de Lewis do óxido de ferro(III).

Note que são necessários dois átomos de ferro (que doam três elétrons cada um) e três átomos de oxigênio (que recebem dois elétrons cada um) para que a carga total seja nula.

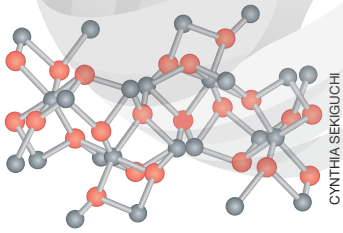
Os compostos iônicos formam **retículos cristalinos**, isto é, os íons se organizam no espaço em estruturas simétricas mantidas pela atração e repulsão de suas cargas. O modo de representar a proporção entre os íons que formam um retículo cristalino é por meio da **fórmula unitária**. No caso do óxido de ferro(III), sua fórmula unitária é Fe_2O_3, indicando que, para cada dois átomos de ferro, há três de oxigênio.

3. Cite algumas aplicações do ferro tanto em objetos do seu dia a dia quanto em equipamentos e construções.

Os estudantes podem citar que o ferro está presente em equipamentos como automóveis, trilhos de trem, janelas, pregos e ferramentas.

! Nas ligações iônicas, os átomos tendem a se combinar de modo a ter, cada um, oito elétrons na sua camada de valência, ficando com a mesma configuração eletrônica de um gás nobre. No entanto, existem exceções à regra do octeto em algumas situações.

Diga aos estudantes que a eletronegatividade do ferro (1,83) e a do oxigênio (3,44), resulta em uma diferença de 1,61.



CYNTHIA SEKIGUCHI

Representação da estrutura cristalina do Fe_2O_3. As esferas vermelhas representam os átomos de oxigênio e as cinza, de ferro. As barras representam as ligações químicas, no caso, ligações iônicas. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

MODERNA

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

Em uma fórmula unitária, o balanço de cargas positivas e negativas será sempre igual a zero, indicando que a estrutura é **eletricamente neutra**. Veja como isso acontece no caso do Fe_2O_3.

2 átomos de Fe^{3+}	=	carga 6+ (positiva)
3 átomos de O^{2-}	=	carga 6− (negativa)
Total	=	carga 0 (neutra)

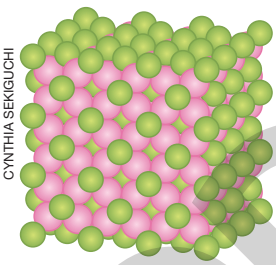
Uma ligação iônica acontece quando há uma grande diferença de eletronegatividade entre os átomos envolvidos. Isso ocorre principalmente entre um átomo de metal e outro de ametal, ou entre um átomo de metal e um de hidrogênio (hidreto metálico). Compostos formados por ligações iônicas são chamados **compostos iônicos**.

A ligação iônica é considerada forte, o que significa que necessita de muita energia para ser rompida. As energias de atração e repulsão entre os íons no retículo cristalino conferem resistência adicional ao composto químico. Isso faz com que os compostos iônicos tenham altas temperaturas de fusão e de ebulição e sejam sólidos à temperatura ambiente.

Compostos iônicos na forma sólida são maus condutores de eletricidade, pois seus íons não têm mobilidade dentro do retículo cristalino. Porém, quando passam para o estado líquido, em um processo chamado fusão, ou quando são dissolvidos em água, tornam-se bons condutores elétricos, já que seus íons passam a ter alta mobilidade.

Muitos materiais que usamos diariamente são compostos iônicos. Veja alguns deles a seguir.

Fluoreto de cálcio (CaF_2): muito usado em cremes dentais e pode ser adicionado à água nas estações de tratamento, auxiliando na prevenção da cárie. Na natureza, o fluoreto de cálcio é encontrado no mineral fluorita.



CYNTHIA SEKIGUCHI

Representação do retículo cristalino do CaF_2. Os átomos de cálcio estão representados em rosa e os de flúor, em verde. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Cloreto de sódio $(NaCl)$: conhecido popularmente como sal de cozinha, muito usado para temperar ou realçar o sabor dos alimentos. A principal forma de produzir NaCl é por meio da evaporação da água do mar, rica em cloreto de sódio.

RITA BARRETO/ FOTOARENA

Extração de cloreto de sódio pela evaporação da água do mar no município de Golas, Rio Grande do Norte (2018).

Lembre-se sempre de consultar uma tabela periódica para conferir os valores de eletronegatividade dos elementos químicos.

Para ser um bom condutor de eletricidade é importante que as cargas elétricas tenham alta mobilidade no material, podendo ser deslocadas de um lado a outro.

4. Comente a importância de se adicionar o fluoreto de cálcio no tratamento de água.

Espera-se que os estudantes comentem que esse composto ajuda na prevenção da cárie dentária.

5. Que problemas de saúde associados ao consumo de sal de cozinha você conhece? O que pode ser feito para evitá-los?

O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletirem sobre os problemas de saúde provocados pelo consumo excessivo de sal de cozinha, como hipertensão arterial. Espera-se que os estudantes respondam que o consumo de sal de cozinha na alimentação deve ser moderado.

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

MOLEPNA

Ligação covalente

O quartzo, ou sílica, de fórmula unitária SiO_2 (dióxido de silício), é um dos minerais mais abundantes na crosta terrestre. Além de ser o principal componente da areia, ele está presente no arenito, um tipo de rocha bastante comum em ambientes marinhos, rios e lagos.

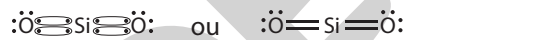
A areia, por sua vez, tem grande importância econômica, pois é a principal matéria-prima na fabricação de vidros e de concretos, além de ter diversas outras aplicações na construção civil e na agricultura, por exemplo.

TALES AZZI/PULSAR IMAGENS

Produção de objeto de vidro em uma indústria no município de Gramado, no Rio Grande do Sul (2019). A sílica corresponde a cerca de 70% da massa final do vidro e é responsável por conferir cor, claridade e resistência ao produto.

Em geral, quando a diferença de eletronegatividade entre os dois átomos for maior ou igual a 1,70 e um dos átomos for um metal, a ligação será iônica. Se for menor do que 1,70, a ligação será covalente. Mas há exceções e, por isso, deve-se sempre verificar quais são os átomos envolvidos na ligação.

A própria fórmula unitária e o próprio nome do dióxido de silício (SiO_2) nos mostra que ele é composto de átomos de silício e átomos de oxigênio. Esses dois átomos têm eletronegatividades bastante próximas, e, portanto, ao contrário do que ocorre em ligações iônicas, não haverá doação de elétrons de um cátion para um ânion. Em vez disso, haverá um compartilhamento de elétrons, o que caracteriza uma ligação covalente. Veja a seguir a fórmula de Lewis para o dióxido de silício. Nela, cada traço simboliza o compartilhamento de um par de elétrons.



Representação da fórmula eletrônica do dióxido de silício. O átomo de oxigênio possui 6 elétrons na sua camada de valência e o de silício, 4. Assim, no SiO_2, cada átomo de silício compartilha 4 elétrons e cada átomo de oxigênio, 2 elétrons.

Ligações covalentes podem ser simples, duplas ou triplas, a depender do número de pares de elétrons compartilhados. No caso do SiO_2, o átomo de silício faz uma ligação dupla com cada átomo de oxigênio.

Certifique-se de que os estudantes identificam os elementos químicos ametais à direita na tabela periódica.

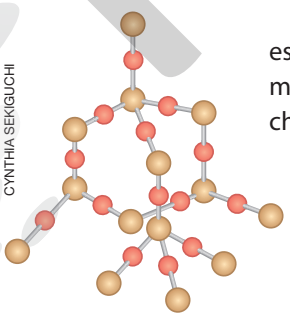
A ligação covalente acontece principalmente entre um átomo de ametal e outro ametal, entre um ametal e o hidrogênio ou entre dois átomos de hidrogênio. Essas são as únicas condições que permitem o compartilhamento de elétrons em uma ligação química.

Acesse o simulador "Polaridade da molécula", disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/molecule-polarity>. Acesso em: 3 mar. 2020.
Esse simulador permite alterar a eletronegatividade dos átomos e investigar como isso interfere no tipo de ligação química.

Macromolecular: refere-se a macromolécula, composto formado por muitos átomos, podendo ou não apresentar unidades repetidas.

Comente com os estudantes que a ligação covalente forma uma nuvem de elétrons, ou seja, uma região com maior probabilidade de encontrar os elétrons. Isso os ajudará a entender que os elétrons não são estáticos e os preparará para discutir polaridade no próximo capítulo.

Compostos formados por ligações covalentes podem se estruturar como retículos cristalinos macromoleculares, chamados **compostos covalentes**, ou como moléculas simples, chamadas **substâncias moleculares** ou apenas **moléculas**.



CYNTHIA SEKIGUCHI

Representação do retículo cristalino do SiO_2.
Esta é a representação de apenas parte da estrutura macromolecular, pois ela pode ser muito grande. As esferas vermelhas representam os átomos de oxigênio e as laranjas, de silício. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A força da ligação covalente depende de diversos fatores, como da quantidade de elétrons compartilhados e das interações intermoleculares, que serão assunto do próximo capítulo. Essa variabilidade da força de ligação afeta as temperaturas de fusão e de ebulição. Assim, esses compostos podem ser gasosos, líquidos ou sólidos com baixa temperatura de fusão se comparados com os compostos iônicos. Por exemplo, podem ser encontrados à temperatura ambiente $(25\,°C)$ no estado líquido, como a água, no estado gasoso, como o gás hidrogênio (H_2) e no estado sólido, como a sílica.

6. Considerando que não há formação de íons na ligação covalente, esses compostos são maus ou bons condutores de eletricidade ao serem dissolvidos na água?

Espera-se que os estudantes respondam que são maus condutores de eletricidade.

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

Ligação metálica

Leia o trecho da reportagem a seguir.

7. O objetivo desta questão é levar os estudantes a expressarem seus conhecimentos prévios sobre ligas metálicas e identificarem esses materiais em seu cotidiano, citando objetos de aço, rodas de liga leve de automóveis, amálgama utilizada em obturações dentárias, entre outros exemplos.

> **Engenheiros desenvolvem a liga metálica mais resistente do mundo**
>
> *Com platina e ouro, a combinação é 100 vezes mais durável do que o aço de alta resistência*
>
> CASTRO, B. Engenheiros desenvolvem a liga metálica mais resistente do mundo. *Negócios*, 19 ago. 2018. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2018/08/engenheiros-desenvolvem-liga-metalica-mais-resistente-do-mundo.html>. Acesso em: 28 fev. 2020.

7. Você já ouviu falar em liga metálica? Caso sua resposta seja afirmativa, cite um exemplo de liga metálica em um objeto usado em seu cotidiano.

Átomos de metais ligam-se uns aos outros por meio de **ligações metálicas**, que possuem um perfil bem diferente das ligações iônicas e covalentes, estudadas anteriormente.

De maneira geral, os átomos de metais apresentam um valor de eletronegatividade bastante baixo, o que faz com que seus elétrons sejam pouco atraídos pelo núcleo. Ou seja, os metais têm a tendência em doar elétrons, algo que já vimos no caso da ligação iônica. Entretanto, em um composto químico formado exclusivamente por metais (como uma placa de ferro), não há átomos que sejam bons receptores desses elétrons. Desse modo, os elétrons de valência do metal conseguem transitar livremente entre os átomos.

Podemos considerar que as estruturas metálicas são formadas por cátions rodeados por elétrons livres em movimento, e a força de atração entre cátions e elétrons é o que constitui a ligação metálica.

Diga aos estudantes que os metais das ligações metálicas estão mais à esquerda e no centro da tabela periódica.

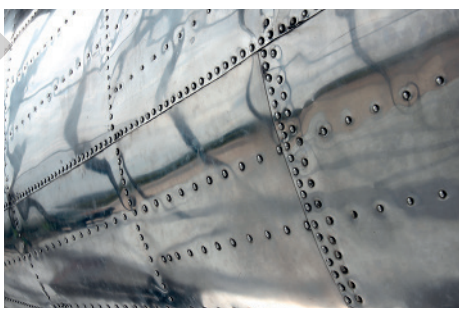
Por causa da movimentação do mar de elétrons, os metais possuem alta **maleabilidade**, que é a capacidade de serem deformados e transformados em lâminas, e alta **ductilidade**, que corresponde à capacidade de serem transformados em fios.

8. Como vimos, a condução elétrica depende da movimentação de elétrons pelo material. Como você explicaria o fato de os metais serem bons condutores de eletricidade?

Espera-se que os estudantes respondam que, como os elétrons transitam livremente nos metais e ligas metálicas, essas substâncias são boas condutoras de eletricidade.

HELENA0105/SHUTTERSTOCK

Frigideira de aço inoxidável. O aço inoxidável é uma liga de ferro, carbono e crômio (Cr). Por ser mais resistente à corrosão, é bastante usado em utensílios domésticos, como panelas e frigideiras.



ADRIAN WESTON/ALAMY/FOTOARENA

Fuselagem de avião. Por ser bastante leve e maleável, o alumínio e suas ligas são muito usados em automóveis e na fuselagem de aviões.

Em uma ligação metálica, a intensa força eletrostática entre os cátions e os elétrons confere altas temperaturas de fusão e de ebulição às estruturas, que são sólidas à temperatura ambiente. A única exceção é o mercúrio (Hg), metal que é líquido à 25 °C.

> Uma liga metálica é um material composto de átomos de dois ou mais elementos químicos diferentes, sendo que ao menos um deles deve ser um metal. O aço, por exemplo, é uma liga entre ferro e carbono. Já o bronze é uma liga entre estanho e cobre, podendo conter traços de outros elementos.

CYNTHIA SEKIGUCHI

OLEKSANDR LYSENKO/SHUTTERSTOCK

Representação da organização espacial dos átomos de ouro (**A**) em uma barra desse metal (**B**). Note que, nesse material, os cátions estão rodeados pelo mar de elétrons. Imagem **A** sem proporção e em cores-fantasia.

Imagens sem proporção. Cores-fantasia.

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

MODERA

INVESTIGUE

Conduzindo corrente elétrica

Respostas e orientações no **Suplemento para o professor**.

JOSÉ VITOR ELORZA/ASC IMAGENS

Chave verão-inverno de um chuveiro elétrico.

Contextualização

A mudança na posição da chave verão-inverno de um chuveiro elétrico deve ser feita com o aparelho desligado, com o corpo seco e usando calçado com solado de borracha. Esses cuidados evitam choques elétricos.

a) Por que não devemos trocar a chave do chuveiro quando ele está ligado?

b) Por que usar calçados com solado de borracha evita choques elétricos ao manusearmos aparelhos elétricos?

c) Cite ao menos três materiais que conduzem corrente elétrica e três que não conduzem corrente elétrica.

Orientações

Junte-se a cinco colegas e montem um equipamento a fim de investigar a condutividade elétrica dos materiais. Em seguida, testem alguns materiais e verifiquem quais deles conduzem corrente elétrica. Elaborem um roteiro para a montagem do equipamento, contemplando as questões a seguir.

- Quais aspectos estão relacionados à condução de corrente elétrica nos materiais?
- Quais materiais devemos utilizar para montar o equipamento?
- Em quais materiais podemos testar a condutividade elétrica?
- Como faremos a investigação e o que vamos observar?
- Quais cuidados devemos ter durante a investigação?
- Como vamos organizar os dados observados?
- O que devemos fazer com os materiais após a atividade?

Ao testar a condutividade elétrica dos materiais, coloque-os em recipientes separados, identificando-os com etiquetas. Os materiais sólidos, caso sejam solúveis em água, também deverão ser testados em solução aquosa.

Para auxiliá-los na coleta dos dados, elaborem um quadro que inclua, por exemplo, nome do material, se conduz corrente elétrica, tipo de ligação química predominante, a temperatura de ebulição e explicação para o resultado observado.

Realizem a atividade de investigação procurando soluções para os possíveis problemas que surgirem. Durante a execução da atividade, registrem cada etapa do processo no caderno. Pesquisem as informações necessárias para o preenchimento do quadro em livros, artigos científicos e *sites* confiáveis.

Análise e divulgação dos dados

Produzam uma versão digital do quadro com as informações coletadas durante o experimento e o apresentem em sala de aula. Pesquisem explicações científicas para os resultados observados. Caso os resultados sejam diferentes dos esperados, expliquem o possível motivo. Ao final, apresentem as respostas das questões sugeridas abaixo.

1. Qual é a diferença entre um material condutor e um material isolante?
2. Quais são os três tipos de ligação química?
3. Qual é a relação entre o tipo de ligação química e a condução de corrente elétrica?
4. A água pura conduz corrente elétrica? Por que não devemos manipular equipamentos elétricos com as mãos molhadas?
5. Retorne às respostas das questões **a**, **b** e **c**, alterando-as se necessário.

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** e **5** no **Suplemento para o professor**.

1. Escreva a fórmula molecular dos compostos iônicos obtidos em cada uma das situações a seguir.

a) União entre o sódio (Na), que possui um elétron na camada de valência, e os elementos químicos que possuem 7 elétrons na camada de valência, como: flúor (F), cloro (Cl), bromo (Br) e iodo (I). NaF, NaCl, NaBr e NaI.

b) União entre o bromo (Br), que possui 7 elétrons na camada de valência, e os elementos que possuem 2 elétrons na camada de valência, como magnésio (Mg), cálcio (Ca), estrôncio (Sr) e bário (Ba). $MgBr_2$, $CaBr_2$, $SrBr_2$ e $BaBr_2$.

2. O alumínio (Al) é utilizado em vários tipos de produtos, como embalagem de bebidas, material para construção civil e peças automotivas. Esse metal é obtido do minério bauxita, constituído principalmente por óxido de alumínio (Al_2O_3) e moléculas de água.

Responda às questões a seguir.

a) No composto Al_2O_3 e no metal Al, qual(is) tipo(s) de ligação química ocorre(m) entre os átomos? Justifique sua resposta.

b) Al_2O_3 e Al são bons condutores elétricos na fase sólida? Justifique sua resposta.

c) Qual dessas substâncias é a mais maleável: Al_2O_3 ou o Al? Justifique sua resposta.

d) Se fosse feito o aquecimento gradativo das amostras de Al e de Al_2O_3, qual delas sofreria fusão primeiro? Justifique sua resposta.

3. Avalie as afirmações a seguir e escreva em seu caderno a alternativa correta.

I) Em ligações iônicas, os metais doam seus elétrons de valência para o ametal.

II) Ligações covalentes ocorrem apenas entre elementos químicos não metálicos, compartilhando os elétrons. Os compostos com esse tipo de ligação são excelentes condutores de eletricidade.

III) Ligações metálicas ocorrem em metais puros; os elétrons ficam espalhados pela estrutura metálica, conhecida como mar de elétrons.

a) Todas as afirmativas estão corretas.

b) Apenas I e III estão corretas.

c) II e III estão corretas.

d) I e II estão corretas.

e) Todas estão erradas.

Alternativa **b**.

4. Escreva em seu caderno a alternativa na qual todos os elementos químicos podem fazer algum tipo de ligação com o átomo de carbono.

a) H, Nh, O e He.

b) Li, Fr, Kr e P.

c) N, H, C e O.

d) He, Fe, Cr e K.

Alternativa **c**.

5. Leia a manchete e o texto a seguir.

> **Vazamento de amônia evacua frigorífico e faz dois funcionários serem levados a hospital, em Itaberaí**
>
> TÚLIO, S. Vazamento de amônia evacua frigorífico e faz dois funcionários serem levados a hospital, em Itaberaí. *G1*, Goiás, 13 nov. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2019/11/13/bombeiros-registram-vazamento-de-amonia-em-frigorifico-de-aves-de-itaberai.ghtml>. Acesso em: 20 jan. 2020.

A amônia é gás, à temperatura ambiente (25 °C), alcalina e incolor. Possui odor característico e ao ser inalada pode se depositar nas vias aéreas superiores. Ela pode ser utilizada em refrigeradores, nas sínteses químicas, na agricultura como fertilizante, entre outras aplicações.

Sobre a amônia, responda aos itens a seguir.

a) A amônia é constituída dos elementos químicos nitrogênio (N) e hidrogênio (H). O nitrogênio tem em sua camada de valência 5 elétrons e o hidrogênio, 1 elétron. Qual é a fórmula molecular da amônia?

b) Que tipo de ligação química ocorre entre os átomos constituintes da amônia?

c) A amônia é um bom condutor elétrico quando está na fase líquida? E na fase sólida? Justifique.

d) Escreva as possíveis fórmulas de Lewis da amônia.

e) Quais medidas de prevenção poderiam ser feitas nesse frigorífico? Depois do vazamento, quais procedimentos poderiam ter sido aplicados? Se necessário, faça uma pesquisa em *sites* sobre segurança de trabalho com produtos químicos.

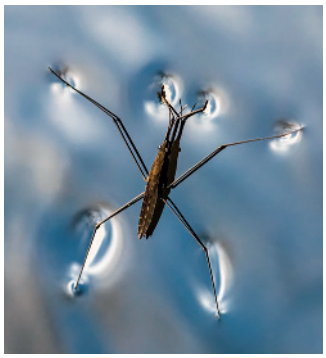
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

CAPÍTULO

2

As interações entre as moléculas



JAN MIKO/SHUTTERSTOCK

Inseto sobre a superfície da água. A tensão superficial da água permite que pequenos insetos andem sobre sua superfície.

Você já viu uma situação como a apresentada na fotografia ao lado? À primeira vista, essa situação parece muito estranha: um inseto caminhando sobre a água. Como isso é possível?

Se você observar atentamente, perceberá que o inseto é pequeno e as porções das pernas que tocam na água são largas, planando no líquido como se fossem uma prancha. Por isso, as pernas parecem afundar um pouco na água, sem, no entanto, romper a superfície.

Um efeito semelhante ocorre quando tocamos a superfície da água em um copo, por exemplo. Antes que o dedo entre na água, conseguimos empurrar levemente o líquido, sem, no entanto, que o dedo afunde no mesmo.

Essa resistência da água é chamada **tensão superficial** e se deve a interações fortes que acontecem entre as moléculas de H_2O, as chamadas **interações** ou **forças intermoleculares**. O estudo das interações intermoleculares nos permite compreender melhor as propriedades dos compostos sólidos, líquidos e gasosos.

As interações intermoleculares podem ser mais fracas ou mais fortes, dependendo principalmente de dois fatores: a **geometria** e a **polaridade da molécula**. Estudaremos a seguir esses dois assuntos, a começar pela geometria molecular.

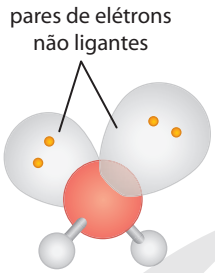
Geometria molecular

Veja ao lado a estrutura molecular da água (H_2O) e do dióxido de carbono (CO_2). As duas moléculas são compostas de três átomos, embora a geometria delas, isto é, a forma como os átomos se organizam no espaço, seja diferente: a água tem geometria **angular**, enquanto o dióxido de carbono tem geometria **linear**. Essa diferença pode ser explicada pela **teoria da repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência** (também conhecida por VSEPR, na sigla em inglês), desenvolvida pelo químico inglês Ronald James Gillespie (1924-) e pelo químico australiano Ronald Sydney Nyholm (1917-1971).

Segundo essa teoria, os pares eletrônicos da camada de valência dos átomos exercem uma força de repulsão nos demais pares, uma vez que todos são compostos de cargas negativas (elétrons). Portanto, os pares eletrônicos ficarão o mais afastados possível uns dos outros. Para isso, devemos considerar tanto os pares eletrônicos participantes de ligações químicas como os pares não ligantes, isto é, que não participam da ligação química. Para analisar a geometria da molécula, devemos observar sempre seu átomo central – oxigênio (O), no caso da água, e carbono (C), no caso do dióxido de carbono.

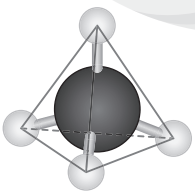
Os dois pares de elétrons não ligantes do átomo de oxigênio da molécula de água afastam as ligações covalentes feitas com os átomos de hidrogênio (H), resultando na geometria angular. Por outro lado, como não há pares de elétrons não ligantes no átomo de carbono da molécula de CO_2, suas duas ligações covalentes ficarão o mais afastadas possível (pois também se repelem), resultando na geometria linear.

Observe que a molécula de metano (CH_4) possui, assim como a água, quatro pares de elétrons. No entanto, como todos são ligantes, dizemos que sua estrutura é tetraédrica (formato de um tetraedro).



Representação da geometria molecular angular da molécula de água. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Representação da geometria molecular linear da molécula de gás carbônico. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

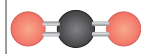
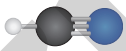
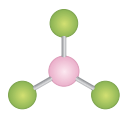
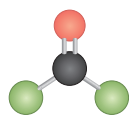
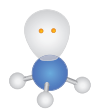
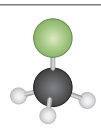


ILUSTRAÇÕES: CYNTHIA SEKIGUCHI

Representação da geometria molecular tetraédrica da molécula de metano. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

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

O quadro a seguir mostra os principais tipos de geometria molecular e alguns exemplos de molécula para cada geometria. A polaridade das moléculas, que será nosso próximo assunto, também é mostrada.

Número de átomos ligados ao átomo central	Número de pares de elétrons não ligantes	Tipo de geometria	Polaridade	Exemplos	
				Fórmula química	Modelo molecular
1	Irrelevante	Linear	Átomos iguais: apolar	O_2	
			Átomos diferentes: polar	HCl	
2	0	Linear	Átomos adjacentes iguais: apolar	CO_2	
			Átomos adjacentes diferentes: polar	HCN	
2	2	Angular	Polar	H_2O	
				SCl_2	
3	0	Trigonal	Átomos adjacentes iguais: apolar	BF_3	
			Átomos adjacentes diferentes: polar	$COCl_2$	
3	1	Piramidal	Polar	NH_3	
4	0	Tetraédrica	Átomos adjacentes iguais: apolar	CH_4	
			Átomos adjacentes diferentes: polar	CH_3Cl	

ILUSTRAÇÕES: CYNTHIA SEKIGUCHI

Acesse o simulador de Geometria molecular, disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-shapes/latest/molecule-shapes_pt_BR.html>. Acesso em: 30 abr. 2020. Esse simulador possibilita que você monte diferentes estruturas moleculares, variando os tipos de ligação química e os pares de elétrons.

Imagens sem proporção. Cores-fantasia.

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

MODERNA

1. A molécula será apolar, pois ambos os átomos possuem a mesma eletronegatividade e os vetores se anulam. A ligação covalente também é apolar.
2. Ligações iônicas e metálicas são extremamente polares. Na iônica, há total transferência de elétron de um átomo para o outro. Na metálica, a rede de cátions e o mar de elétrons formam estruturas polares. Não é possível falar sobre "polaridade da molécula" nesses casos, pois não há formação de moléculas.

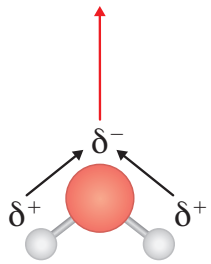
Polaridade

Explique aos estudantes que há uma diferença entre a polaridade de uma ligação química e a da molécula como um todo. É possível que a ligação seja polar e a molécula seja apolar.

O segundo conceito que precisamos estudar para entendermos as interações intermoleculares e muitos outros assuntos de Química é o de **polaridade**, que está intimamente relacionado à diferença de eletronegatividade entre os átomos de uma ligação covalente e à geometria da molécula.

Como estudado no capítulo **1**, a eletronegatividade é a medida da capacidade que um determinado átomo tem de atrair elétrons para seu núcleo. Quanto mais eletronegativo for um átomo, maior será essa capacidade. Em uma ligação covalente, na qual há o compartilhamento de um par de elétrons, o átomo mais eletronegativo atrairá para si os elétrons da ligação de maneira mais eficaz do que o outro átomo. Dizemos que esse átomo terá maior **carga parcial negativa** $(\text{simbolizada por } \delta^-)$ e que o outro terá maior **carga parcial positiva** $(\text{simbolizada por } \delta^+)$.

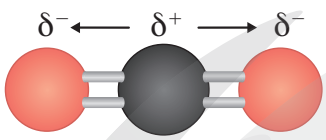
A ligação covalente pode ser entendida como a formação de uma **nuvem eletrônica** entre os dois átomos, isto é, uma região com maior probabilidade de encontrarmos os elétrons. A nuvem eletrônica será mais intensa próximo ao átomo com carga parcial negativa do que próximo ao átomo com carga parcial positiva. Por haver essa diferença na distribuição de elétrons, dizemos que a ligação é **polar**, ou que está **polarizada**.



Representação das cargas parciais na molécula de H_2O. A molécula de água é polar, com maior concentração de elétrons no átomo de oxigênio. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Observe a molécula de água ao lado. Como o átomo de oxigênio é mais eletronegativo do que os de hidrogênio, ele adquire uma carga parcial negativa e ambos os átomos de hidrogênio adquirem uma carga parcial positiva. A nuvem eletrônica se concentra mais no oxigênio do que nos hidrogênios, indicado pela direção e sentido das duas setas pretas, chamadas **momento de dipolo**. Como a água possui geometria angular, há um **vetor resultante** do momento de dipolo, indicado pela seta vermelha para cima, tornando a molécula toda polar.

Observe agora a molécula de dióxido de carbono. Ela também é formada por ligações covalentes polares, em que a concentração de elétrons é maior nos átomos de oxigênio (mais eletronegativos do que o de carbono). No entanto, como a molécula tem geometria linear, o vetor resultante do momento de dipolo é nulo. É como se os dois átomos de oxigênio atraíssem para si os elétrons do carbono em igual intensidade, mas em sentidos opostos. Como resultado, a molécula de CO_2 é apolar.

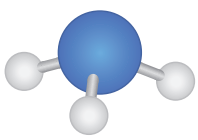


Representação das cargas parciais na molécula de CO_2. A molécula de dióxido de carbono é apolar. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

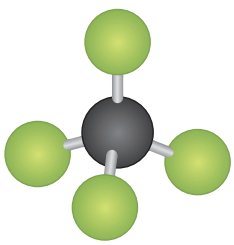
Portanto, para sabermos qual é a polaridade de uma molécula, precisamos saber qual é sua geometria. O quadro da página anterior pode nos auxiliar nesse processo. Quando a geometria molecular for linear, trigonal ou tetraédrica, devemos observar se os átomos adjacentes ao átomo central são iguais entre si. Caso sejam, os vetores de momento de dipolo se anularão e a molécula será apolar. Caso contrário, um dos átomos, ou mais, será mais eletronegativo e atrairá fortemente para si a nuvem eletrônica, tornando a molécula polar. E sempre que a geometria for angular ou piramidal, a molécula será polar, pois os momentos de dipolo das ligações não se anularão.

1. Qual é a polaridade de uma molécula formada apenas por dois átomos iguais? Justifique.

2. Como é a polaridade de ligações iônicas e metálicas?



Representação da molécula de amônia (NH_3), com geometria piramidal e polar. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.



Representação da molécula de tetrafluoreto de carbono (CF_4), com geometria tetraédrica e apolar. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

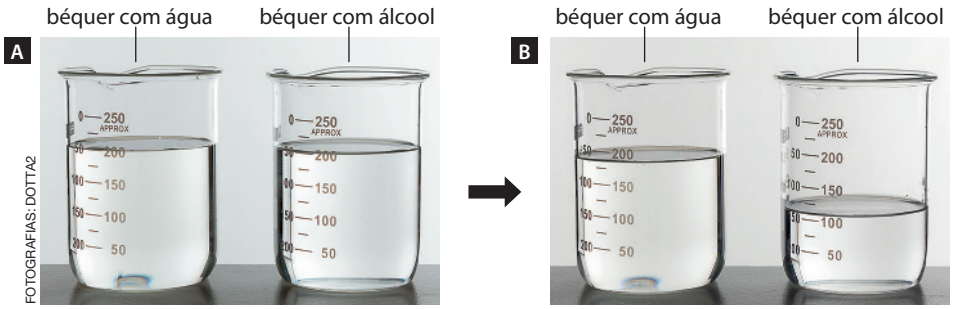
ILUSTRAÇÕES: CYNTHIA SEKIGUCHI

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

MODERNA

Interações ou forças intermoleculares

Na situação a seguir, duas substâncias foram deixadas em repouso durante certo período de tempo.



FOTOGRAFIAS: DOTTA2

Béqueres contendo água e álcool no início do experimento (**A**) e após um intervalo de tempo (**B**). *Diga aos estudantes que as interações intermoleculares também são conhecidas como ligações secundárias.

Nos materiais, as moléculas coexistem com outras iguais ou diferentes, com as quais interagem de acordo com suas propriedades. Esse fenômeno é conhecido como **interação intermolecular**, ou seja, interação entre moléculas.*

A situação acima evidencia que, mesmo a água e o álcool sendo substâncias polares, as interações intermoleculares do álcool são menores que as da água, por isso o álcool evaporou mais rápido que a água.

Há diferentes tipos de interações intermoleculares, a depender da polaridade das moléculas. Quanto mais polar for uma molécula, mais forte será essa interação, pois as cargas parciais negativas e positivas da molécula exercerão maior influência nas moléculas vizinhas. Veja a seguir alguns tipos de interações moleculares, em ordem de força crescente.

- Dipolo instantâneo-dipolo induzido.
- Dipolo permanente-dipolo permanente.
- Ligação de hidrogênio.

Veja a seguir mais informações sobre esses casos.

3. O que aconteceu na situação ao lado? Como você explicaria essa situação?

Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os estudantes a comentarem que o álcool evaporou mais rapidamente do que a água.

De acordo com relatos históricos, as interações intermoleculares começaram a ser estudadas em 1873 pelo físico holandês Johannes Diderik van der Waals (1837-1923). Em sua homenagem, elas foram denominadas interações de Van der Waals.

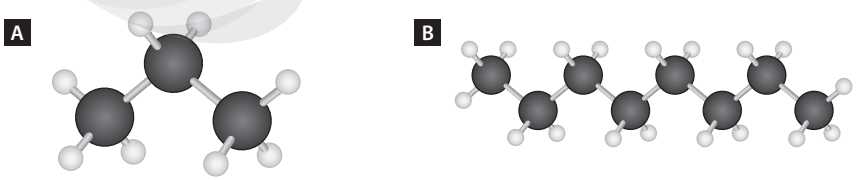
4. Podemos falar sobre interações intermoleculares para compostos formados por ligações metálicas? Justifique.

Não, pois esses compostos não formam moléculas. As interações predominantes são as interatômicas.

Dipolo instantâneo-dipolo induzido

Como vimos, uma molécula apolar possui vetor resultante de momento de dipolo igual a zero, ou seja, não há uma direção preferencial para a sua carga parcial negativa ou positiva. No entanto, movimentos aleatórios dos elétrons nas ligações podem deixar a molécula temporariamente polarizada, ou seja, é formado um **dipolo instantâneo**. Quando isso acontece, a força eletrostática do dipolo instantâneo causa um **dipolo induzido** na próxima molécula, e o efeito se espalha para todo o sistema.

Esse tipo de interação intermolecular é bastante fraco, uma vez que os dipolos das moléculas são apenas temporários. Por essa razão, as temperaturas de ebulição e de fusão de moléculas apolares são em geral muito baixas, e o estado físico da maioria desses compostos é gasoso à temperatura ambiente $(25\,°C)$, com exceção de moléculas orgânicas muito grandes, que são líquidas e possuem maiores temperaturas de fusão e de ebulição.



ILUSTRAÇÕES: CYNTHIA SEKIGUCHI

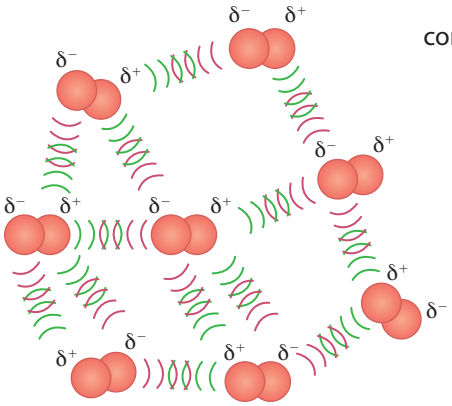
Representação da molécula do propano (C_3H_8), em (**A**), e do octano (C_8H_{18}), em (**B**). O propano, principal componente do gás liquefeito de petróleo (GLP), é gasoso à temperatura ambiente $(25\,°C)$. Já o octano, principal componente da gasolina, é líquido. Nota-se que o tamanho da molécula do octano é maior que o do propano, com temperaturas de fusão e de ebulição também maiores. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

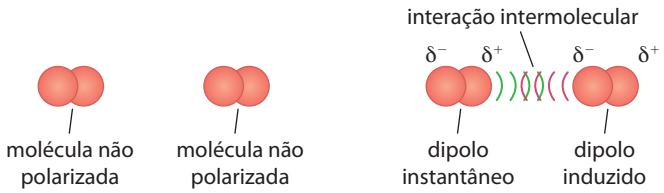
Em geral, quanto maior o tamanho e a massa molecular de uma molécula, maiores serão suas temperaturas de fusão e de ebulição. Isso porque há maior região de contato entre duas moléculas e maior possibilidade de interações intermoleculares.

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

MODERNA

Veja o efeito da interação intermolecular dipolo instantâneo-dipolo induzido com base no exemplo abaixo, com a molécula do gás oxigênio (O_2).

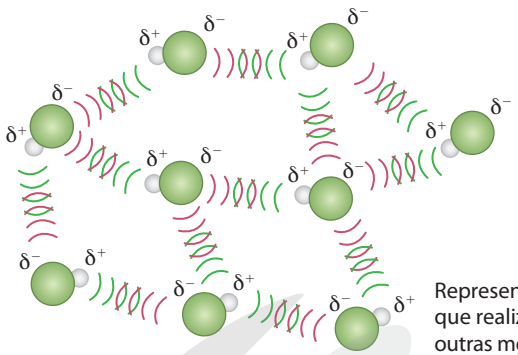


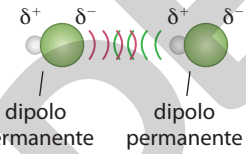


Representação da interação intermolecular do O_2. A criação de um dipolo instantâneo na molécula de oxigênio cria um "efeito cascata" de criação de dipolos induzidos em outras moléculas do gás. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Dipolo permanente-dipolo permanente

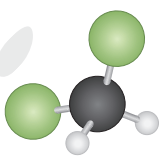
As interações do tipo dipolo permanente-dipolo permanente ou dipolo-dipolo ocorrem entre moléculas polares, as quais não apresentam distribuição uniforme de suas cargas. Essa distribuição assimétrica de cargas é responsável pela formação de dipolos elétricos permanentes, o que faz surgir atração eletrostática $(\delta^+ \leftrightarrow \delta^-)$ permanente entre os caracteres parciais contrários de seus dipolos elétricos, atraindo suas moléculas polares. Nessa interação, o átomo mais eletronegativo de uma molécula é atraído pelo átomo menos eletronegativo de outra, de modo similar ao que vimos na interação de tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido. Veja abaixo o exemplo do ácido clorídrico (HCl).



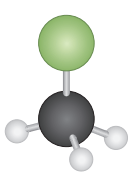


Representação da interação intermolecular do HCl. O ácido clorídrico é uma molécula polar que realiza interações intermoleculares do tipo dipolo permanente-dipolo permanente com outras moléculas iguais. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

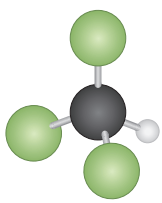
A interação dipolo permanente-dipolo permanente tem intensidade média, com exceção de alguns casos especiais que veremos na próxima seção. Por conta disso, as temperaturas de fusão e de ebulição de moléculas que fazem esse tipo de interação são levemente maiores do que as das moléculas apolares, e a maior parte se encontra no estado gasoso em temperatura ambiente $(25\,°C)$, como é o caso do ácido clorídrico, do dióxido de enxofre (SO_2) e do monóxido de carbono (CO). Quanto mais polar e/ou maior for o tamanho e a massa molecular da molécula, maiores serão as temperaturas de fusão e de ebulição, pois mais fortes serão as interações intermoleculares.



Representação da molécula do diclorometano (CH_2Cl_2). Por ter mais átomos de cloro (Cl), que são bastante eletronegativos, é uma molécula mais polar e tem temperatura de ebulição igual a 40 °C, sendo líquido à temperatura ambiente. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.



Representação da molécula do clorometano (CH_3Cl), que tem temperatura de ebulição igual a $-24\,°C$, sendo gasoso à temperatura ambiente. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.



Representação da molécula do triclorometano $(CHCl_3)$. É ainda mais polar, com temperatura de ebulição igual a 61 °C e líquido à temperatura ambiente. Imagem 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

Ligações de hidrogênio

Explique que todas as interações intermoleculares têm, em maior ou menor grau, semelhança com uma ligação covalente completa, afinal são forças eletrostáticas aproximando a região eletronegativa de uma molécula com a eletropositiva de outra.
A ligação de hidrogênio, inclusive, tem esse nome porque se aproxima bastante de uma ligação covalente, com o oxigênio (muito eletronegativo) interagindo fortemente com hidrogênios vizinhos (pouco eletronegativos).

As ligações de hidrogênio são interações intermoleculares de alta intensidade. Para fins de estudo, em geral, as ligações de hidrogênio ocorrem em moléculas que apresentam um átomo de hidrogênio ligado a um átomo de flúor (F), de oxigênio ou de nitrogênio (N), os quais são os elementos químicos com maior eletronegatividade. Essas ligações/interações ocorrem quando há atração entre o átomo de hidrogênio (δ^+) de uma molécula e um átomo de flúor, oxigênio ou nitrogênio (δ^-) de outra molécula.

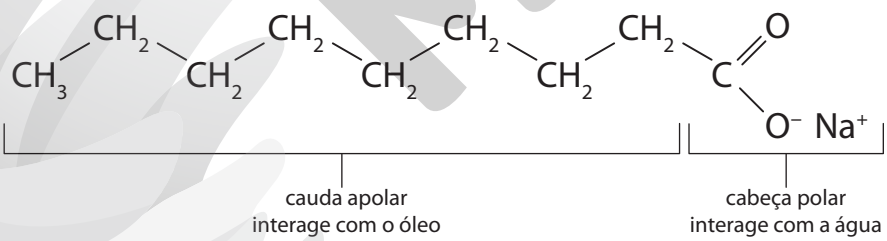
A molécula de água é um bom exemplo para estudarmos as ligações de hidrogênio. Mesmo pequena, sua polaridade é tão grande que interage fortemente com as moléculas ao seu redor.

ILUSTRAÇÕES: CYNTHIA SERIGUCHI

Representação das ligações químicas da água (**A**) e da estrutura cristalina do gelo (**B**). As ligações de hidrogênio são tão fortes que criam macroestruturas temporárias entre as moléculas participantes. O gelo, água sólida, possui uma estrutura bem definida graças às ligações de hidrogênio. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

Como essa atração é muito intensa, a energia necessária para rompê-la é alta, por isso as substâncias que realizam ligações de hidrogênio apresentam elevados pontos de fusão e de ebulição. Duas exceções são o fluoreto de hidrogênio (HF) e a amônia, com temperaturas de ebulição iguais a 19,5 °C e −33 °C, respectivamente. Note que a temperatura de ebulição do HF é bem próximo à temperatura ambiente.

No começo deste capítulo vimos que alguns insetos conseguem "caminhar" sobre a água. Isso é possível por causa das ligações de hidrogênio entre as moléculas de H_2O, que são fortes o bastante para manter as moléculas próximas e criar uma forte tensão superficial na água, difícil de ser rompida. Por serem leves e terem patas alongadas, esses pequenos insetos conseguem facilmente se locomover pela superfície do líquido. Se a água fosse agitada ou se um composto tensoativo fosse adicionado a ela, a tensão se romperia e o inseto não mais conseguiria andar sobre a água.



Representação da estrutura molecular de um composto tensoativo encontrado no sabão.

Um tensoativo é uma substância que altera as propriedades de superfície das soluções aquosas, pois diminui as interações entre as moléculas de água. Os produtos domiciliares mais comuns que possuem tensoativos são o detergente e o sabão.
A estrutura molecular desses tensoativos é composta de uma cauda apolar, que é uma cadeia carbônica longa, e de uma cabeça polar, que é uma estrutura iônica. A cabeça polar permite ao tensoativo se solubilizar em água, enquanto a cauda apolar é responsável por solubilizar óleo e gorduras (apolares), fazendo assim o trabalho de limpeza.

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

MODERNA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

1. e) CH_4 - dipolo instantâneo-dipolo induzido; SO_2 - dipolo permanente-dipolo permanente; BF_3 - dipolo instantâneo-dipolo induzido; HCl - dipolo permanente-dipolo permanente; NH_3 - ligações de hidrogênio.

2. b) Espera-se que os estudantes comentem que a gasolina é um combustível fóssil, não renovável e não sustentável. Complemente informando que na composição da gasolina pode haver compostos com enxofre, o que pode resultar na produção de mais substâncias tóxicas e poluentes.

1. Observe os quadros abaixo e responda às questões propostas.

Quadro I	Quadro II
A - CH_4	1 - Piramidal
B - SO_2	2 - Linear
C - BF_3	3 - Trigonal plana
D - HCl	4 - Tetraédrica
E - NH_3	5 - Angular

a) Associe corretamente as moléculas do quadro I com sua respectiva geometria molecular do quadro II, escrevendo em seu caderno a letra e o número correspondentes.
A – 4; **B** – 5; **C** – 3; **D** – 2; **E** – 1.

b) Classifique as moléculas do quadro I em polares ou apolares. CH_4 - apolar; SO_2 - polar; BF_3 - apolar; HCl - polar; NH_3 - polar.

c) Quais moléculas seriam solúveis em água? Justifique sua resposta. SO_2, HCl e NH_3, pois estas moléculas, assim como as de água, são polares.

d) Escreva o número total de pares de elétrons ligantes existentes em cada molécula.

e) Escreva o tipo de interação intermolecular presente em sistemas puros de cada uma dessas substâncias. 1. d) CH_4 - 4 pares; SO_2 - 4 pares; BF_3 - 3 pares; HCl - 1 par; NH_3 - 3 pares.

2. O etanol é um combustível muito utilizado em automóveis. Ele apresenta em sua estrutura uma parte polar e outra apolar. A reação química abaixo representa o processo de combustão completa do etanol.

$$CH_3 - CH_2 - OH + 3\,O_2 \longrightarrow 2\,CO_2 + 3\,H_2O$$

a) Acerca das substâncias envolvidas na reação química, são feitas as afirmações a seguir.

I) Todas as substâncias são compostas.

II) As moléculas de O_2 e CO_2 apresentam a mesma geometria molecular.

III) H_2O e C_2H_6O são moléculas polares.

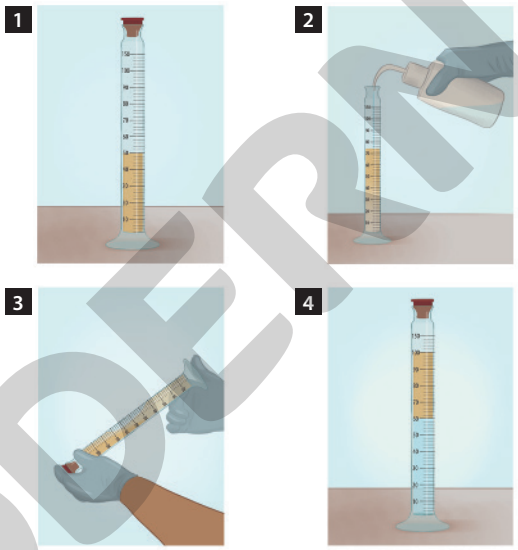
IV) A molécula de H_2O apresenta interações do tipo ligações de hidrogênio.

V) A temperatura de ebulição do dióxido de carbono (CO_2) é maior do que a da água (H_2O), por causa da presença de interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido.

Escreva em seu caderno os números das afirmativas corretas. **II**, **III** e **IV**.

b) Considerando que a queima do etanol libera gás carbônico para a atmosfera, ainda assim esse combustível é menos prejudicial ao meio ambiente do que a gasolina. Explique por quê.

3. Para calcular a quantidade de etanol presente na gasolina comum brasileira (mistura de substâncias apolares e etanol), pode-se aplicar um teste em que se adiciona água a essa mistura.



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Representação do teste para determinar a quantidade de etanol na gasolina. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Explique o funcionamento desse teste. Nas explicações, informe que tipos de interações intermoleculares ocorrem. Resposta no **Suplemento para o professor**.

4. **(Enem)** Em derramamentos de óleo no mar, os produtos conhecidos como "dispersantes" são usados para reduzir a tensão superficial do petróleo derramado, permitindo que o vento e as ondas "quebrem" a mancha em gotículas microscópicas. Estas são dispersadas pela água do mar antes que a mancha de petróleo atinja a costa. Na tentativa de fazer uma reprodução do efeito desse produto em casa, um estudante prepara um recipiente contendo água e gotas de óleo de soja. Há disponível apenas azeite, vinagre, detergente, água sanitária e sal de cozinha. Qual dos materiais disponíveis provoca uma ação semelhante à situação descrita?

a) Azeite.
b) Vinagre.
c) Detergente.
d) Água sanitária.
e) Sal de cozinha.

Alternativa **c**.

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

MODERNA

5. Os conhecimentos científicos a respeito da distribuição eletrônica possibilitaram a realização de previsões acerca da geometria de uma molécula e de sua polaridade. A respeito desses assuntos, escreva em seu caderno a alternativa correta.

a) Uma substância polar é o solvente ideal para compostos apolares.

b) As moléculas assimétricas tendem a ser apolares.

c) Moléculas polares tendem a apresentar interações intermoleculares do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido.

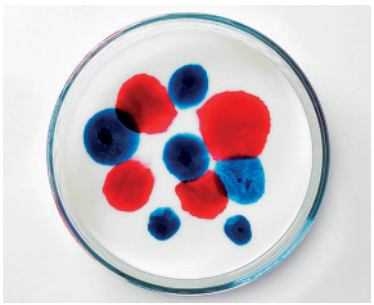
d) A molécula de gás carbônico (CO_2) apresenta ligações covalentes polares, geometria linear e é uma substância apolar.

e) A água (H_2O) é uma molécula apolar, que apresenta interações intermoleculares do tipo ligações de hidrogênio.

Alternativa **d**.

6. Veja o experimento que foi realizado na sala de aula.

I - A professora pingou gotas de corante alimentício no leite.



DORLING KINDERSLEY LTD/ ALAMY/FOTOARENA

Leite e gotas de corante.

6. a) As gotas de corante ficaram concentradas no centro da xícara com leite.

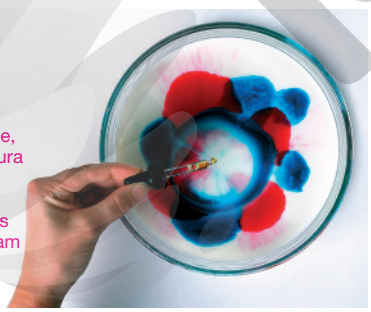
a) O que aconteceu com as gotas de corante?

b) Por que isso aconteceu?

Isso ocorreu por conta da tensão superficial desse líquido.

II - Em seguida, a professora decidiu adicionar um pouco de detergente sobre as gotas de corante.

6. c) As gotas de corante espalharam-se pelo leite. Ao pingar o detergente sobre o corante, ocorreu a ruptura da sua tensão superficial e, assim, as cores se disseminaram no leite.



DORLING KINDERSLEY LTD/ ALAMY/FOTOARENA

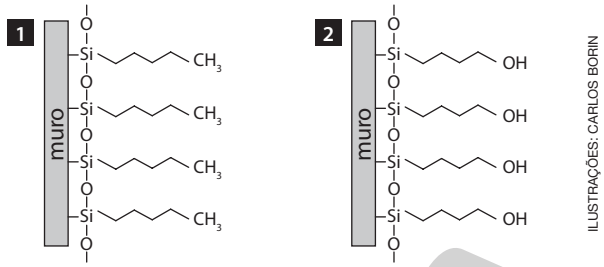
Leite e corante após a adição do detergente.

c) O que aconteceu com as gotas de corante?

d) Por que isso aconteceu?

Isso ocorreu por causa da tensão superficial desse líquido.

7. **(Unicamp-SP)** Uma alternativa encontrada nos grandes centros urbanos, para se evitar que pessoas desorientadas urinem nos muros de casas e estabelecimentos comerciais, é revestir esses muros com um tipo de tinta que repele a urina e, assim, "devolve a urina" aos seus verdadeiros donos. A figura a seguir apresenta duas representações para esse tipo de revestimento.



ILUSTRAÇÕES: CARLOS BORIN

Como a urina é constituída majoritariamente por água, e levando-se em conta as forças intermoleculares, pode-se afirmar corretamente que

a) os revestimentos representados em **1** e **2** apresentam a mesma eficiência em devolver a urina, porque ambos apresentam o mesmo número de átomos na cadeia carbônica hidrofóbica.

b) o revestimento representado em **1** é mais eficiente para devolver a urina, porque a cadeia carbônica é hidrofóbica e repele a urina.

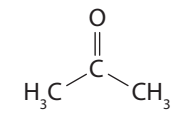
c) o revestimento representado em **2** é mais eficiente para devolver a urina, porque a cadeia carbônica apresenta um grupo de mesma polaridade que a água, e, assim, é hidrofóbica e repele a urina.

d) o revestimento representado em **2** é mais eficiente para devolver a urina, porque a cadeia carbônica apresenta um grupo de mesma polaridade que a água, e, assim, é hidrofílica e repele a urina.

Alternativa **b**.

8. Observe o quadro a seguir.

Resposta no **Suplemento para o professor**.

Substância	Fórmula química	Fórmula estrutural	Temperatura de ebulição
Acetona	C_3H_6O		56 °C
Água	H_2O		100 °C
Etanol	C_2H_6O	$CH_3—CH_2—OH$	78 °C

Fonte: HAYNES, W. M. (ed.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 95 ed. Oakville: CRC Press LLC, 2014.

a) Qual é a polaridade de cada substância?

b) Qual é o tipo de interação intermolecular predominante em cada substância?

c) Por que a molécula de água apresenta a maior temperatura de ebulição?

d) Quais dessas substâncias poderiam ser dissolvidas no óleo? Justifique sua resposta.

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

MODERNA

CAPÍTULO

3

1. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é incentivar os estudantes a exporem seus conhecimentos prévios sobre o campo magnético terrestre. Espera-se que eles relacionem o campo magnético da Terra a uma área ao redor do planeta que sofra influência magnética, como se houvesse um grande ímã em seu interior.
2. Resposta pessoal. Os estudantes podem citar o funcionamento das bússolas.

Campo magnético terrestre

Origem do campo magnético da Terra

No filme de ficção científica *O núcleo: missão ao centro da Terra*, o campo magnético da Terra desaparece porque o núcleo do planeta parou de rotacionar, ocasionando uma série de problemas, como a desorientação dos pássaros e a ocorrência das auroras em locais improváveis.

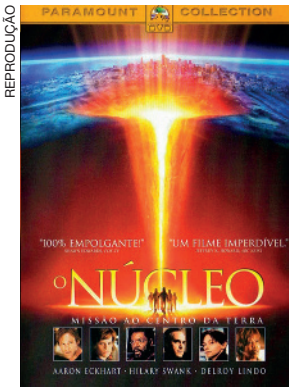
A Terra possui um campo magnético ao seu redor, por isso ela se comporta como se existisse um grande ímã em seu interior. De fato, alguns fenômenos naturais descritos no filme estão relacionados a esse campo magnético, como a ocorrência das auroras nos polos do planeta. Acredita-se que diversos seres vivos se orientem pelo campo magnético da Terra, como alguns insetos e aves.

Não se sabe ao certo a origem desse campo magnético. A explicação científica mais aceita é a de que o movimento de convecção do metal fundido no interior da Terra, combinado com seu movimento de rotação, gera e mantém esse campo.

Para compreender melhor essa explicação, vamos conhecer a estrutura interna do planeta, conforme a teoria mais aceita atualmente.

Enfatize para os estudantes que as teorias a respeito da constituição interna da Terra provêm da análise de dados sísmicos, ou seja, trata-se de modelos e não de observação direta.

REPRODUÇÃO



O núcleo: missão ao centro da Terra. Direção de Jon Amiel. Estados Unidos: Paramount Pictures, 2003 (135 min).

1. O que você sabe sobre o campo magnético da Terra?
2. Cite uma situação do cotidiano em que podemos perceber a influência do campo magnético terrestre.

Convecção: modo de transferência de calor pela movimentação de um fluido ao ser aquecido por uma fonte térmica, formando correntes circulares, chamadas correntes de convecção. O fluido aquecido expande-se e sobe porque se torna menos denso que o material circundante.

Helicoidal: refere-se ao que tem formato de hélice, em espiral.

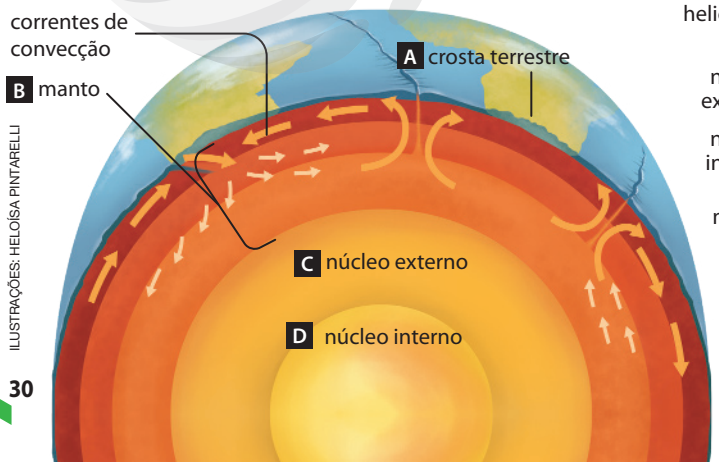
A Camada mais externa da Terra, constituindo sua superfície. Por causa do movimento do manto, resultante das correntes de convecção, nesta camada ocorrem os movimentos das placas tectônicas.

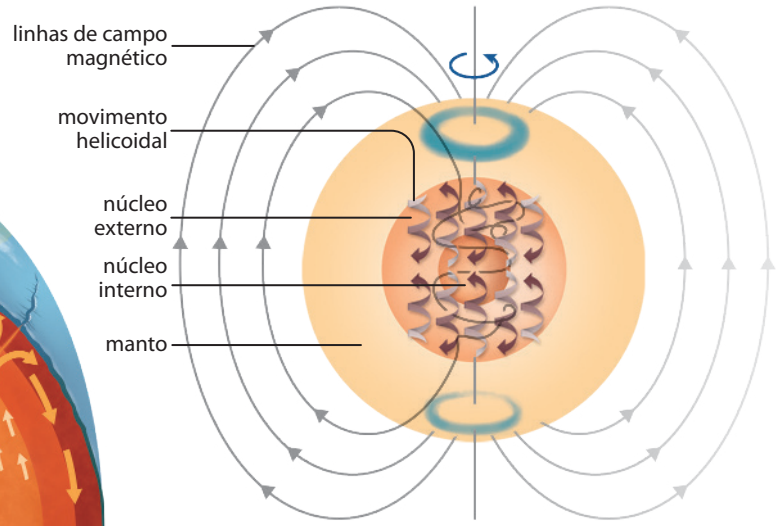
B Camada intermediária formada, em sua maior parte, por material rochoso no estado sólido. Há também rochas que se comportam como um fluido viscoso e recebem o nome de magma. Além dessas rochas, ele é composto de vários elementos metálicos, como o silício (Si), o ferro (Fe), o alumínio (Al) e o cobre (Cu). O magma está em constante movimento no manto, gerado pelas correntes de convecção. O magma mais aquecido do interior é impulsionado em direção ao manto superior, onde perde calor, fica mais denso e desce, provocando um movimento contínuo.

C Composto principalmente de uma mistura de ferro, níquel (Ni) e elementos mais leves, como oxigênio (O) e enxofre (S). Encontra-se em estado líquido e em constante movimento. O movimento de convecção desse material condutor é transformado em movimentos helicoidais, por causa da rotação da Terra, que criam correntes elétricas e geram o campo magnético terrestre.

D Camada mais interna constituída predominantemente de ferro sólido.

Representação da Terra em corte, mostrando suas camadas internas. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.





ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

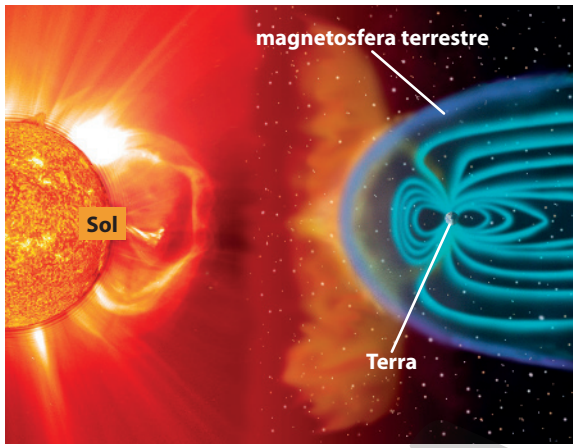
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Características do campo magnético terrestre

O campo magnético terrestre se estende por milhares de quilômetros no espaço e é chamado de magnetosfera da Terra.

A magnetosfera corresponde à área do espaço ao redor de um astro, influenciada pelo seu campo magnético. Sua forma é característica, sendo assimétrica em relação ao planeta, assemelhando-se a uma gota com uma cauda extremamente comprida, uma consequência principalmente do vento solar, que será explicado ainda neste capítulo.



STEELE HILL/NASA/SPL/FOTOARENA

Representação da magnetosfera da Terra. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

ASTROS (DIMENSÕES)
Sol: cerca de 1 390 000 km de diâmetro.
Terra: cerca de 12 756 km de diâmetro.

Foi o físico e médico inglês William Gilbert (1544-1603) que publicou, em 1600, um importante tratado sobre o magnetismo, chamado *De Magnete*, em que se observou pela primeira vez que a Terra atuava como um grande ímã.

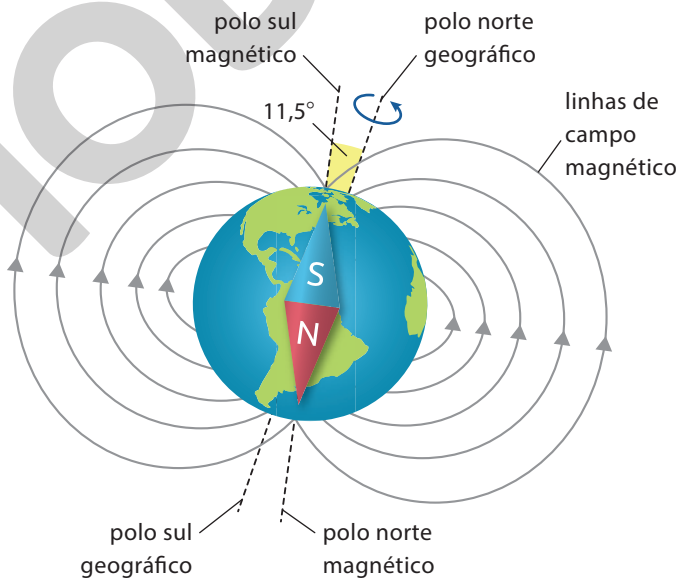
Entre suas pesquisas, Gilbert descobriu diversas propriedades magnéticas da matéria, incluindo a de que os ímãs podiam ser caracterizados pelo que ele chamou de polos. Todo ímã tem a tendência de se alinhar com uma das extremidades, voltada, aproximadamente, para o norte geográfico e a outra, aproximadamente, para o sul geográfico. Essas extremidades receberam o nome de **polos** e, para distingui-los, um deles foi chamado de **polo norte** e o outro, de **polo sul**.

Por causa das características da Terra, que se comporta como um grande ímã, ela também possui polos magnéticos, chamados polo norte e polo sul magnéticos. O eixo geomagnético, que une esses dois polos, não coincide com o eixo de rotação do planeta, formando, assim, um ângulo de 11,5° com o eixo que une os polos norte e sul geográficos.

Os polos magnéticos e os polos geográficos da Terra são bastante separados. O polo magnético do Hemisfério Norte está localizado a aproximadamente 1 800 quilômetros do polo norte geográfico, no norte do Canadá. O outro polo magnético, do Hemisfério Sul, está localizado na região da Antártica. Os polos magnéticos se deslocam cerca de 0,2° por ano ao redor do polo geográfico.

Em pontos próximos à superfície terrestre, seu campo magnético se assemelha ao campo gerado por um grande ímã em forma de barra, ou seja, de um dipolo magnético, como se atravessasse o centro do planeta. A imagem ao lado é uma representação desse campo e as linhas de campo magnético representam sua região de influência. Elas são linhas fechadas que partem do polo norte magnético e vão em direção ao polo sul magnético.

Enfatize para os estudantes que não há um grande ímã na superfície da Terra. O objetivo desse esquema é representar o campo magnético da Terra.



HELOISA PINTARELLI

Representação esquemática do campo magnético da Terra como o campo de um dipolo, sem a distorção causada pelo vento solar. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Ao contrário de um ímã em forma de barra, a matéria que gera e mantém o campo magnético terrestre está em constante movimento, o que está relacionado à teoria do **geodínamo**. Essa teoria se refere ao núcleo externo da Terra como um tipo de dínamo que, após ter seu campo magnético iniciado por outro mais fraco, como o campo do Sistema Solar, continuou a gerar o próprio campo magnético, considerando-se o movimento do líquido metálico do núcleo terrestre estabelecido pelas correntes de convecção. Assim, o núcleo da Terra atua como um grande dínamo.

Dínamo: mecanismo que converte energia mecânica em energia elétrica.

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

MODERNA

Bússolas

Bússola.

A bússola é um instrumento que possui uma agulha imantada, livre para girar no plano horizontal, que interage com o campo magnético da Terra, sendo atraída pelos polos magnéticos norte-sul do planeta. Com essas propriedades, ela é usada como instrumento de orientação, indicando, aproximadamente, as direções dos polos geográficos da Terra.

Por convenção, a extremidade da agulha da bússola que aponta, aproximadamente, para o norte geográfico da Terra é definida como polo norte magnético, que é atraído pelo polo sul magnético do planeta. Da mesma forma, a outra extremidade da agulha da bússola é designada como o sul magnético e aponta, aproximadamente, para o sul geográfico da Terra, que é atraído pelo polo norte magnético do planeta.

No *site Phet Interactive Simulations*, explore a interação entre uma bússola e um ímã em barra, com o campo magnético da Terra. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/magnet-and-compass>. Acesso em: 4 maio 2020.

É importante destacar que a agulha da bússola se alinha sempre na direção norte-sul magnética da Terra, não correspondendo exatamente à direção norte-sul geográfica do planeta, ou seja, os polos geográficos e magnéticos do planeta não coincidem. A direção norte-sul magnética da Terra tem um desvio de aproximadamente 11,58° em relação à direção norte-sul geográfica, isto é, que corresponde à direção do eixo de rotação do planeta.

Não se sabe ao certo quando a bússola surgiu como um instrumento de orientação, mas os primeiros relatos remetem à civilização chinesa, que utilizava a magnetita em uma espécie de instrumento de adivinhação, como o mostrado abaixo. Uma base quadrangular representava a Terra, o círculo no centro representava o céu, e uma peça com o formato semelhante ao de uma concha simbolizava a constelação Ursa Maior, conhecida como "grande concha". Ela tinha sua parte mais fina sempre apontada para o sul geográfico do planeta.

Bússola primitiva chinesa. Na fotografia, é possível observar a peça semelhante a uma concha com uma de suas extremidades apontando para o sul geográfico do planeta.

Aos poucos a peça imantada ganhou formato que facilitava seu giro, e os primeiros registros de sua utilização para a orientação foram encontrados em documentos do século I d.C. O período em que a bússola mais se destacou foi na época das grandes navegações.

Hoje sabemos que seu funcionamento não é regido por misticismo, e sim pela interação entre dois campos magnéticos, o da Terra e o da agulha da bússola.

Resposta no **Suplemento para o professor**.

- Comente a importância do desenvolvimento da bússola para a sociedade.

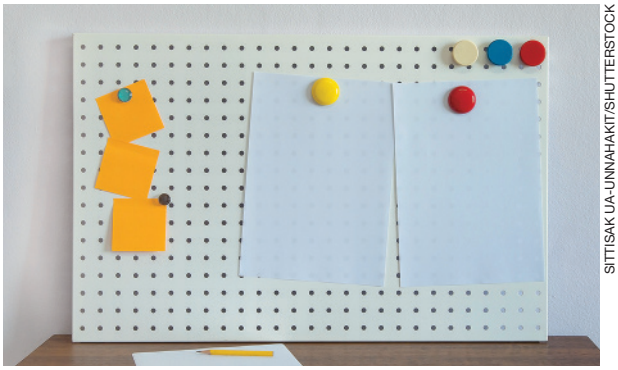
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Magnetismo

Propriedades magnéticas de ímãs

Os ímãs estão presentes em diversas situações cotidianas. Seja para fixar lembretes em painéis metálicos, seja em alto-falantes, em aparelhos elétricos e em portas de geladeira, para mantê-las fechadas.

Os primeiros ímãs naturais conhecidos pela humanidade foram pedaços de um minério chamado **magnetita**, que se magnetizam espontaneamente durante sua formação e atraem fragmentos de ferro.



SITTISAK UA-UNNAHAKIT/SHUTTERSTOCK

Ímãs fixando recados em um painel metálico.

3. O que ocorre se aproximarmos dois ímãs?

4. Que tipos de material geralmente são atraídos por ímãs?

Espera-se que os estudantes citem alguns metais que contenham ferro.

O primeiro relato sobre as características da magnetita foi creditado ao filósofo grego Tales de Mileto (por volta de 624 a.C.-556 a.C.). Segundo ele, existia certo minério encontrado na região grega da Magnésia que apresentava a propriedade de atrair pequenos objetos ferrosos. Por causa da região em que era encontrado com maior frequência, o minério ficou conhecido como magnetita.

SCIENCE STOCK PHOTOGRAPHY/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

O minério chamado magnetita é um ímã natural.

3. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos dos estudantes sobre as propriedades dos ímãs. Espera-se que eles respondam que os dois ímãs podem se atrair (se forem aproximados por polos diferentes) ou se repelir (se forem aproximados por polos iguais).

Assim, um pedaço de magnetita é um ímã chamado **ímã natural permanente**, que atrai pequenos fragmentos de ferro ou ligas metálicas que apresentem o ferro, o níquel e o cobalto (Co) em sua composição.

A interação entre ímãs e entre eles e outros materiais ocorre à distância, sem que seja necessário haver contato. Isso acontece graças ao campo magnético ao redor dos ímãs.

Todos os ímãs encontrados na natureza possuem dois polos, os quais se alinham na direção norte-sul geográfica por causa da influência do campo magnético terrestre. Quando tentamos aproximar dois ímãs com os polos norte voltados um para o outro, eles se repelem, ou seja, tendem a se afastar. O mesmo ocorre se os polos sul estiverem voltados um para o outro. Porém, se o polo norte de um ímã estiver voltado para o polo sul do outro, eles se atraem. As imagens a seguir representam a repulsão e a atração magnéticas entre ímãs em forma de barra.

repulsão repulsão atração

Representação da repulsão de polos de mesmo tipo. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Representação da atração de polos de tipos diferentes. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Outra propriedade importante relacionada aos ímãs consiste na impossibilidade de separar seus polos magnéticos, ou seja, não é possível obter um ímã somente com polo norte ou somente com polo sul. Sempre que um ímã se quebra, por exemplo, novos ímãs são formados, cada um contendo um polo norte e um polo sul. Se tornarmos a dividir esses novos ímãs, ficaremos com quatro ímãs completos, porém menores.

Representação de um ímã em forma de barra dividido em dois. Formam-se dois novos ímãs menores, e não polos isolados. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: EDUARDO DOS SANTOS

Dessa forma, não existem polos magnéticos isolados na natureza, ou os chamados monopolos magnéticos, como seriam denominados pelos cientistas.

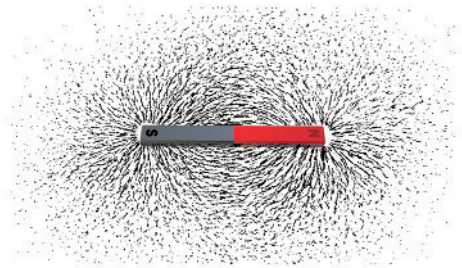
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Campo magnético criado por ímã

Os materiais ferromagnéticos serão abordados na próxima página. Se julgar conveniente, apresente o conceito desses materiais nesse momento, avançando para a próxima página.

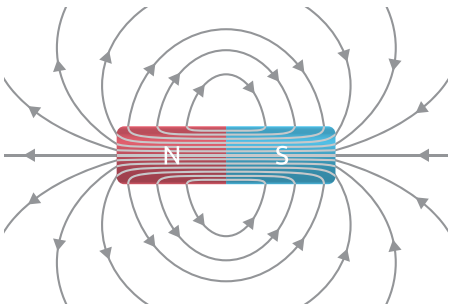
Materiais que possuem propriedades magnéticas, como os ímãs, geram um **campo magnético**, cujo formato pode ser revelado ao espalhar limalha de ferro ao seu redor.



IMAGEDB/SHUTTERSTOCK

Campo magnético de um ímã em forma de barra revelado pela organização da limalha de ferro.

Quando um corpo feito de material ferromagnético é aproximado de um ímã, a presença de uma força magnética de interação revela ao redor desse ímã a existência de um campo magnético, assim como ocorre com a agulha de uma bússola, que é influenciada pelo campo magnético terrestre ao alinhar-se na direção norte-sul magnética do planeta. A imagem ao lado representa um campo magnético produzido por um ímã em forma de barra.

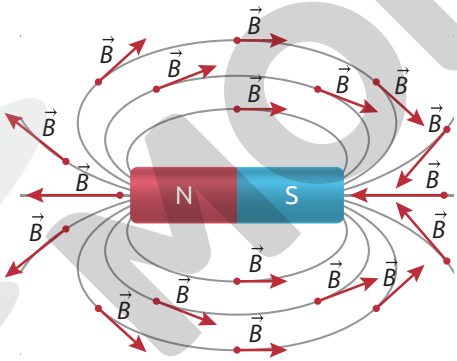


ILUSTRAÇÕES: EDUARDO DOS SANTOS

Representação das linhas de campo magnético no espaço ao redor de um ímã em barra e em seu interior. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A força magnética organiza as limalhas de ferro traçando o padrão das linhas de campo magnético ao redor do ímã. Em seu campo magnético, as linhas são orientadas externamente do polo norte para o polo sul e se estendem pelo seu interior, do polo sul para o polo norte, conforme ilustrado ao lado.

Em cada um dos pontos do campo magnético do ímã ao lado, é possível associar um **vetor campo magnético**, representado por $\vec{B}$. Sua orientação é equivalente à da agulha de uma bússola quando colocada naquele ponto, configurando-se tangente à linha de campo magnético, de acordo com a ilustração ao lado.



Representação do vetor campo magnético. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Perceba que, nas proximidades dos polos magnéticos do ímã, há maior concentração de linhas de campo, indicando maior intensidade do campo magnético nessa região.

Além disso, as linhas de campo magnético não se cruzam, o que indica a existência de apenas um vetor campo magnético para cada ponto ao redor do ímã.

Acesse o *site Manual do mundo* e veja um dos processos de fabricação de um ímã artificial. O vídeo apresenta uma magnetizadora, algumas ligas metálicas que podem ser transformadas em ímãs artificiais e as maneiras de verificar se o material se tornou magnetizado. Disponível em: <https://manualdomundo.uol.com.br/2018/04/como-e-feito-um-ima-borave/>. Acesso em: 30 maio 2020.

Corrente elétrica corresponde a um fluxo de partículas carregadas (elétrons) em movimento ordenado, fluindo por um material condutor.

Ímãs naturais e artificiais

Vimos que a magnetita é um minério que apresenta propriedades magnéticas, sendo considerado um **ímã natural**.

Entretanto, a maioria dos ímãs que utilizamos em nosso cotidiano é **artificial**, ou seja, produzida pelo ser humano por um processo que os tornam magnetizados, como a imantação.

5. Você sabe como um ímã artificial é fabricado?

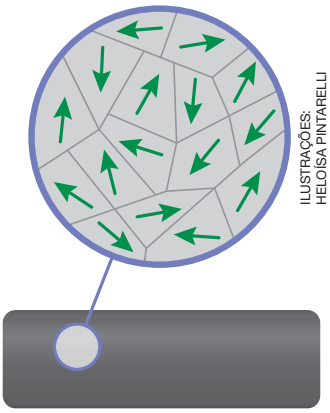
Resposta pessoal. O objetivo desta questão é despertar a curiosidade dos estudantes sobre alguns dos fenômenos científicos e verificar seus conhecimentos prévios.

No processo de **imantação**, campos magnéticos são gerados por corrente elétrica e também pelo movimento de partículas elementares como os elétrons.

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

Assim, um único átomo de material ferromagnético pode gerar um campo magnético ao seu redor por causa da movimentação de seus elétrons. Esse campo interage com os campos de outros átomos, formando um aglomerado de bilhões de partículas alinhadas, denominado **domínios magnéticos**, que equivalem a pequenos ímãs elementares dentro do material. Veja a ilustração ao lado.

Quando os domínios magnéticos de um material ferromagnético estão orientados aleatoriamente, a soma total desses domínios é nula e, assim, ele não é magnetizado.

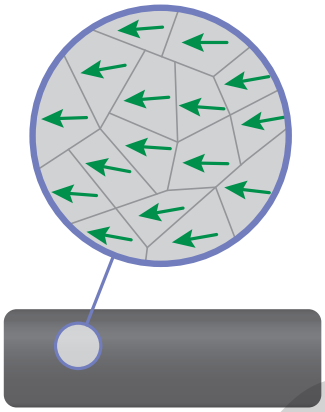


ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Representação de domínios magnéticos de um pedaço de material ferromagnético não magnetizado. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Ao aproximar um ímã desse material, seus domínios magnéticos se alinham de acordo com o campo magnético do ímã, tornando-o temporariamente magnetizado por causa do processo de indução magnética, chamado **imantação**. Porém, ao afastar o ímã, a agitação térmica das partículas faz os domínios magnéticos retornarem à configuração original, caracterizando uma magnetização temporária do material.

Representação de domínios magnéticos de um pedaço de material ferromagnético imantado. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.



Para que o processo de magnetização seja permanente, é necessário que o material passe por um processo de imantação mais eficaz e que sejam avaliadas, também, suas propriedades magnéticas, ou seja, o comportamento coletivo dos elétrons. Dessa maneira, os materiais podem ser classificados em ferromagnéticos, paramagnéticos ou diamagnéticos.

Os materiais **ferromagnéticos** são fortemente atraídos pelos ímãs e, quando submetidos a um campo magnético externo de intensidade razoável, seus domínios magnéticos se alinham, resultando em um intenso campo magnético interno no mesmo sentido do externo. Nesse caso, mesmo após serem afastados desse campo, continuam a se manter magnetizados, tornando-se um **ímã artificial permanente**.

Já os materiais **paramagnéticos** são fracamente atraídos por ímãs e, quando submetidos a um campo magnético externo, seus domínios magnéticos se alinham parcialmente, formando um campo magnético pouco intenso. Dessa forma, quando afastamos o campo magnético externo, ele não se mantém magnetizado.

Os materiais **diamagnéticos** são aqueles repelidos por ímãs. Esse tipo de material não mantém suas propriedades magnéticas quando o ímã é afastado, pois, quando submetidos a um campo magnético externo, seus domínios magnéticos se alinham parcialmente, porém em sentido oposto ao campo magnético externo.

Outro processo de imantação consiste em atritar o mesmo polo de um ímã a um material ferromagnético, sempre no mesmo sentido, para que seus domínios magnéticos possam se alinhar de maneira mais eficiente, quando comparado à sua aproximação de um ímã.

! São exemplos de materiais ferromagnéticos o ferro (Fe), o níquel (Ni), o cobalto (Co), o gadolínio (Gd) e o disprósio (Dy). Normalmente um ímã é feito de ligas contendo um desses elementos.
Já o alumínio, o ouro (Au), o crômio (Cr), o estanho (Sn), o magnésio (Mg) e o titânio (Ti) são exemplos de materiais paramagnéticos.
Elementos como o cobre (Cu), o bismuto (Bi) e o grafite são exemplos de materiais diamagnéticos.

Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

É possível montar uma bússola utilizando um prato, água, agulha, um ímã e um pedaço de papel.

a) Troque ideias com dois colegas e encontrem uma maneira de montar esse aparato. Lembrem-se de que vocês terão de imantar a agulha.

b) Escrevam os procedimentos que utilizaram e apresente-os aos outros colegas da sala.

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

MODERNA

INVESTIGUE

Campo magnético

Respostas e orientações no **Suplemento para o professor**.

Contextualização

Uma brincadeira muito comum é mover objetos metálicos sobre uma mesa usando um ímã posicionado abaixo dela.

a) Como você explica essa brincadeira?

b) Se essa mesa fosse mais espessa, essa brincadeira teria o mesmo resultado?

c) Como podemos observar o campo magnético dos ímãs?

FABIO EIJI SIRASUMA

Pessoa movimentando clipes de papel com um ímã posicionado embaixo da mesa.

Orientações

Junte-se a dois colegas e pesquisem em *sites* confiáveis, livros e artigos científicos uma maneira de observar e registrar o formato das linhas do campo magnético de alguns ímãs.

Elaborem no caderno um roteiro para a montagem do experimento, contemplando as questões a seguir.

- Quais são os materiais necessários?
- Quais tipos de ímãs podem ser utilizados?
- Onde conseguiremos os materiais?
- Em qual local podemos montar a atividade?
- Quais cuidados devemos ter durante a investigação?
- Quais variáveis podemos testar?
- Como vamos registrar os dados observados?

Realizem a atividade de investigação procurando soluções para os possíveis problemas que surgirem. Durante a execução da atividade, anotem cada etapa do processo e registrem as linhas de campo magnético obtidas em fotografias ou ilustrações, identificando também o formato do ímã utilizado.

Análise e divulgação dos dados

Divulgue os resultados obtidos para o restante da turma. Para isso, apresente as fotografias ou ilustrações das linhas de campo magnético obtidas. Apresentem detalhadamente o método e os materiais necessários para obter cada uma delas.

Ao final, apresente a resposta das seguintes questões.

1. Quais fatores interferiram no formato das linhas de campo magnético?
2. Todos os ímãs apresentam os dois polos na mesma face?
3. Qual material você utilizou para visualizar as linhas de campo?
4. Qual é a direção das linhas de campo magnético?
5. Retorne às respostas das questões **a**, **b** e **c**, alterando suas respostas se necessário.

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 resolverem 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. **(UEM-PR)** Com relação ao campo magnético terrestre e à orientação geográfica, analise as alternativas abaixo e escreva em seu caderno o que for **correto**.

01. O polo Sul magnético terrestre situa-se na região do polo Norte geográfico terrestre.

02. As linhas de campo magnético do campo magnético terrestre emergem do polo, na região do polo Sul geográfico.

04. O magma, presente na litosfera terrestre, e a revolução da Terra em torno do Sol são as fontes do campo magnético terrestre.

08. Os fenômenos atmosféricos das auroras Boreal e Austral são observados em função da existência do campo magnético terrestre.

16. Na Groenlândia, situada entre as latitudes 60° e 80° norte, o fluxo magnético associado ao campo magnético terrestre é menor do que o fluxo magnético existente no Brasil, que está situado entre as latitudes 20° e 50° sul.

Soma: 01 + 02 + 08 = 11

2. Considerando os estudos sobre ímãs, qual dos objetos abaixo não é atraído por um ímã permanente?

a) Lâmina de barbear.

b) Colher de ferro.

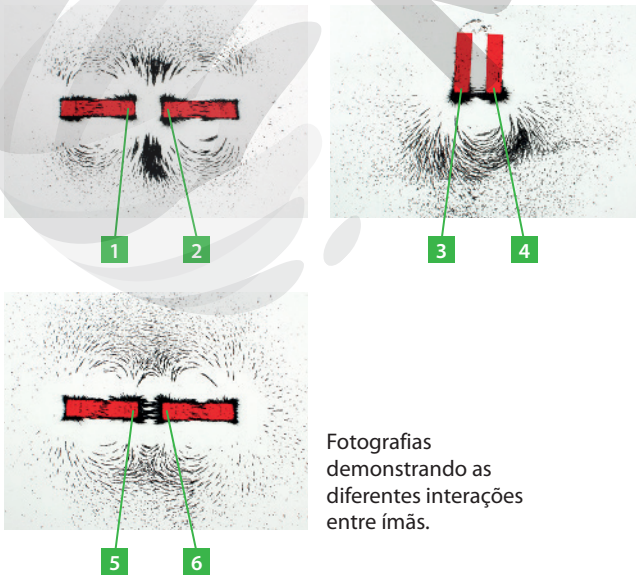
c) Copo de alumínio.

d) Prego.

e) Parafuso de ferro.

Alternativa **c**.

3. Para uma análise de campo magnético, foram colocados dois ímãs sob uma placa de vidro, e, em cima dela, espalhou-se limalha de ferro, como mostram as imagens a seguir.



FOTOS: SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

Fotografias demonstrando as diferentes interações entre ímãs.

Assim, pode-se afirmar que as polaridades nos pontos indicados são:

a) 1 e 2 iguais, 3 e 4 diferentes, 5 e 6 iguais.

b) 3 e 4 iguais, 1 e 2 diferentes, 5 e 6 diferentes.

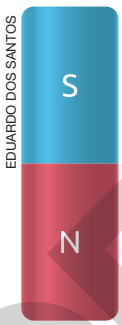
c) 3 e 4 diferentes, 5 e 6 iguais, 1 e 2 diferentes.

d) 1 e 2 iguais, 5 e 6 diferentes, 3 e 4 diferentes.

e) 5 e 6 diferentes, 1 e 2 diferentes, 3 e 4 iguais.

Alternativa **d**.

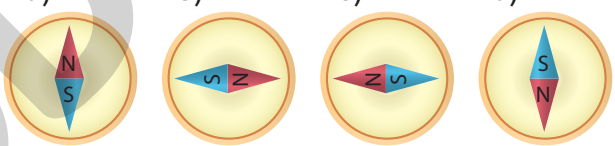
4. Um ímã é colocado próximo a uma bússola, localizada no ponto *D*, como mostra a figura. Considerando a cor vermelha como polo norte, qual será a orientação da bússola? Explique.



EDUARDO DOS SANTOS

Representação de um ímã próximo a uma bússola (ponto *D*). Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

a) b) c) d)



HELOÍSA PINTARELLI

Alternativa **a**.

5. **(UFSC-SC)** As afirmativas abaixo referem-se a fenômenos magnéticos. Escreva em seu caderno a(s) proposição(ões) **VERDADEIRA(S)**.

01. Um estudante quebra um ímã ao meio, obtendo dois pedaços, ambos com polo sul e polo norte.

02. Um astronauta, ao descer na Lua, constata que não há campo magnético na mesma, portanto ele poderá usar uma bússola para se orientar.

04. Uma barra imantada se orientará ao ser suspensa horizontalmente por um fio preso pelo seu centro de gravidade ao teto de um laboratório da UFSC.

08. Uma barra não imantada não permanecerá fixa na porta de uma geladeira desmagnetizada, quando nela colocada.

16. Uma das formas de desmagnetizar uma bússola é colocá-la num forno quente.

32. Uma das formas de magnetizar uma bússola é colocá-la numa geladeira desmagnetizada.

Soma: 01 + 04 + 08 + 16 = 29

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

MODERNA

1. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os ventos solares. Espera-se que eles relacionem o vento solar às partículas eletricamente carregadas que são ejetadas da atmosfera do Sol.

O campo magnético e a vida terrestre

Leia a manchete a seguir.

2. Espera-se que os estudantes citem cuidados como: não se expor à luz solar entre 10 h e 16 h; passar protetor solar na pele diariamente, reaplicando-o a cada 2 horas; usar óculos de sol, chapéus ou bonés e roupas claras; manter-se hidratado; entre outros.

Radiação e ventos solares transformaram Marte num planeta frio e seco

Quatro bilhões de anos antes o Planeta Vermelho era capaz de abrigar vida

MATSUURA, S. Radiação e ventos solares transformaram Marte num planeta frio e seco. *O Globo*, 31 mar. 2017. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/radiacao-ventos-solares-transformaram-marte-num-planeta-frio-seco-21138873>. Acesso em: 4 maio 2020.

1. Você já ouviu falar em ventos solares? O que você sabe sobre isso?

!

Os **ventos solares** são fluxos de partículas eletricamente carregadas que são ejetadas da atmosfera do Sol, preenchendo o espaço interestelar.

2. Cite cuidados que devemos ter com a radiação solar.

3. Você toma esses cuidados? O que você deveria melhorar?

ASTROS (DIMENSÕES)
Sol: cerca de 1 390 000 km de diâmetro.
Terra: cerca de 12 756 km de diâmetro.

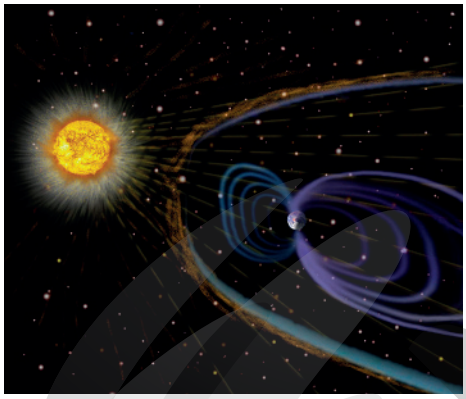
A manchete acima apresenta informações de uma pesquisa científica que afirma que há bilhões de anos Marte era um planeta com possibilidade para abrigar vida. Estudos indicam que, sem a proteção de um campo magnético, os ventos e as radiações solares atingem a superfície de Marte diretamente, transformando-o em um deserto quente, sem condições para a vida.

3. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os estudantes a fazerem uma autoavaliação a respeito dos cuidados com a exposição à luz solar.

A ação do campo magnético da Terra protege o planeta das radiações e dos ventos solares, conservando a atmosfera terrestre. Isso contribui para manter as condições necessárias para a vida, pois a atmosfera absorve parte da radiação proveniente do Sol, principalmente a ultravioleta, que pode ser prejudicial ao ser humano e aos outros animais. Se as moléculas de ozônio (O_3) na atmosfera, responsáveis pela absorção do ultravioleta, deixassem de existir, e somando isso a outros efeitos de perda da atmosfera, a vida na Terra seria inviável.

Portanto, percebemos que o campo magnético terrestre é um fator muito importante para que a Terra tenha condições para a manutenção da vida.

SOHO/NASA



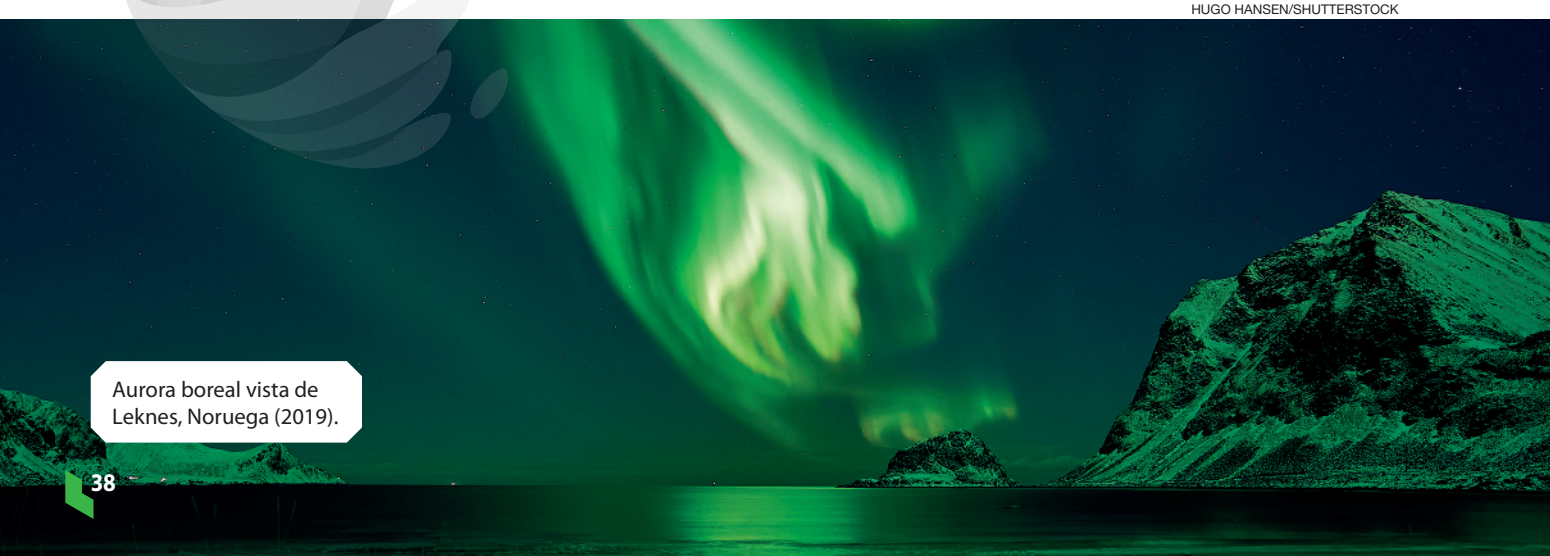
Representação do vento solar atingindo a magnetosfera da Terra. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

As partículas provenientes dos ventos solares que atingem a Terra chegam a uma velocidade de 400 km/s e, normalmente, são defletidas ou capturadas pelo campo magnético terrestre. As partículas que passam pelo campo são desviadas para os cinturões na magnetosfera da Terra, chamados **cinturões de Van Allen**, descobertos pelo físico americano James Alfred Van Allen (1914-2006), em 1958.

Quando sobrecarregam o cinturão, as partículas caem em direção à atmosfera da Terra, principalmente pelos polos, causando as **auroras**. Esses fenômenos iluminam o céu, emitindo, predominantemente, radiação na cor verde por causa da emissão dos átomos de oxigênio da atmosfera terrestre. As que ocorrem em regiões do polo norte são chamadas aurora boreal, e aquelas que ocorrem em regiões do polo sul são chamadas aurora austral.

Além das auroras, as partículas do vento solar também podem causar interferências nas comunicações de rádio e televisão, na transmissão de eletricidade e também danificar satélites, principalmente durante as tempestades solares.

HUGO HANSEN/SHUTTERSTOCK



Aurora boreal vista de Leknes, Noruega (2019).

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

MODERNA

Campo magnético e corrente elétrica

A fotografia ao lado mostra uma fechadura magnética muito comum atualmente. Por meio de um sinal elétrico, abre-se a fechadura.

4. Como você acha que esse tipo de fechadura funciona?

ANDREYKAC/SHUTTERSTOCK

Fechadura magnética.

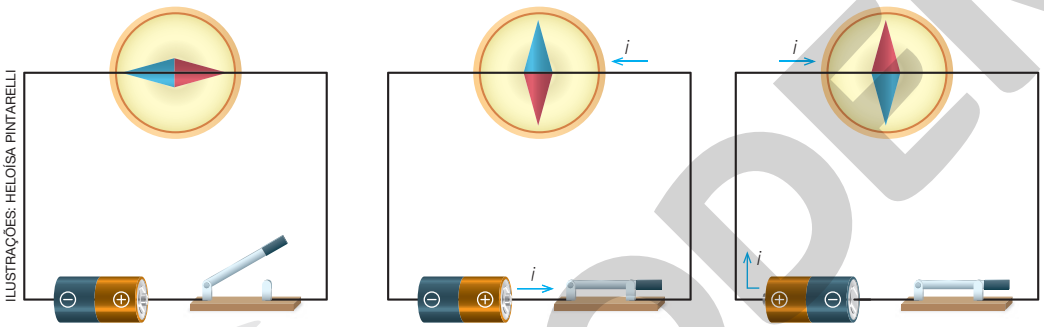
4. Espera-se que os estudantes respondam que essa fechadura funciona com o auxílio de um eletroímã, um dispositivo capaz de gerar um campo magnético por meio da passagem de uma corrente elétrica.

Para compreender o funcionamento dessa fechadura, vamos conhecer um pouco mais sobre um efeito da corrente elétrica – a geração de um campo magnético.

As observações realizadas pelo físico dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851), em uma de suas aulas, resultaram na descoberta de que correntes elétricas geravam campos magnéticos. Sempre que ele ligava uma pilha a um circuito, para demonstrar as propriedades elétricas, a agulha de uma bússola próxima passava a apontar em outra direção. Ao desconectar a pilha, ele percebeu que a agulha da bússola voltava para sua posição inicial.

Quando a pilha era conectada com a polaridade inversa, invertendo o sentido da corrente, a agulha da bússola apontava para a direção oposta. Veja as ilustrações a seguir.

Imagens sem proporção. Cores-fantasia.



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Representação de circuito elétrico aberto. A agulha da bússola se alinha ao campo magnético da Terra.

Representação de circuito fechado. O campo magnético gerado pela corrente elétrica causa deflexão na agulha da bússola.

Representação de circuito elétrico fechado com inversão do sentido da corrente elétrica. A agulha da bússola sofre deflexão em sentido oposto.

! Nas ilustrações ao lado foi adotado o sentido convencional da corrente elétrica.

A agulha da bússola possui um campo magnético que interage com o campo magnético da Terra, fazendo sua agulha se alinhar sempre na mesma posição. Quando uma corrente elétrica percorre um condutor, surge ao seu redor um campo magnético ao longo de toda a sua extensão, que interage com o campo magnético da agulha alterando sua direção, de acordo com as ilustrações acima.

Essa propriedade possibilitou o desenvolvimento de um dispositivo presente em muitos equipamentos que utilizamos em nosso cotidiano, o eletroímã. Esse dispositivo consiste de um condutor elétrico enrolado várias vezes ao redor de um núcleo de ferro, capaz de gerar campos magnéticos quando uma corrente elétrica percorre seu condutor. O eletroímã é o responsável pelo funcionamento da fechadura apresentada no início desta página.

PAUL RIDSDALE PICTURES/ALAMY/FOTOARENA

Guindaste sendo utilizado para elevar sucatas metálicas.

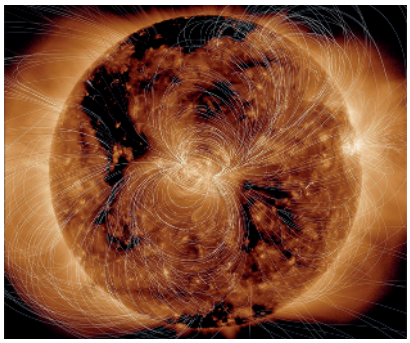
5. Explique o funcionamento do equipamento mostrado ao lado.

Resposta pessoal. O objetivo é perceber se os estudantes identificam a atração das peças de ferro por um campo magnético, gerado por eletroímãs.

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

MODERNA

GSFC/SOLAR DYNAMICS OBSERVATORY/NASA



Campo magnético solar

O Sol também tem um campo magnético. O fluxo de gases em seu interior gera uma corrente elétrica, que é um dos fatores responsáveis por gerar o campo magnético solar.

Representação do campo magnético do Sol. Sol: 1 390 000 km de diâmetro. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

NASA

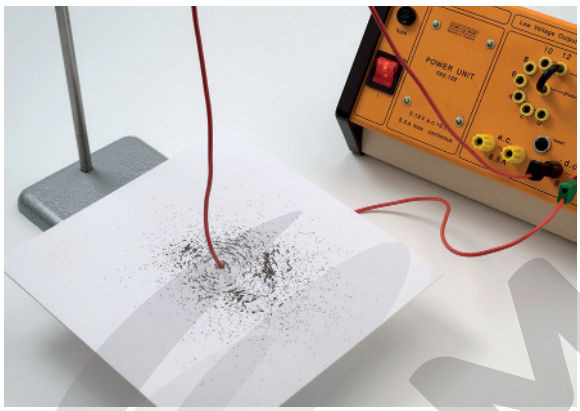
A extensão do campo magnético solar ocorre porque partículas carregadas podem deixar sua superfície quando ocorrem eventos com violenta ejeção de massa proveniente da coroa do Sol. À medida que elas se afastam, arrastam parte de seu campo magnético, que permanece fixo em seus polos. Por causa da rotação da estrela, a cada 27 dias, as linhas do campo magnético formam espirais, o que configura o campo magnético solar no meio interplanetário, conforme imagem ao lado.

Representação do campo magnético interplanetário mostrando suas linhas de campo magnético em espiral. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Campo magnético de um fio retilíneo

O formato do condutor pode revelar campos magnéticos com propriedades diferentes. Vamos iniciar analisando o campo magnético de um fio retilíneo.

TREVOR CLIFFORD PHOTOGRAPHY/SPL/FOTOARENA



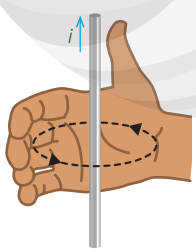
Limalha de ferro organizada de acordo com as linhas de campo magnético do fio retilíneo percorrido por uma corrente elétrica.

Uma das maneiras de observar o campo magnético de um condutor é espalhando limalha de ferro ao redor dele. Veja ao lado o que ocorre ao fazer esse procedimento ao redor de um fio retilíneo percorrido por corrente elétrica. Note que é possível observar que as linhas de campo possuem formato de circunferências concêntricas ao fio.

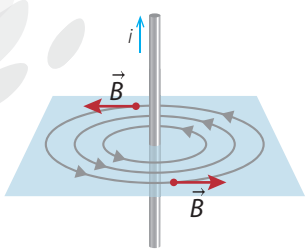
Como visto no estudo do campo magnético de um ímã em forma de barra, o vetor campo magnético $\left(\vec{B}\right)$, em determinado ponto, sempre tem orientação tangente às linhas de campo. Assim, para determinar a orientação das linhas do campo magnético ao redor de um fio condutor percorrido por corrente elétrica, utiliza-se um método que ficou conhecido como regra da mão direita. Nessa regra, ao orientar o polegar da mão direita no sentido da corrente elétrica, o sentido das linhas de campo magnético é obtido envolvendo o condutor com os outros dedos. Veja.

Imagens sem proporção. Cores-fantasia.

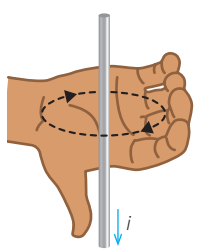
ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI



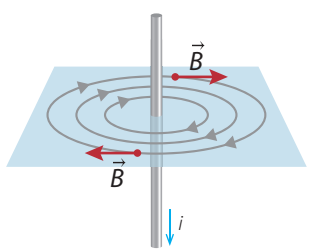
Representação da regra da mão direita aplicada em um fio percorrido por corrente elétrica, orientada de baixo para cima.



Representação das linhas de campo magnético ao redor do fio e alguns vetores campo magnético.



Representação da regra da mão direita aplicada em um fio percorrido por corrente elétrica, orientada de cima para baixo.



Representação das linhas de campo magnético ao redor do fio e alguns vetores campo magnético.

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

MODERNA

A intensidade do vetor campo magnético $\vec{B}$, à certa distância do fio, foi estudada pelo matemático e físico francês Ampère (1775-1836), entre os anos 1821 e 1825, e a relação entre corrente elétrica e campo magnético ficou conhecida como lei de Ampère, sendo proposta pelo físico escocês James Clerk Maxwell (1831-1879). Essa relação, mostrada a seguir, permite calcular a intensidade do campo magnético $\vec{B}$ produzido em um ponto P a uma distância r de um condutor percorrido por uma corrente elétrica i.

6. Espera-se que os estudantes respondam que o Maglev é capaz de transportar grande quantidade de pessoas ao mesmo tempo, sem emitir diretamente gases poluentes na atmosfera.

$$B = \frac{\mu \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

Se julgar conveniente, represente os vetores perpendiculares que entram (⊗) e que saem (⊙) no plano da página usando uma folha de papel e um lápis. Para isso, atravesse a folha de papel com o lápis e mostre aos estudantes as duas perspectivas.

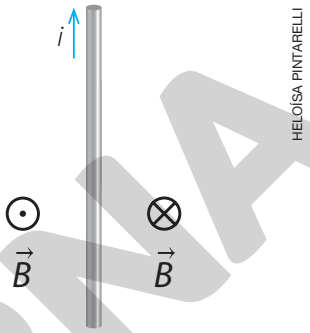
Para orientações que sejam perpendiculares ao plano dessa página, normalmente são utilizados o símbolo ⊗ para indicar que os vetores $\vec{B}$ "entram no plano da página" e o símbolo ⊙ para indicar que os vetores $\vec{B}$ "saem do plano da página", como na representação ao lado. Pela regra da mão direita, as linhas de campo circundam o fio, "entrando na página" à direita do fio e "saindo da página" à esquerda do fio. Os vetores campo magnético são tangentes à linha de campo, com o mesmo sentido.

Nessa relação, o símbolo grego μ (lê-se "mi") corresponde a uma constante de proporcionalidade chamada permeabilidade magnética do meio, e para o vácuo utiliza-se a notação μ_0, cujo valor é:

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}\,T \cdot m/A$$

A unidade de medida de campo magnético no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o Tesla (T), em homenagem ao engenheiro elétrico sérvio Nikola Tesla (1856-1943), que fez contribuições ao estudo do Eletromagnetismo.

O termo $2 \cdot \pi \cdot r$ deve-se ao fato de o campo magnético ter formato de circunferência, sendo o raio r a distância do ponto ao fio. Assim, a intensidade do campo magnético é diretamente proporcional à corrente elétrica e inversamente proporcional à distância r.

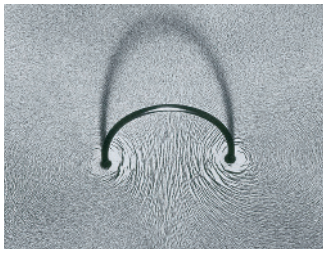


HELOÍSA PINTARELLI

Representação do campo magnético gerado pela corrente elétrica no fio. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Campo magnético no centro de uma espira

Quando um condutor percorrido por corrente elétrica é moldado em formato circular, temos uma **espira circular**. A forma do campo magnético gerado por uma espira percorrida por corrente elétrica pode ser visualizada espalhando limalha de ferro ao redor, que se organiza de acordo com as linhas de campo magnético, como mostra a fotografia ao lado.



NEW YORK PUBLIC LIBRARY/ SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

As limalhas de ferro são organizadas de acordo com o campo magnético de uma espira circular percorrida por corrente elétrica.

Note que, no centro da espira, a limalha de ferro fica alinhada com o eixo perpendicular ao plano da espira. Nas regiões próximo ao fio, podemos notar formatos circulares concêntricos a ele.

Um conjunto de espiras (com espessura desprezível) é chamado **bobina plana**. Quando o fio é enrolado formando uma espiral longa, temos um **solenoide** (ou **bobina longa**), que será tratado mais adiante.

A intensidade do campo magnético gerado por uma bobina plana percorrida por corrente elétrica pode ser controlada variando-se a intensidade da corrente elétrica ou a quantidade de voltas no fio. Entre suas aplicações, podemos citar campainhas, eletroímãs, alto-falantes, trens de levitação magnética (Maglev), entre outras.

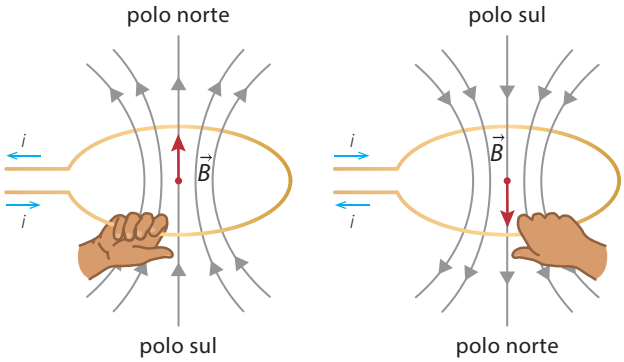
6. Reflita sobre as vantagens do Maglev para o transporte de pessoas, em comparação ao transporte por ônibus movido a diesel. Comente com seus colegas o que você concluiu.

MARKUS MAINKA/ SHUTTERSTOCK

Trem Maglev em Xangai, China (2019). Esse tipo de trem já é utilizado em diversos países, como Japão, China, Alemanha e França, com projetos em elaboração em outros países.

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

MODERNA



Representação da regra da mão direita aplicada em duas espiras circulares, percorridas por correntes elétricas de sentidos opostos. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

O sentido das linhas de campo no interior da espira pode ser determinado com a regra da mão direita. De acordo com essa regra, em uma das faces da espira surge o polo norte magnético, de onde saem linhas de campo, e na outra face surge o polo sul magnético, onde entram linhas de campo, como mostrado ao lado.

A intensidade do campo magnético no centro de uma espira circular de raio R, percorrida por uma corrente i, pode ser calculada da seguinte forma:

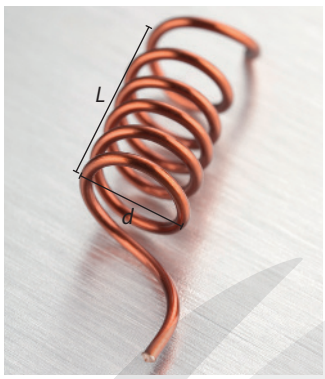
$$B = \frac{\mu \cdot i}{2 \cdot R}$$

em que B é a intensidade do campo magnético; μ é a constante de proporcionalidade; i é a intensidade da corrente elétrica; e R é o raio da espira.

Para uma bobina, formada por N espiras, circulares e iguais, a intensidade do campo é dada pela mesma equação, contudo, tem-se de levar em consideração o número N de espiras. Ou seja, deve-se multiplicar a equação ao lado por N.

Campo magnético em uma bobina

A fotografia ao lado mostra uma **bobina**, também chamada bobina helicoidal ou solenoide. Ela é obtida ao enrolar um fio em formato de hélice cilíndrica e é determinada pelo número de espiras (N), por seu comprimento (L) e por seu diâmetro (d).

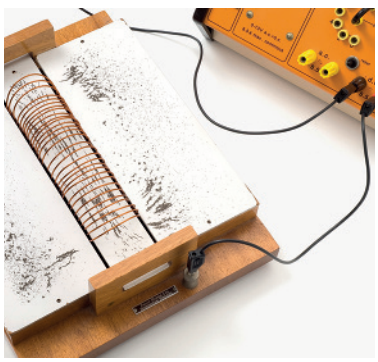


SPL/FOTOARENA

Bobina longa, bobina helicoidal ou solenoide.

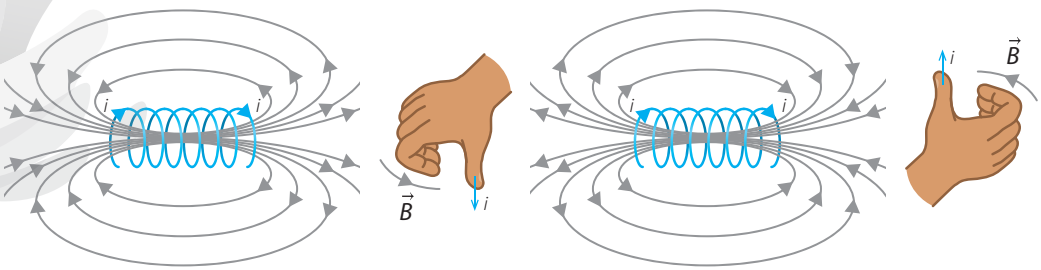
Quando o fio é percorrido por corrente elétrica, o campo magnético produzido pela bobina é dado pela soma vetorial dos campos produzidos por todas as espiras. O formato desse campo magnético também pode ser visualizado com o auxílio de limalha de ferro. Observe a imagem à direita.

O sentido de suas linhas é determinado pela regra da mão direita aplicada para todo o solenoide. Percorrendo o fio com o dedo polegar no sentido da corrente, o sentido das linhas do campo magnético é dado pelos outros dedos que envolvem o fio. Os vetores campo magnético em cada ponto ao redor do solenoide são tangentes às linhas do campo magnético.



TREVOR CLIFFORD PHOTOGRAPHY/SPL/FOTOARENA

Limalha de ferro organizada de acordo com o campo magnético gerado por uma bobina ao ser percorrida por corrente elétrica.



Representação da regra da mão direita aplicada para determinar o sentido das linhas do campo magnético em uma bobina percorrida por corrente elétrica. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

A intensidade do campo magnético no interior de um solenoide é dada pela seguinte relação:

$$B = \frac{\mu \cdot N \cdot i}{L}$$

em que B é a intensidade do campo magnético; μ é a constante de proporcionalidade; N é a quantidade de espiras; i é a intensidade da corrente elétrica; e L é o comprimento do solenoide.

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

MODERNA

Forças magnéticas

Conheça "Steve", um tipo completamente novo de aurora polar

Canadenses observaram um breve tipo de aurora polar nunca antes visto e batizado de "Steve", e cientistas já começaram a pesquisar o que o causa.

SKIBBA, R. Conheça "Steve", um tipo completamente novo de aurora polar. *National Geographic*, 16 mar. 2018. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/espaco/2018/03/conheca-steve-um-tipo-completamente-novo-de-aurora-polar>. Acesso em: 4 maio 2020.

SAULTY72/SHUTTERSTOCK

A aurora boreal e o fenômeno atmosférico "Steve". Esse fenômeno está sendo estudado por uma equipe de cientistas liderada pela física estadunidense Dra. Elizabeth Macdonald (1962-).

Vimos que as auroras evidenciam a atuação do campo magnético terrestre na proteção contra os ventos solares.

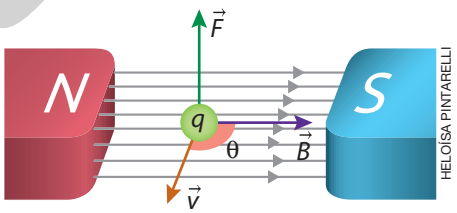
As partículas carregadas dos ventos solares, quando entram em movimento, manifestam suas propriedades magnéticas e passam a interagir com o campo magnético da Terra, experimentando uma **força magnética** que as desvia.

Assim, da interação entre dois ou mais campos magnéticos surge a força magnética $\left(\vec{F}\right)$, que pode ser de atração ou de repulsão.

Além da Terra e dos ímãs, partículas carregadas que se movem no interior de um fio condutor retilíneo também sofrem interação magnética quando encontram um campo magnético externo. Portanto, uma carga que esteja em movimento será defletida ao atravessar um campo magnético externo por causa de uma foça magnética, chamada também **força de Lorentz**.

A força magnética atinge um valor máximo quando a carga está se movendo perpendicularmente às linhas do campo magnético. Em outros ângulos, a força é menor, e torna-se nula quando as partículas se movem paralelamente às linhas do campo magnético externo.

Considerando uma partícula carregada com carga q, movendo-se com velocidade $\vec{v}$ e produzindo um ângulo θ em relação ao campo magnético externo $\vec{B}$, a força magnética $\vec{F}$ que atua sobre a carga tem direção e sentido mostrados na imagem ao lado.

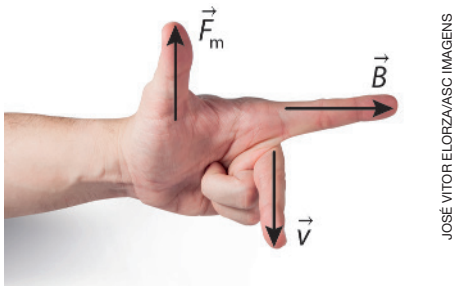


HELOÍSA PINTARELLI

Representação de uma carga elétrica q recebendo ação da força magnética ao se mover em um campo magnético externo. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A direção da força não está ao longo das linhas de campo nem ao longo da direção da corrente. Ela é sempre perpendicular tanto às linhas de campo quanto à velocidade das partículas, ou seja, é perpendicular ao plano formado por $\vec{v}$ e $\vec{B}$.

O sentido da força magnética pode ser indicado pela regra da mão esquerda, utilizando-se os dedos polegar, indicador e médio, esticados de maneira que fiquem todos perpendiculares um ao outro. Veja a imagem ao lado.



JOSÉ VITOR ELORZA/ASC IMAGENS

Regra da mão esquerda utilizada para indicar a configuração entre os vetores $\vec{F}$, $\vec{v}$ e $\vec{B}$.

Cada dedo representa a direção de um vetor: o indicador deve ser posicionado no sentido do campo magnético $\vec{B}$, o dedo médio, no sentido da velocidade $\vec{v}$ e, para onde o polegar apontar, será o sentido da força magnética $\vec{F}$.

Quanto à sua intensidade, ela é determinada por uma relação que foi obtida experimentalmente, medindo a intensidade da força sobre uma partícula com carga q ao se mover por um campo magnético externo, variando por diversas vezes tanto a velocidade como o ângulo entre $\vec{B}$ e $\vec{v}$. Tal relação é dada por:

$$F = |q| \cdot v \cdot B \cdot \operatorname{sen} \theta$$

A força magnética é expressa em newtons (N) no SI, e, na relação mostrada acima, utiliza-se o módulo da carga elétrica da partícula porque o sentido da força é dado pela regra da mão esquerda. Portanto, se a carga for positiva, o sentido da força é dado diretamente pela regra, se a carga for negativa, aplica-se a regra da mão esquerda, mas inverte-se o sentido indicado pelo polegar.

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 **5** a **7** no **Suplemento para o professor**.

1. **(FGV-SP)** Desde tempos remotos, muito se especulou acerca da origem e, principalmente, das características do campo magnético terrestre. Recentes pesquisas, usando sondas espaciais, demonstram que o campo magnético terrestre

a) limita-se a uma região de seu entorno chamada magnetosfera, fortemente influenciada pelo Sol.

b) limita-se a uma região de seu entorno chamada magnetosfera, fortemente influenciada pela Lua.

c) é constante ao longo de toda a superfície do planeta, sofrendo forte influência das marés.

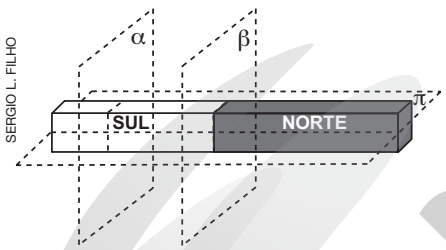
d) é constante ao longo de toda a superfície do planeta, mas varia com o inverso do quadrado da distância ao seu centro.

e) é produzido pela crosta terrestre a uma profundidade de 5 a 30 km e é fortemente influenciado pela temperatura reinante na atmosfera.

Alternativa **a**.

2. Uma criança brincando com um ímã o deixa cair, causando seu rompimento em duas partes. Ao tentar consertá-lo, unindo as partes no local da ruptura, ela percebe que os dois pedaços não se encaixam por causa da ação magnética.

Pensando nisso, se o ímã tivesse o formato e as polaridades da figura a seguir, é válido afirmar que ele poderia ter se rompido:



SERGIO L. FILHO

Representação dos possíveis locais onde o ímã sofreu ruptura. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

a) na direção do plano α.

b) na direção do plano β.

c) na direção do plano π.

d) na direção de qualquer plano.

e) apenas na direção do plano β.

Alternativa **c**.

3. **(ITA-SP)** Escreva em seu caderno em qual das situações descritas nas opções abaixo as linhas de campo magnético formam circunferências no espaço.

a) Na região externa de um toroide.

b) Na região interna de um solenoide.

c) Próximo a um ímã com formato esférico.

d) Ao redor de um fio retilíneo percorrido por corrente elétrica.

e) Na região interna de uma espira circular percorrida por corrente elétrica.

Alternativa **d**.

4. I) Verdadeira.
II) Falsa. Um transformador é capaz de gerar um campo magnético quando está em funcionamento.
III) Verdadeira.

4. Considere as afirmações a seguir e julgue-as como verdadeiras ou falsas, justificando as falsas.

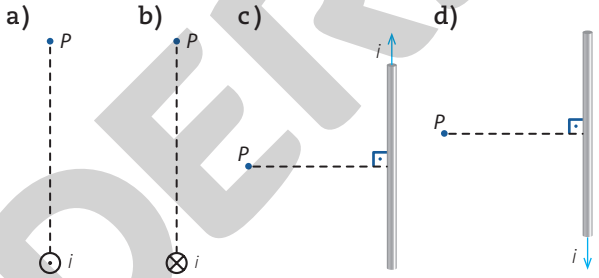
I) Um condutor percorrido por uma corrente elétrica gera um campo magnético ao seu redor.

II) Um transformador não gera um campo magnético quando está em funcionamento.

III) Um feixe de elétrons em movimento induz um campo magnético.

Os transformadores são compostos de bobinas.

5. Para os casos ilustrados abaixo, represente o vetor campo magnético no ponto *P* gerado por um fio condutor de corrente elétrica.



ILUSTRAÇÕES: KEITHY MOSTACHI

6. Determine a intensidade do campo magnético gerado em um ponto a 24 cm de um fio condutor percorrido por uma corrente elétrica de 3 A. Considere $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} T \cdot m/A$.

7. Considere uma partícula eletricamente carregada em repouso, imersa em um campo magnético externo. Com base nessa situação, classifique as afirmações abaixo como verdadeiras ou falsas, justificando as falsas.

I) A força magnética sobre essa partícula será diretamente proporcional à intensidade de sua carga.

II) A força magnética possui intensidade máxima quando a partícula eletricamente carregada se move paralelamente ao campo magnético.

III) A intensidade da velocidade da partícula e do campo magnético externo são diretamente proporcionais, pois, se há aumento da intensidade do campo, a velocidade também aumenta para a mesma força magnética.

IV) A intensidade da força magnética e da velocidade da partícula são diretamente proporcionais, pois, se o módulo da velocidade aumenta, a intensidade da força aumenta proporcionalmente.

MODERNA

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

CAPÍTULO 4

Diversidade de seres vivos I

Origem da diversidade de seres vivos

Leia a manchete e responda às questões propostas ao lado.

1. O que é biodiversidade?
2. Em que contexto você teve contato com o tema biodiversidade?
3. Como as áreas protegidas podem auxiliar na manutenção da biodiversidade?

Respostas no **Suplemento para o professor**.

Área protegida: porção do território delimitada por lei e gerida com o objetivo de garantir a preservação, a longo prazo, de seus elementos bióticos e abióticos, bem como de seus valores sociais e culturais.

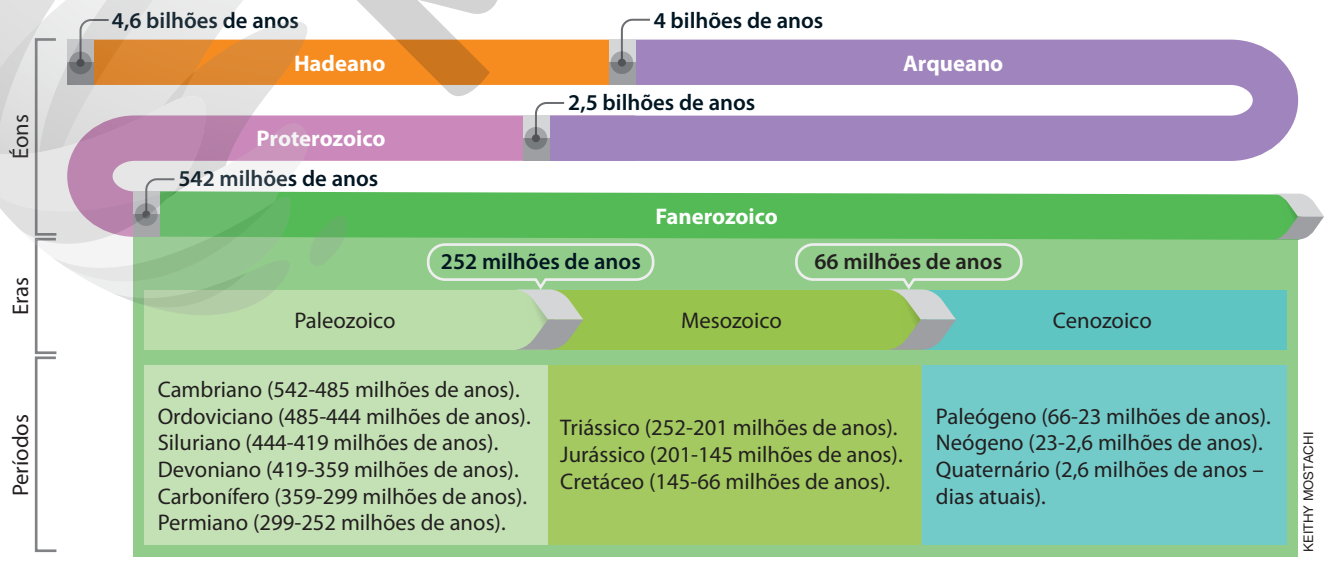
Convenção da Biodiversidade quer ampliar áreas protegidas de 15% para 30% do planeta

GARCIA, R. Convenção da Biodiversidade quer ampliar áreas protegidas de 15% para 30% do planeta. *O Globo*, 25 fev. 2020. Sociedade. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/convencao-da-biodiversidade-quer-ampliar-areas-protegidas-de-15-para-30-do-planeta-24269888>. Acesso em: 5 maio 2020.

Desde sua formação, a Terra passou por inúmeras mudanças, as quais, em determinado momento da história geológica, possibilitaram o surgimento da vida. As primeiras formas de vida também foram capazes de alterar o ambiente em que viviam. Assim, em milhões de anos, todas essas alterações possibilitaram que as formas de vida se tornassem cada vez mais diversas.

Ao longo da história geológica da Terra, muitas espécies de seres vivos surgiram, enquanto outras foram extintas. As formas atuais de vida na Terra são bastante variadas, incluindo de organismos microscópicos a seres vivos estruturalmente maiores e mais complexos. Tais seres vivos ocupam os mais variados ambientes da Terra e apresentam necessidades específicas para sua existência.

Para saber como ocorreu a diversificação de espécies de seres vivos na Terra, é preciso, primeiro, conhecer a organização do tempo geológico, que vai da formação da Terra, há cerca de 4,6 bilhões de anos, aos dias atuais. O tempo geológico é dividido em diferentes intervalos de tempo. Veja a seguir um esquema simplificado do tempo geológico terrestre e algumas de suas divisões.



Representação do tempo geológico.

Fonte: COHEN, K. M. et al. International Chronostratigraphic Chart, *International Commission on Stratigraphy*. Disponível em: <https://stratigraphy.org/icschart/ChronostratChart2019-05.pdf>. Acesso em: 5 maio 2020.

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

MODERNA

Embora a vida na Terra tenha se iniciado há mais de 3 bilhões de anos, a diversificação dos seres vivos ocorreu, principalmente, no final do éon Proterozoico. Veja a seguir um esquema simplificado com alguns dos eventos relacionados à origem e à diversificação da vida na Terra.

1

Por volta de 3,7 bilhões de anos atrás, no **éon Arqueano**, formaram-se as primeiras formas de vida, células procarióticas, provavelmente bactérias.

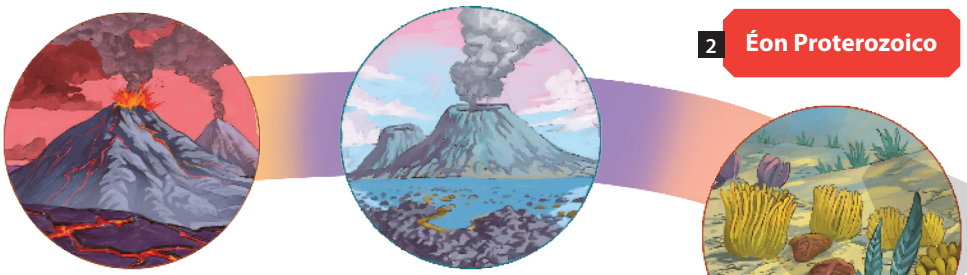
2

Durante o **éon Proterozoico**, as condições da Terra sofreram alterações, como mudanças nos níveis de gás oxigênio (O_2), aumento das temperaturas e formação da camada de ozônio. Essas e outras condições possibilitaram o desenvolvimento de formas de vida mais complexas, como a multicelularidade. No final desse éon, os registros fósseis indicam uma explosão de diferentes formas de vida, popularmente conhecidas como Fauna de Ediacara, composta basicamente de invertebrados. No entanto, grande parte desses seres vivos foram extintos antes do início do éon seguinte, provavelmente por causa da intensa atividade vulcânica.

Éon Hadeano

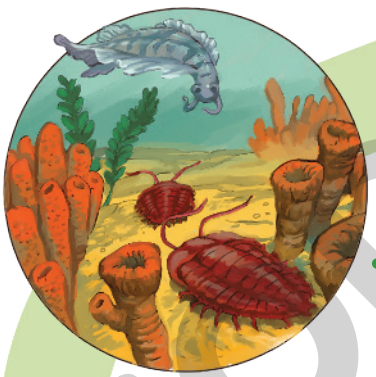
1 Éon Arqueano

2 Éon Proterozoico



Éon Fanerozoico

No éon Fanerozoico, observa-se uma intensa diversificação das formas de vida na Terra.



Período Cambriano

Estudos indicam que, no período Cambriano, ocorreu um aumento repentino na diversidade de vida, incluindo os primeiros cordados, grupo de animais ao qual pertence os vertebrados. Esse período marca uma efetiva mudança na complexidade e na diversidade de seres vivos na Terra.

Período Ordoviciano

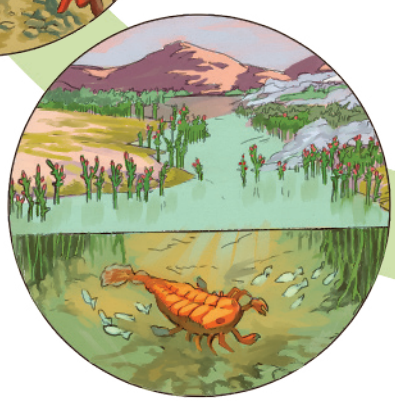
No período Ordoviciano, há predomínio de recifes de corais e surgem os primeiros vertebrados, representados pelos peixes agnatas, ou seja, desprovidos de mandíbulas. Esses animais se alimentam basicamente de lodo marinho, composto de algas e microrganismos.

Período Devoniano

No período Devoniano, observa-se a diversificação dos peixes, com surgimento daqueles com mandíbulas, representados por tubarões. Surgem também os primeiros tetrápodes, representados pelos anfíbios, e as primeiras plantas vasculares em ambiente terrestre.

Período Siluriano

No período Siluriano, observa-se domínio dos peixes agnatas e o surgimento dos primeiros animais terrestres, os artrópodes. Acredita-se que nesse período tenham surgido as primeiras plantas não vasculares, representadas por musgos e liquens, as quais começaram a ocupar os ambientes terrestres.

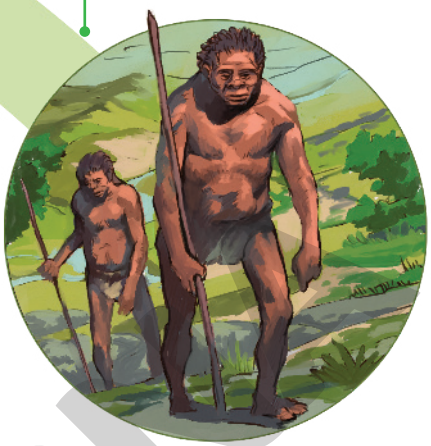


ILUSTRAÇÕES: HUGO ARAÚJO

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

Período Quaternário

No período Quaternário, entre 2,4 e 1,6 milhão de anos, surge o gênero *Homo*, do qual evoluiu a espécie *Homo sapiens*, há cerca de 200 mil anos.



Período Neógeno

No período Neógeno, há cerca de 7 milhões de anos, surgem os *Sahelanthropus tchadensis*, os mais antigos ancestrais da espécie *Homo sapiens*.

Período Paleógeno

No período Paleógeno, observa-se o domínio e a diversificação de aves e mamíferos, além da diversificação de peixes ósseos e do surgimento dos primeiros primatas.

Período Jurássico

No período Jurássico, os mares são dominados por répteis marinhos e surgem os grandes dinossauros, inclusive aqueles dotados de penas. Neles, tais estruturas auxiliavam na manutenção da temperatura corpórea, mas não possibilitavam o voo. No final desse período, surgem as aves. Os ambientes terrestres são dominados por gimnospermas.

Período Cretáceo

No período Cretáceo, surgem as angiospermas, bem como ocorre ampla diversificação de insetos e de mamíferos de pequeno porte. Nesse período, observa-se uma grande extinção provocada, possivelmente, pela queda de um meteoro, que resultou na dizimação dos dinossauros e no domínio de outros grupos de seres vivos, como os mamíferos.

Período Carbonífero

O período Carbonífero foi dominado por plantas vasculares, formando vastas florestas ricas em artrópodes. Nesse período, também ocorreu a origem e a diversificação dos répteis em ambiente terrestre e a diversificação de peixes no ambiente aquático. No final desse período, observa-se uma nova glaciação.

Período Triássico

No final do período Triássico, surgem os primeiros dinossauros e os primeiros mamíferos.

Período Permiano

O período Permiano se inicia com um aumento progressivo da temperatura terrestre, resultando no derretimento do gelo e na elevação dos níveis dos oceanos. Observa-se o surgimento das gimnospermas, que dão origem a grandes florestas. Embora os eventos de extinção de espécies tenham ocorrido durante toda a história da vida na Terra, ao final desse período se observa uma extinção em massa, responsável por eliminar mais de 90% das espécies de seres vivos. Possivelmente, isso tenha ocorrido em razão da intensa atividade vulcânica, que resultou na liberação de grande quantidade de gases de efeito estufa na atmosfera, intensificando esse efeito.

Fonte: Early Life on Earth – Animal Origins. *National Museum of Natural History*. Disponível em: <https://naturalhistory.si.edu/education/teaching-resources/life-science/early-life-earth-animal-origins>. Acesso em: 30 maio 2020.
PALMER, D. *Evolução*: a história da vida. Trad. Ana Carolina Nogueira. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

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

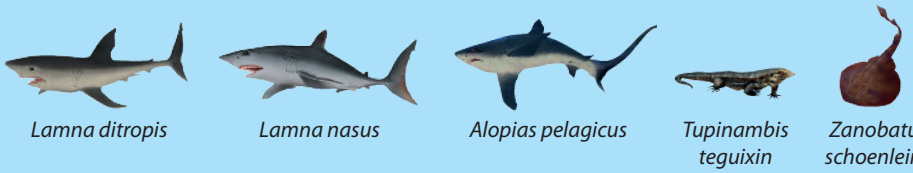
Classificação dos seres vivos

Representação da classificação taxonômica do tubarão-salmão (*Lamna ditropis*), que pode atingir aproximadamente 3 m de comprimento. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

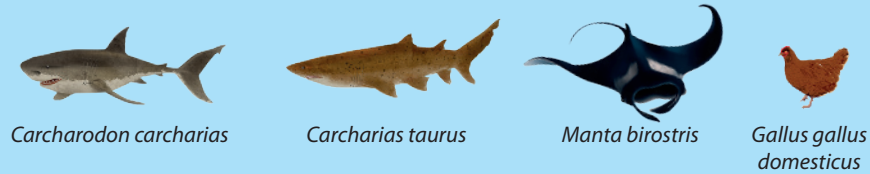
Atualmente, os seres vivos são agrupados em categorias, também chamadas táxons, denominadas domínio, reino, filo, classe, ordem, família, gênero e espécie. Veja a seguir um exemplo dessa classificação.

DOMÍNIO: nível hierárquico mais elevado do sistema taxonômico de classificação científica.

Domínio Eukarya



Lamna ditropis | *Lamna nasus* | *Alopias pelagicus* | *Tupinambis teguixin* | *Zanobatus schoenleinii*



Carcharodon carcharias | *Carcharias taurus* | *Manta birostris* | *Gallus gallus domesticus*

REINO: nível hierárquico composto por diferentes filos.

Branchiostoma lanceolatum | *Petromyzon marinus* | *Oreaster reticulatus* | *Bufo bufo* | *Ascaris lumbricoides*

Exemplo: Reino Animalia.

FILO: nível hierárquico composto por diferentes classes.

Exemplo: Filo Chordata.

CLASSE: nível hierárquico composto por diferentes ordens.

Exemplo: Classe Chondrichthyes.

ORDEM: nível hierárquico composto por diferentes famílias.

Exemplo: Ordem Lamniformes.

FAMÍLIA: nível hierárquico composto por diferentes gêneros.

Exemplo: Família Lamnidae.

GÊNERO: nível hierárquico composto por diferentes espécies.

Exemplo: Gênero *Lamna*.

ESPÉCIE: unidade básica do sistema taxonômico e, geralmente, o menor nível de organização dos seres vivos.

Exemplo: Espécie *Lamna ditropis*, conhecida popularmente como tubarão-salmão.

ILUSTRAÇÕES: ALEXANDRE DE SOUZA

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

MODERNA

Cada táxon engloba um grupo de seres vivos com características semelhantes entre si. Além dessas divisões básicas, os cientistas têm expandido esse sistema de classificação, adicionando níveis e subdividindo outros já existentes para trocar conhecimentos sobre os diferentes grupos de seres vivos. São exemplos: subclasse e subespécie.

Conceito de espécie

De um modo geral, o conceito biológico de espécie formulado pelo geneticista e evolucionista ucraniano Theodosius Dobzhansky (1900-1975) e pelo biólogo alemão Ernst Mayr (1904-2005), sob influência da teoria evolutiva do naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882), é o mais amplamente utilizado. De acordo com esse conceito, espécie é um grupo de organismos semelhantes entre si e capazes de intercruzar em condições naturais, produzindo descendentes férteis. Assim, as espécies são grupos de organismos que possuem compatibilidade reprodutiva entre si, estando isolados reprodutivamente de outros grupos.

Embora esse conceito seja largamente usado, ele possui algumas limitações e não se aplica a fósseis ou espécies de reprodução assexuada. Nesses casos, a identificação das espécies é feita, principalmente, com base em análises morfológicas. Estas, no entanto, não devem ser as únicas consideradas na definição de uma espécie, pois, muitas vezes, indivíduos da mesma espécie podem apresentar alterações nas suas características visíveis, resultantes de mudanças nas condições ambientais, por exemplo.

Nomenclatura binomial

Quando os seres vivos começaram a ser classificados, eram nomeados com termos comuns ou com frases descritivas. No entanto, esse sistema resultava em nomes muito extensos, em repetições e em confusões de nomenclaturas, o que dificultava o fluxo de informações ao redor do mundo.

Atualmente, os seres vivos são nomeados de acordo com o chamado sistema binomial de nomenclatura. De acordo com esse sistema, cada espécie recebe um nome único composto de duas palavras. Esses nomes devem ser escritos em latim e destacados no texto em itálico (*Trichechus inunguis*), em negrito (**Trichechus inunguis**) ou sublinhados separadamente (Trichechus inunguis).

A 1ª palavra do nome científico é chamada epíteto genérico e se refere ao gênero do ser vivo. Ela deve ser escrita com letra inicial maiúscula.

Trichechus inunguis

A 2ª palavra do nome científico é chamada epíteto específico e se refere à espécie do ser vivo. Ela deve ser escrita com letra inicial minúscula.

DOUG PERRINE/MINDEN/FOTOARENA

Peixes-boi-da-amazônia (*Trichechus inunguis*). Essa espécie pode atingir aproximadamente 3 m de comprimento.

Ao ser mencionado pela primeira vez em um texto escrito, o nome científico deve ser grafado na sua forma completa. Da segunda menção em diante, pode ser abreviado. Essa abreviação é composta da primeira letra maiúscula do epíteto genérico com ponto-final, seguido do epíteto específico, o qual não deve ser abreviado. Exemplo: *T. inunguis*. Cada nome científico é único e pode conter informações variadas, como o descobridor da espécie, o local em que ela foi encontrada e as características do ser vivo descrito.

Enfatize que o nome científico é único dentro de um reino. Em alguns casos, um animal e uma planta podem ter, por exemplo, nomes de gênero idênticos, como *Prunella* é um gênero de ave e de planta.

!

Embora o conceito biológico de espécie seja amplamente utilizado, existem outras definições, como o conceito filogenético, que se refere ao menor conjunto possível de organismos que têm um ancestral comum e que são distintos de outros grupos de organismos.

4. Que outras informações, além das características morfológicas, podem ser consideradas para a classificação taxonômica de um ser vivo?

Os estudantes podem citar informações genéticas e características fisiológicas, por exemplo.

5. Qual é a importância desse tipo de nomenclatura para o conhecimento científico?

5. Espera-se que os estudantes reconheçam que esse tipo de nomenclatura possibilita que os animais sejam identificados em todo o mundo e que o conhecimento seja compartilhado de maneira eficiente, evitando confusões, repetições, entre outros problemas que prejudiquem a divulgação e o acesso ao conhecimento científico.

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

MODERNA

Vírus

- O que você sabe a respeito dos vírus? Compartilhe as informações com os colegas.

Resposta no **Suplemento para o professor**.

*Incentive os estudantes a responderem à questão proposta no texto, incluindo informações da questão inicial, visando levantar seus conhecimentos prévios a respeito dos vírus. Aproveite o momento para questioná-los sobre quais são as principais características de um ser vivo (metabolismo, ciclo de vida e capacidade de responder a estímulos ambientes, bem como ser composto de uma ou mais células).

Bacteriófago: vírus que parasita bactérias.

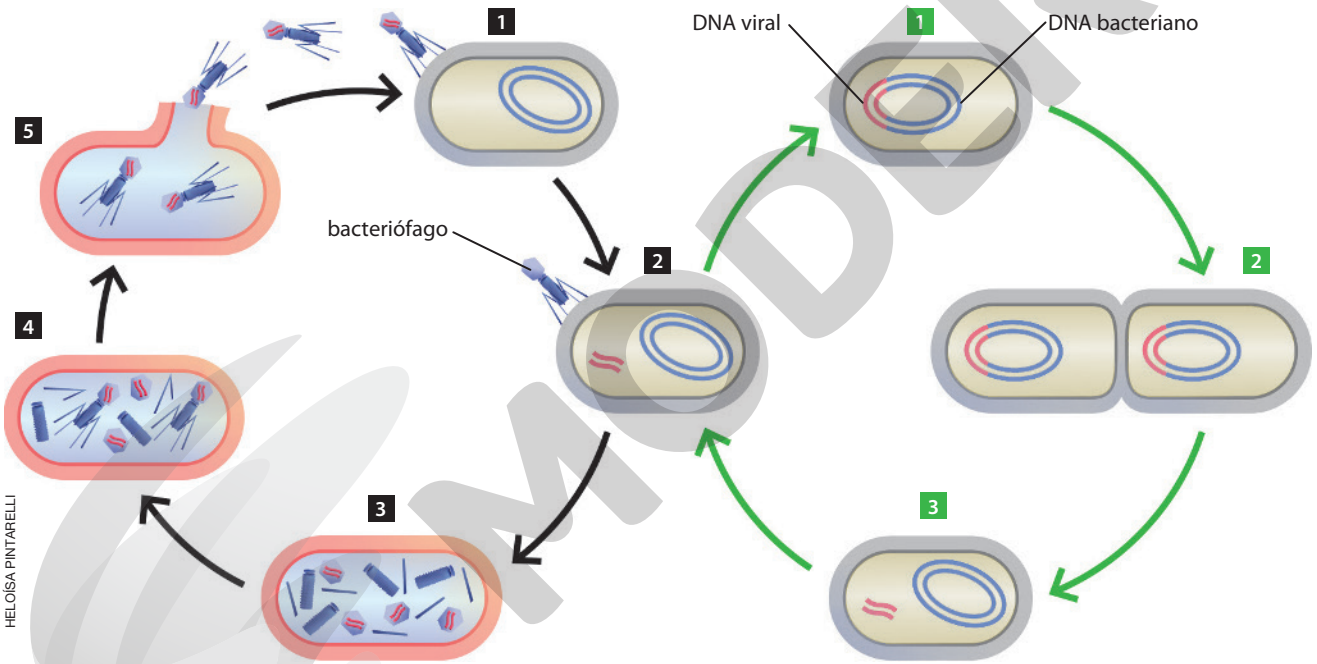
Pandemia: disseminação mundial de uma nova doença.

No final de 2019 o mundo conheceu uma nova doença, a COVID-19, que causou uma pandemia. Em poucos meses, o mundo passou a enfrentar um grave problema de saúde, resultando no colapso dos sistemas de saúde em diversos locais do mundo e na morte de milhares de pessoas. A COVID-19 é causada por algo invisível ao olho humano, o vírus SARS-CoV-2. Os vírus são responsáveis por causar diversas doenças não apenas em seres humanos, mas também em outros seres vivos. Dengue, chikungunya, zika, resfriado, raiva, poliomielite, sarampo e hepatite são algumas delas. Afinal, o que são vírus?*

Ainda hoje, existe um debate no meio científico sobre os vírus serem considerados ou não seres vivos. Isso porque eles apresentam algumas características diferentes dos demais seres vivos. Para se replicarem, os vírus utilizam a maquinaria da célula hospedeira, ou seja, sua multiplicação ocorre apenas quando estão no interior de uma célula viva. Por essa razão, os vírus são considerados parasitas intracelulares obrigatórios.

A replicação, ou seja, a multiplicação dos vírus, acontece em algumas etapas, denominadas aderência, penetração, síntese, maturação e liberação. Essas etapas ocorrem no chamado **ciclo lítico**, no qual várias partículas virais são produzidas e a célula hospedeira é destruída. Dependendo do estímulo recebido do meio, alguns vírus, como bacteriófagos, podem realizar o ciclo **lisogênico**, no qual a célula hospedeira não é destruída após a replicação viral.

Oriente os estudantes a lerem o esquema seguindo as cores, vermelha e azul, e os números, em ordem crescente.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação do ciclo lítico (à esquerda) e do ciclo lisogênico (à direita) de replicação de um bacteriófago. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustração produzida com base em: TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 387.

Ciclo lítico

1. Na **aderência**, o vírus adere à célula hospedeira.
2. Na **penetração**, o bacteriófago introduz o DNA na célula hospedeira.
3. Durante a **síntese**, o DNA viral é replicado pela célula hospedeira, que passa a sintetizar proteínas virais.
4. Na **maturação**, ocorre a formação de mais vírus.
5. Durante a **liberação**, a célula hospedeira se rompe, liberando os vírus.

Ciclo lisogênico

1. Após a aderência e a penetração, o DNA viral se integra ao material genético da célula hospedeira.
2. A célula hospedeira se multiplica e passa a produzir cópias do DNA viral.
3. Após várias divisões da célula hospedeira, o DNA viral pode ser liberado do material genético dessa célula, entrando novamente no ciclo lítico.

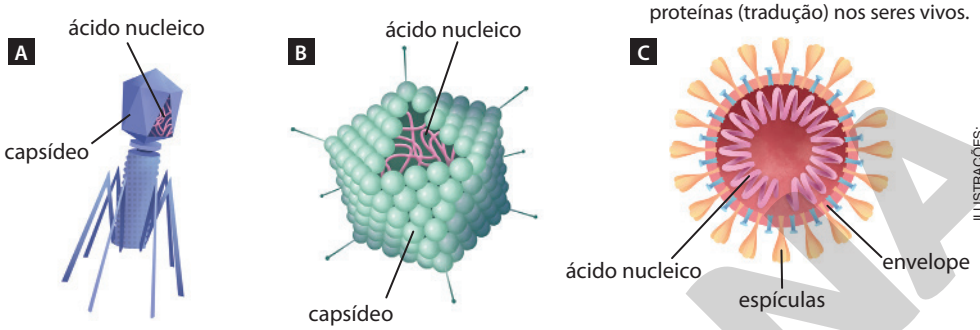
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Os vírus medem entre 12 e 400 nanômetros e, por isso, sua visualização é possível somente com o uso de microscópio eletrônico. A estrutura dos vírus inclui, basicamente, um ácido nucleico (DNA ou RNA) circundado por um envoltório proteico chamado capsídeo. Além disso, alguns vírus apresentam um envelope viral, composto de proteínas e lipídios virais e proteínas provenientes da célula hospedeira, sendo, por isso, chamados vírus envelopados. Alguns vírus apresentam projeções na superfície externa do envoltório, as quais são utilizadas para ancorar o vírus nas células do hospedeiro.

Nanômetro: unidade de medida que corresponde a 10^{-9} ou 0,000000001 metro.

Gene: segmento de material genético, geralmente DNA, utilizado como molde para a formação do RNA (transcrição), o qual por sua vez será utilizado para a produção de proteínas (tradução) nos seres vivos.



Representação da estrutura de vírus não envelopado, conhecido como bacteriófago (**A**); da estrutura de vírus não envelopado, conhecido como papilomavírus (**B**); e da estrutura do vírus envelopado SARS-CoV-2 (**C**). Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Embora os vírus possam causar doenças em praticamente todos os grupos de seres vivos, essa não é a única importância deles. Veja os exemplos a seguir.

O vírus *Baculovirus spodoptera*, por exemplo, é utilizado na produção de um inseticida contra a lagarta-do-cartucho. Esse inseto afeta plantações de sorgo, soja, algodão, hortaliças e, principalmente, de milho. De acordo com estudos, além de causar a morte das lagartas-do-cartucho, esse inseticida não prejudica os predadores naturais da lagarta, não deixa resíduos nos alimentos, não polui o ambiente, entre outras vantagens.

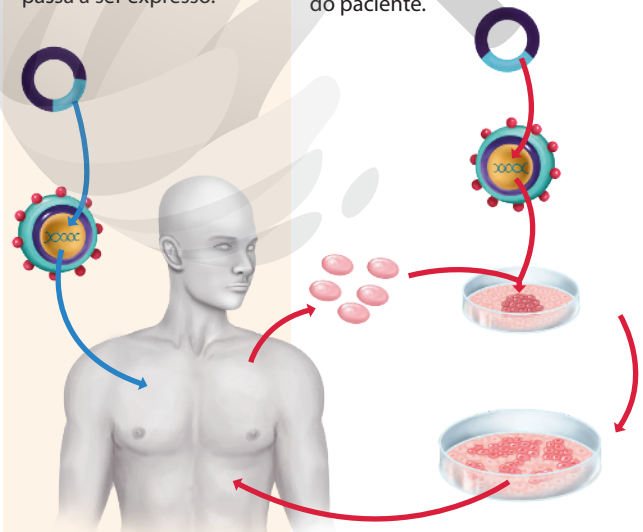
Há também a possibilidade de alguns vírus serem utilizados no tratamento e na cura de determinadas doenças, por meio da chamada terapia gênica. Nessa terapia, genes sadios são inseridos no material genético do paciente, com o auxílio de vírus, visando substituir os genes responsáveis pelo problema de saúde. Para isso, um vírus modificado, que não representa risco à saúde do paciente, é utilizado para transportar e inserir o novo gene na célula do paciente. A terapia gênica pode ser realizada *in vivo* e *ex vivo*. Veja a seguir.

KALE KKM/SHUTTERSTOCK

Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) em folha de milho. Essa espécie pode atingir aproximadamente 2,5 cm de comprimento.

In vivo
Os vírus contendo o gene terapêutico são inoculados diretamente no tecido-alvo. Esse gene é inserido no DNA do paciente, onde passa a ser expresso.

Ex vivo
Células do tecido humano são cultivadas *in vitro* e recebem os vírus contendo o gene terapêutico. Esse gene se insere no DNA da célula, que passa a expressá-lo. As células geneticamente modificadas são reinseridas no corpo do paciente.



DANI MOTA

Representação da terapia gênica sendo realizada *in vivo* (setas azuis) e *ex vivo* (setas vermelhas). Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

a) De que maneira o conhecimento sobre os vírus pode contribuir para a manutenção da saúde da população?

b) É possível afirmar que os vírus representam tanto danos quanto benefícios à sociedade? Argumente sua resposta. Se necessário, complemente-a com uma pesquisa sobre o assunto.

c) Pesquise uma doença viral, considerando modo de transmissão, sintomas e medidas preventivas. Produza um panfleto com essas informações e divulgue-o tanto na comunidade escolar quanto fora dela. Se possível, inclua dados a respeito dessa doença no município em que você vive.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

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

MODERNA

FERNANDO FAVORETTO/CRIAR IMAGEM

Parte do rótulo de iogurte.

Bactérias

Comente com os estudantes que neste capítulo iniciaremos o estudo de alguns grupos de seres vivos: bactérias, fungos, algas e protozoários. Outros grupos de seres vivos serão abordados nos capítulos **5** e **6** desta unidade.

O rótulo de alguns alimentos apresenta informações quanto às condições de armazenamento. Veja ao lado.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

6. Qual é a importância de manter as condições especificadas no rótulo?
7. Em sua opinião, como essa informação pode ser relacionada com as bactérias?
8. Você e seus familiares costumam ler as informações dos rótulos dos alimentos?
9. Qual é a importância do rótulo dos alimentos?

Você pode não enxergar as bactérias a olho nu, mas elas estão por toda parte. No solo, na água (H_2O), no ar, sobre os seres vivos ou no interior deles, nos alimentos e até mesmo em locais considerados inóspitos para a quase totalidade de seres vivos.

As bactérias são seres vivos unicelulares procariontes, de tamanho microscópico e com formatos variados. A célula bacteriana apresenta várias estruturas essenciais para seu crescimento e desenvolvimento. Veja a seguir.

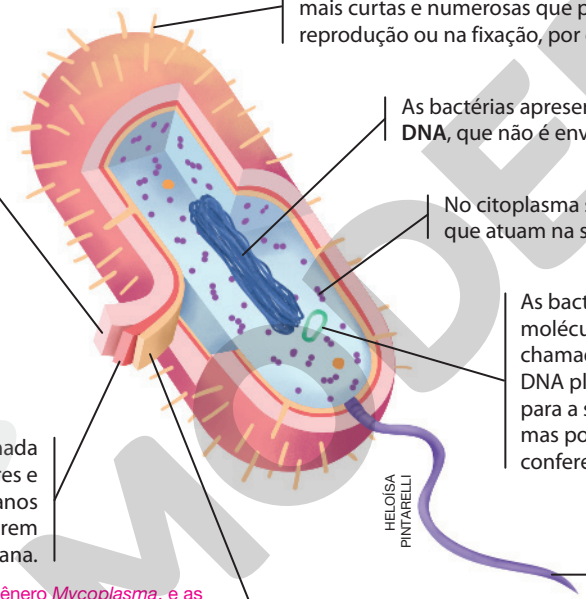
Algumas bactérias são revestidas externamente por uma **cápsula** que permanece ligada à parede. Algumas também podem formar uma camada mucosa ou glicocálice, que não é intimamente ligada à parede celular. Essas estruturas não são essenciais à sobrevivência da célula, mas desempenham importantes papéis, como reservar água e nutrientes, auxiliar na capacidade invasiva, no poder infectante, no aumento da resistência a antibióticos e na aderência à superfície.

Algumas bactérias têm **fímbrias**, estruturas mais curtas e numerosas que podem auxiliar na reprodução ou na fixação, por exemplo.

As bactérias apresentam uma **molécula circular de DNA**, que não é envolta por uma membrana nuclear.

No citoplasma são encontrados os **ribossomos**, que atuam na síntese de proteínas.

As bactérias podem apresentar moléculas circulares menores de DNA, chamadas **plasmídeos**. Os genes do DNA plasmidial não são essenciais para a sobrevivência da bactéria, mas podem apresentar genes que conferem resistência a antibióticos.



HELOÍSA PINTARELLI

A **parede celular**, geralmente*, é formada por moléculas compostas de açúcares e aminoácidos, chamadas peptidioglicanos ou glicopeptídios. Essas moléculas conferem rigidez e proteção à célula bacteriana.

*Os micoplasmas, bactérias pertencentes ao gênero *Mycoplasma*, e as arqueobactérias não apresentam peptidioglicanos na parede celular.

Há bactérias que têm um ou mais **flagelos**, que auxiliam na movimentação da célula.

A **membrana celular** ou membrana plasmática é composta de proteínas imersas em uma bicamada de lipídios. Essa estrutura é responsável por formar uma barreira entre o citoplasma e o meio externo, possibilitando o transporte seletivo de substâncias para dentro e para fora da célula.

Representação da estrutura de uma bactéria em corte. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustração produzida com base em: TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F. *Microbiologia*. 5. ed. São Paulo: Atheneu, 2008. p. 9.

Aminoácido: molécula orgânica da qual são formadas as proteínas.

Biofilme: comunidade microbiana envolta por matriz extracelular e aderida a superfícies.

Trocando ideias

Registre em seu caderno.

A capacidade de aderir a superfícies favorece a formação de biofilmes, que podem causar danos à saúde e a atividades industriais, por exemplo, na indústria de alimentos.

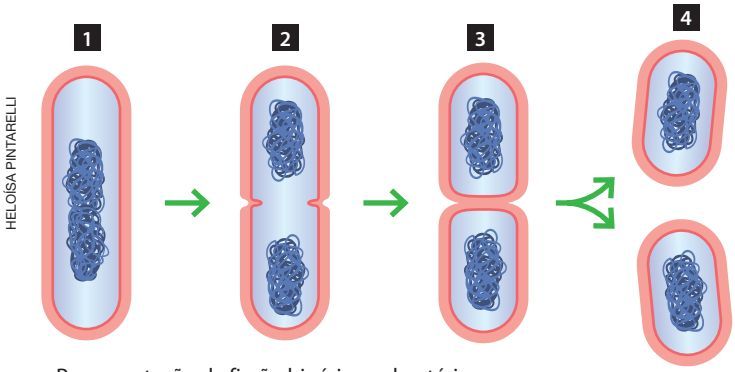
- Pesquisem sobre os biofilmes, listem seus possíveis efeitos na sociedade e proponha medidas que evitem esse tipo de formação microbiana no dia a dia e em atividades industriais.

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.

Em geral, o crescimento bacteriano está relacionado ao aumento no número de células bacterianas. Na maioria das bactérias, o crescimento ocorre por meio de um processo chamado fissão binária. Observe abaixo.

10. O objetivo desta questão é levar os estudantes a analisarem o gráfico e refletirem sobre as informações. Espera-se que eles comentem que, por um período de tempo, o número de células não aumenta (**I**). Em seguida, esse número aumenta rapidamente (**II**) até atingir um estágio estacionário (**III**), após o qual o número de células se reduz, ou seja, elas começam a morrer (**IV**).



HELOÍSA PINTARELLI

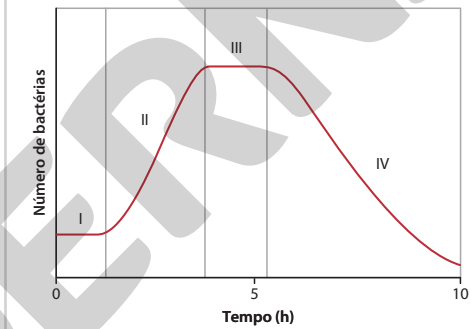
1. Alongamento da célula e replicação do DNA.
2. Início da divisão da parede celular e da membrana plasmática.
3. Formação das paredes em torno do DNA duplicado.
4. Separação das células.

Ilustração produzida com base em: TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 171.

Representação da fissão binária em bactérias. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Muitas situações do nosso dia a dia, como os prejuízos com alimentos e as doenças causadas por bactérias, envolvem a multiplicação de células bacterianas. Para iniciarmos o estudo sobre o crescimento bacteriano, observe o gráfico ao lado.

CRESCIMENTO BACTERIANO



HELOÍSA PINTARELLI

Fonte: TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 172.

10. Observando o gráfico, descreva o crescimento bacteriano.

11. Em sua opinião, por que ocorre a fase IV?

O crescimento de uma população bacteriana pode ser medido por meio de um gráfico, chamado **curva de crescimento**, como é mostrado ao lado. Sua análise possibilita identificar quatro etapas no crescimento bacteriano: fase lag (**I**), fase log (**II**), fase estacionária (**III**) e fase de declínio ou morte celular (**IV**).

Na **fase lag**, observada no início do cultivo, as células apresentam intensa atividade metabólica, mas ainda não se reproduzem. Na **fase log**, as células iniciam o processo de divisão e o aumento do número de células ocorre exponencialmente. Na **fase estacionária**, as células bacterianas param de se multiplicar e, na **fase de declínio** ou morte celular, o número de bactérias mortas ultrapassa o número de células vivas.

11. O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletirem sobre as condições necessárias para o crescimento bacteriano. Eles podem comentar que isso ocorre porque houve restrição de alguma condição necessária para a multiplicação, como disponibilidade de nutrientes.

O tempo necessário para uma célula se dividir é chamado **tempo de geração** e varia de acordo com a espécie. Por exemplo, em condições ideais, a bactéria *Escherichia coli* tem um tempo de geração de 20 minutos. Isso significa que, após esse tempo, duas bactérias são formadas; ao final de 40 minutos, quatro bactérias; ao final de 60 minutos, oito bactérias; ao final de 80 minutos, 16 bactérias; e assim sucessivamente. Dessa forma, após 20 gerações existirão, aproximadamente, 1 000 000 de células.

O tempo de geração está diretamente relacionado à velocidade de crescimento bacteriano e pode sofrer influência de diferentes fatores, como temperatura, pH, aeração do meio, disponibilidade de nutrientes, umidade e salinidade.

Durante a fissão binária, a população bacteriana cresce de forma exponencial, multiplicando-se em uma progressão geométrica de razão 2, ou seja, (1, 2, 4, 8, 16, 32, 64...).

Ao responder à questão sobre a importância da refrigeração para conservar alguns alimentos, possivelmente você comentou que a baixa temperatura dos refrigeradores, cerca de 5 °C, inibe o crescimento de bactérias. Isso ocorre porque as bactérias apresentam temperatura mínima, ótima e máxima de crescimento.

A temperatura ótima refere-se àquela em que as enzimas estão na forma mais ativa e o crescimento das bactérias é mais rápido. Já a temperatura mínima e máxima são, respectivamente, a menor e a maior temperatura na qual a bactéria é capaz de se multiplicar. Abaixo ou acima dessas duas temperaturas, as células bacterianas não multiplicam e podem até morrer. Essas temperaturas variam entre os microrganismos, sendo alguns mais tolerantes a altas temperaturas e outros, a baixas temperaturas.

12. Qual é a importância de ferver os alimentos?

Espera-se que os estudantes comentem que, assim como as baixas temperaturas, a temperatura elevada inibe o crescimento bacteriano. Portanto, durante a fervura, a alta temperatura a que os alimentos são submetidos, além de inibir o crescimento bacteriano, pode causar a morte desses microrganismos.

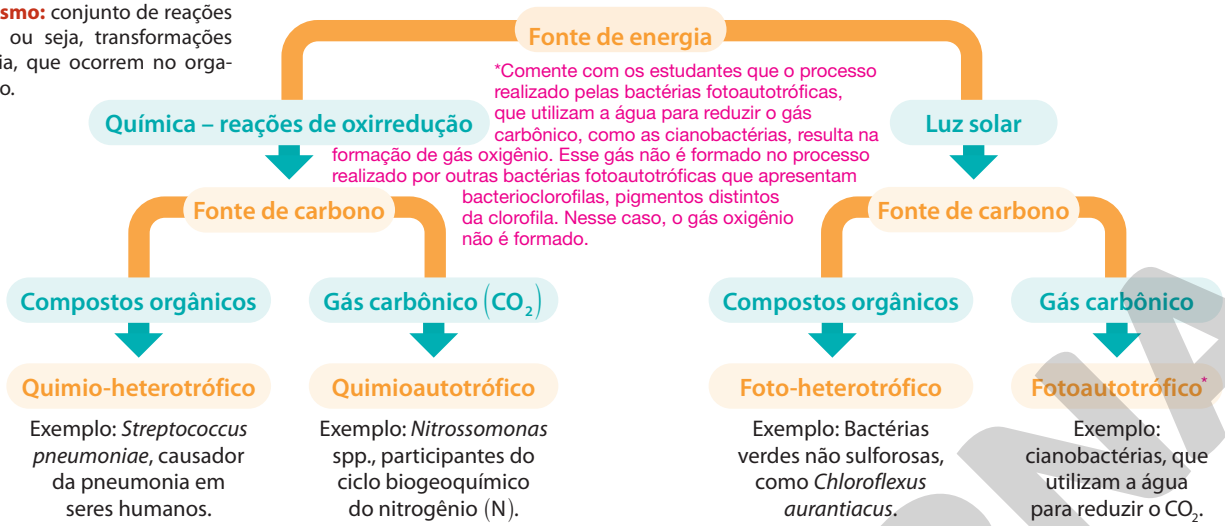
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Meio de cultura: material utilizado em laboratório que apresenta os nutrientes e demais condições necessárias ao crescimento de microrganismos.

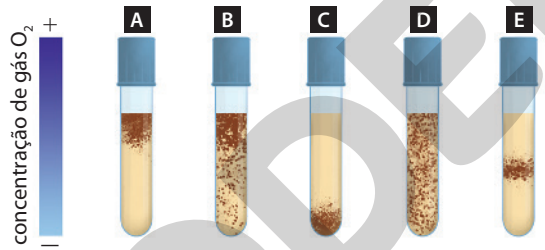
Metabolismo: conjunto de reações químicas, ou seja, transformações da matéria, que ocorrem no organismo vivo.

A disponibilidade de nutrientes, gases e luz solar também pode interferir no crescimento bacteriano. Tal interferência depende do metabolismo da bactéria, que é bastante variável e envolve diferentes tipos de padrões nutricionais, de acordo com a fonte de energia e de carbono (C). Veja a seguir.



*Comente com os estudantes que o processo realizado pelas bactérias fotoautotróficas, que utilizam a água para reduzir o gás carbônico, como as cianobactérias, resulta na formação de gás oxigênio. Esse gás não é formado no processo realizado por outras bactérias fotoautotróficas que apresentam bacterioclorofilas, pigmentos distintos da clorofila. Nesse caso, o gás oxigênio não é formado.

O gás oxigênio também interfere no crescimento bacteriano. Observe o esquema abaixo, que apresenta o crescimento de bactérias em meios de cultura.



HELOÍSA PINTARELLI

Ilustração com base em: TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 162.

Representação do crescimento bacteriano em tubos de ensaio contendo meio de cultura sólido. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

13. Considerando a variação da concentração de gás oxigênio no meio de cultura, descreva o padrão de crescimento bacteriano observado em cada um dos tubos de ensaio acima. Resposta no **Suplemento para o professor**.

Como você pode perceber, a concentração de gás oxigênio no meio de cultura interferiu no crescimento bacteriano. Essa variação é resultado dos diferentes níveis de tolerância das bactérias a esse gás e de sua utilização ou não na respiração. Veja abaixo.

Tubo A - Aeróbicas obrigatórias	Tubo B - Anaeróbicas facultativas	Tubo C - Anaeróbicas obrigatórias	Tubo D - Anaeróbicas aerotolerantes	Tubo E - Microaerófilas
Exigem a presença de gás oxigênio, pois o utilizam em sua respiração.	Desenvolvem-se preferencialmente na presença de gás oxigênio, mas podem se desenvolver na ausência deste gás.	Não utilizam o gás oxigênio em sua respiração e morrem em sua presença.	Não utilizam gás oxigênio em sua respiração, mas podem sobreviver em sua presença.	Exigem a presença de pequenas quantidades de gás oxigênio.

O potencial hidrogeniônico (pH) é outro fator que interfere no crescimento bacteriano. A maioria das bactérias cresce em ambientes neutros, ou seja, nem ácidos nem básicos. Entretanto, existem algumas bactérias que conseguem crescer em ambientes extremamente ácidos ou básicos, como *Acidithiobacillus ferrooxidans* e *Leptospirillum ferrooxidans*, que vivem em águas com pH entre 2 e 3.

O pH se refere à concentração de íons hidrônio (H_3O^+) e hidroxila (OH^-) em um meio. A escala de pH varia de 0 a 14.

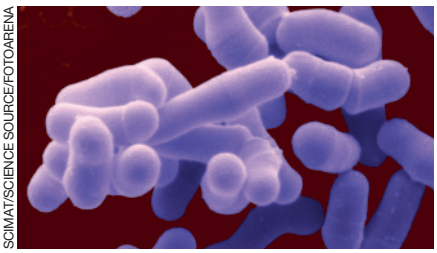
- Meio ácido: pH < 7
- Meio básico ou alcalino: pH > 7
- Meio neutro: pH $= 7$

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

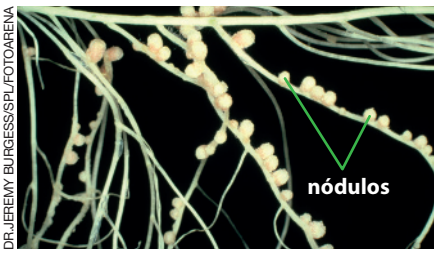
Bactérias, ambiente e outros seres vivos

A variedade metabólica das bactérias possibilita que elas ocupem diversos ambientes na Terra e desempenhem diferentes papéis.

O corpo humano e o de outros seres vivos são povoados por inúmeras bactérias, que podem ser benéficas ou, em determinadas situações, causar prejuízos à saúde. As bactérias também atuam na decomposição da matéria orgânica, auxiliando na ciclagem de nutrientes no ambiente e entre os seres vivos. Há também bactérias que se associam de maneira benéfica com outros seres vivos, auxiliando na absorção de nutrientes do meio.

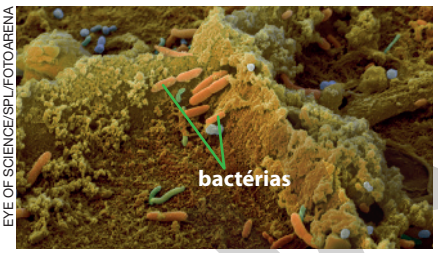

SCIMAT/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

Micrografia de *Bifidobacterium adolescentis* em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 24 000 vezes. Cores artificiais. As bactérias desse gênero fazem parte da flora intestinal humana, onde desempenham diferentes papéis, como evitar a proliferação de bactérias prejudiciais.



DR JEREMY BURGESS/SPL/FOTOARENA

Nódulos em raiz de ervilha *(Pisum sativum).* Aumento aproximado: 1,25 vez. Tais estruturas são formadas pela associação de bactérias, nesse caso *Rhizobium leguminosarum*, nas células das raízes de algumas plantas. Esses microrganismos auxiliam na fixação e absorção do gás nitrogênio (N_2), o qual não pode ser absorvido diretamente do ambiente pelas plantas.

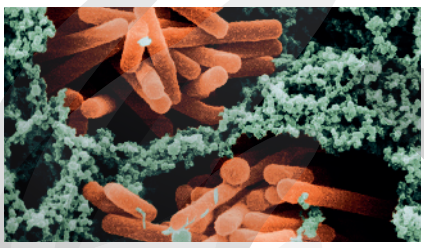


EYE OF SCIENCE/SPL/FOTOARENA

Micrografia de folha em decomposição, em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 1 000 vezes. Cores artificiais. Sobre a folha, é possível identificar diferentes bactérias, que estão entre os principais organismos relacionados à ciclagem de nutrientes nos ambientes.

Os compostos provenientes do metabolismo bacteriano podem ser utilizados nas indústrias alimentícia, cosmética, farmacêutica e na agricultura. Sendo assim, muitos produtos consumidos atualmente são elaborados com a participação de bactérias. Veja os exemplos a seguir.

Na indústria alimentícia, a fermentação láctica, realizada por espécies como *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus,* é empregada na fabricação de queijos e iogurtes.


SCIMAT/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

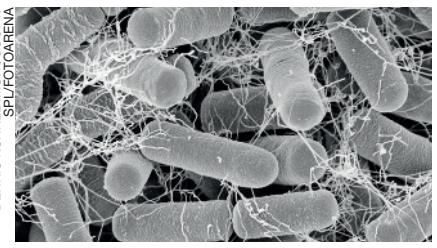
Micrografia de *Lactobacillus bulgaricus* em iogurte em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 7 000 vezes. Cores artificiais.

Na indústria farmacêutica, a bactéria *Escherichia coli*, após ser modificada geneticamente, é empregada na produção da insulina sintética, utilizada por diabéticos. Outras espécies são utilizadas na produção de antibióticos.

DENNIS KUNKEL MICROSCOPY/SPL/FOTOARENA

Micrografia de *Escherichia coli* em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 2 225 vezes. Cores artificiais. Essas bactérias foram isoladas de intestino humano, onde fazem parte da microbiota natural.

A bactéria *Bacillus thuringiensis* é encontrada no solo e pode ser empregada na produção de bioinseticidas, produtos utilizados para o controle de pragas em plantações.


DENNIS KUNKEL MICROSCOPY/SPL/FOTOARENA

Micrografia de *Bacillus thuringiensis* em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 4 000 vezes. Essa espécie produz materiais tóxicos ao sistema digestório dos insetos que prejudicam as plantações.

Os avanços tecnológicos também possibilitam utilizar as bactérias para fins medicinais. A bactéria *Acetobacter xylinum*, por exemplo, encontrada em matéria orgânica em decomposição, produz um tipo de celulose semelhante à das plantas. Esse material pode ser utilizado na produção de películas que podem ser utilizadas na recuperação da pele humana após lesões e antes de transplantes.

Apesar de sua importância ambiental e para outros seres vivos, as bactérias também são responsáveis por causar doenças. A bactéria *Agrobacterium vitis*, por exemplo, contamina o sistema vascular de algumas plantas causando galhas, as quais interferem na distribuição de materiais nos tecidos vegetais.

Fermentação láctica: processo realizado por alguns microrganismos para obter energia dos açúcares, na ausência do gás oxigênio, e que resulta na formação de ácido láctico e gás carbônico.

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

Respostas no **Suplemento para o professor**.

14. Como os protozoários podem ser relacionados com a manchete?

15. Como o desmatamento da Amazônia pode ser relacionado com o aumento de casos dessa doença?

16. O que pode ser feito para reduzir os casos de malária nessas áreas?

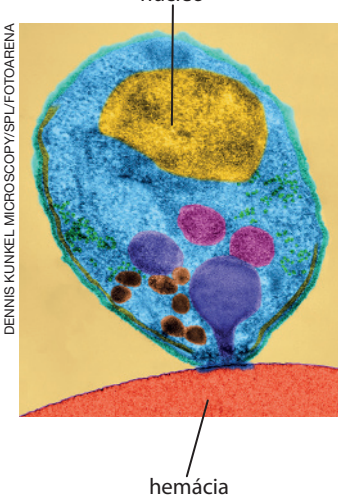
Protozoários

Leia a manchete a seguir, relacionada ao trabalho da pesquisadora Maria Anice Mureb Sallum, da Faculdade de Saúde Pública (FSP) da Universidade de São Paulo (USP). Em seguida, responda às questões.

> **Um quilômetro quadrado desmatado na Amazônia equivale a 27 novos casos de malária**
>
> *Incidência da doença é maior em pequenos focos de desmatamento próximos a assentamentos rurais*
>
> BERNARDES, J. Um quilômetro quadrado desmatado na Amazônia equivale a 27 novos casos de malária. *Jornal da USP*, 28 maio 2018. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-da-saude/um-quilometro-quadrado-desmatado-na-amazonia-equivale-a-27-novos-casos-de-malaria/>. Acesso em: 5 maio 2020.

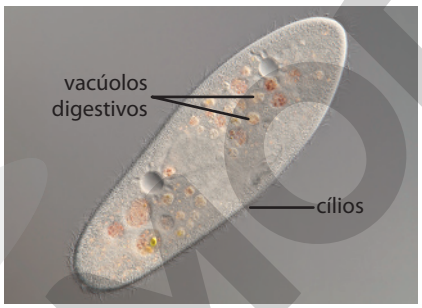
A malária é transmitida aos seres humanos pela picada da fêmea do mosquito do gênero *Anopheles*. Ao se alimentar do sangue de animais, como seres humanos, as fêmeas infectadas transmitem os protozoários *Plasmodium* spp., causadores dessa doença.

Os protozoários são seres vivos unicelulares encontrados no solo, na água ou no interior de outros seres vivos, podendo ser, portanto, tanto espécies de vida livre quanto parasitas de plantas e de animais, como os do gênero *Plasmodium*. A maioria das espécies desses seres vivos realiza respiração aeróbica, ou seja, que utiliza o gás oxigênio para obter energia. Alguns protozoários intestinais, no entanto, são capazes de crescer e se desenvolver na ausência desse gás.



DENNIS KUNKEL MICROSCOPY/SPL/FOTOARENA

Micrografia de merozoíto de *Plasmodium falciparum* em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 5 840 vezes. Cores artificiais. Nesta imagem, o protozoário está iniciando a invasão da hemácia humana, onde se reproduzirá.



GERD GUENTHER/SPL/FOTOARENA

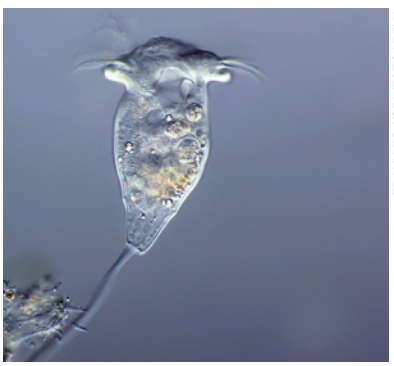
Micrografia de *Paramecium caudatum* em microscópio óptico. Aumento aproximado: 230 vezes.

A maioria dos protozoários é heterotrófica. Nesse caso, eles podem se alimentar de bactérias e partículas em suspensão no meio. O alimento pode ser transportado para o interior da célula através da membrana plasmática ou por meio de estruturas especializadas em sua ingestão. A digestão dos alimentos ingeridos ocorre no interior de estruturas chamadas vacúolos digestivos.

Os protozoários podem ser sésseis, como os do gênero *Vorticella*, ou livres-natantes. Nesse caso, eles podem apresentar estruturas que auxiliam na locomoção, como cílios e flagelos, ou projeções do citoplasma, chamados pseudópodes.

DR DAVID J PATTERSONSPL/FOTOARENA

Micrografia de ameba (*Amoeba proteus*) em microscópio óptico. Aumento aproximado: 16 vezes.


FRANK FOX/SPL/FOTOARENA

Micrografia de *Vorticella* sp. em microscópio óptico. Aumento aproximado: 900 vezes.

A maioria dos protozoários locomove-se por meio de movimentos do citoplasma ou pela ação de estruturas auxiliares, como os cílios e os flagelos. De acordo com a presença ou a ausência dessas estruturas, os protozoários recebem diferentes classificações. Veja essa classificação no **Suplemento para o professor**.

Merozoíto: um dos estágios do ciclo de vida do *Plasmodium* spp., responsável por invadir as células sanguíneas do hospedeiro.

Séssil: algo imóvel, fixo a um substrato.

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

MODERNA

Protozoários, ambiente e outros seres vivos

Além da malária, os protozoários podem causar outras doenças tanto em seres humanos como em plantas e outros animais. As palmeiras, por exemplo, podem ser acometidas pela chamada murcha-de-fitomonas, doença causada por protozoários do gênero *Phytomonas* e que inviabiliza o cultivo dessa espécie. Os sintomas incluem, por exemplo, a queda de frutos imaturos e flores e o apodrecimento de tecidos vasculares e raízes. Esses protozoários são transmitidos por percevejos do gênero *Lincus*.

Resposta no **Suplemento para o professor**.

17. Controlar a população de insetos do gênero *Lincus* pode ser considerada uma medida adequada no combate à murcha-de-fitomonas? Argumente sua resposta.

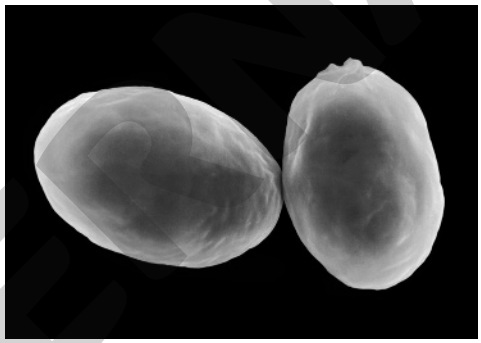
BIOMEDICAL IMAGING UNIT, SOUTHAMPTON GENERAL HOSPITAL/SPL/FOTOARENA

Micrografia de *Phytomonas* sp. em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 2 350 vezes. Cores artificiais. Esse protozoário parasita o sistema vascular das plantas e prejudica a distribuição de nutrientes.

Em condições ambientais adversas, como falta de nutriente e mudanças na temperatura, no pH, na umidade e na disponibilidade de gases, alguns protozoários são capazes de produzir uma estrutura protetora, chamada **cisto**. Essa estrutura resistente protege o protozoário das condições adversas.

Em muitas espécies de protozoários, como *Giardia lamblia*, que parasita o ser humano, o desencistamento ocorre em temperatura em torno de 37 °C e em meio anaeróbico, condições encontradas no corpo humano.

Embora sejam estruturas resistentes, os cistos podem ser destruídos em condições extremas, que variam de acordo com o parasita. Os cistos de *Entamoeba histolytica*, por exemplo, toleram a acidez do estômago, mas são sensíveis a temperaturas acima de 50 °C. Já os cistos de *Giardia lamblia* são destruídos apenas em temperatura superior a 65 °C.



DENNIS KUNKEL MICROSCOPY/SPL/FOTOARENA

Micrografia de cistos de *Giardia lamblia* em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 1 405 vezes. Em parasitas, o cisto é a forma infectante liberada no ambiente pelo hospedeiro.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

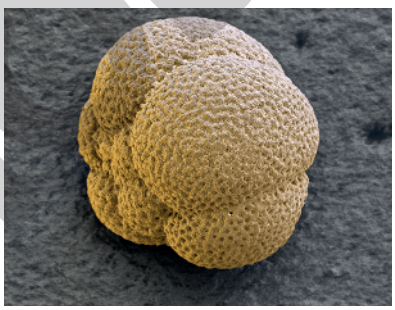
18. A capacidade de formar cisto pode ser considerada um fator que favorece a sobrevivência do protozoário?

19. No caso de espécies parasitas, o cisto pode aumentar a capacidade de infecção? Argumente sua resposta.

20. Os cistos de protozoários parasitas podem contaminar a água e os alimentos consumidos pelos seres humanos. A fervura desses itens pode ser considerada uma medida de prevenção de doenças? Justifique.

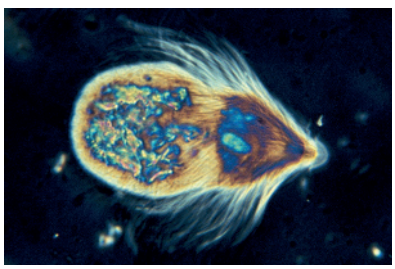
Alguns representantes dos protozoários, como certos foraminíferos, compõem o plâncton, essencial à manutenção dos ambientes aquáticos. Os foraminíferos são protozoários que secretam um tipo de carapaça sobre o corpo, a qual é composta de material orgânico incrustado com minerais, como o carbonato de cálcio ($CaCO_3$).

Além de servir de alimento a diversos seres vivos marinhos, os foraminíferos têm especial importância em estudos evolutivos, uma vez que sua carapaça é bem preservada em registros fósseis. As rochas calcárias são compostas de depósitos de foraminíferos.



EYE OF SCIENCE/SPL/FOTOARENA

Micrografia de foraminífero *Globigerina* sp. em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 110 vezes. Representantes desse gênero datam do período Jurássico.



ERIC GRAVE/PHOTOTAKE/GLOW IMAGES

Micrografia de *Trichonympha* sp. em microscópio óptico. Aumento aproximado: 133 vezes. Cores artificiais. Esse protozoário é encontrado no estômago de insetos, como cupins e baratas.

Embora muitos protozoários possam ser parasitas e causar doenças, existem protozoários que vivem em associação com outros seres vivos, em um tipo de relação em que ambos são beneficiados. Essa relação é observada, por exemplo, em ruminantes e em alguns insetos. Os protozoários vivem no trato gastrointestinal desses animais e atuam, principalmente, na digestão da celulose, um tipo de açúcar que não é digerido pelos animais.

Em ruminantes, como bovinos, são encontrados diferentes tipos de protozoário, como *Entodinium* spp.

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

MODELO

ATIVIDADES

Registre em seu caderno. Respostas das questões **1**, **2** e **4** no **Suplemento para o professor**.

1. Leia o texto abaixo e responda às questões.

A mineração é um processo de extração de minérios de interesse humano, como o cobre (Cu). A extração desse metal do ambiente geralmente é feita por pirometalurgia, um processo que envolve a queima do minério calcopirita, formada por cobre, ferro (Fe) e enxofre (S). Essa queima libera gases poluentes, como monóxido de carbono (CO) e óxido sulfuroso (SO_2). Uma alternativa a esse processo é a biomineração. Nessa técnica, bactérias extremófilas, como *Acidithiobacillus ferrooxidans*, são utilizadas para extrair o minério. *A. ferrooxidans*, por exemplo, é encontrada naturalmente em rochas de calcopirita, onde consome o ferro, necessário ao seu metabolismo. Nesse processo, a bactéria produz o ácido sulfúrico (H_2SO_4), que dissolve os demais elementos componentes da rocha, como o cobre, facilitando sua extração. Essas bactérias são encontradas em rochas contendo ferro, com pH em torno de 2, temperatura aproximada de 30 °C e sais, como fosfato (PO_4^{3-}) e potássio (K^+). A biomineração não envolve a liberação de gases poluentes e é fácil de ser aplicada, o que a torna mais econômica.

a) O que são bactérias extremófilas? Faça uma pesquisa, se necessário.

b) Na biomineração, as bactérias utilizam o CO_2 como fonte de carbono e o ferro como doador de elétrons em reações de oxirredução para obter energia. Qual é a classificação dessas bactérias de acordo com o tipo de metabolismo?

c) Quais são as possíveis vantagens da biomineração?

d) Para a técnica de biomineração ser viável industrialmente, é preciso induzir a multiplicação das bactérias em questão. Que cuidados é preciso ter para possibilitar o crescimento de *A. ferrooxidans*?

2. Observe a tirinha abaixo e, em seguida, responda às questões propostas.

FERNANDO GONSALES

GONSALES, F. *Níquel Náusea*: com mil demônios. São Paulo: Devir, 2002. p. 10.

a) Do que trata a tirinha?

b) Os cupins consomem madeira, material de origem vegetal que contém celulose. No entanto, eles não são capazes de digerir esse açúcar. Como então eles obtêm energia a partir desse carboidrato?

3. **(Unesp-SP)** Quatro espécies de microrganismos unicelulares foram isoladas em laboratório. Para determinar como esses seres vivos obtinham energia, cada espécie foi inserida em um tubo de ensaio transparente contendo água e açúcares como fonte de alimento. Os tubos foram rotulados em **1**, **2**, **3** e **4**, e submetidos ao fornecimento ou não de recursos como gás oxigênio (O_2) e luz. Após certo tempo, verificou-se a sobrevivência ou a morte desses organismos nessas condições.

Recurso		Tubo			
O_2	luz	1	2	3	4
sim	sim	x	√	√	√
sim	não	x	√	√	x
não	sim	√	√	x	√
não	não	√	√	x	x

√ sobreviveram x morreram

Os resultados permitem concluir corretamente que os microorganismos presentes nos tubos **1**, **2**, **3** e **4**, são, respectivamente,

a) anaeróbios obrigatórios, aeróbios, anaeróbios facultativos e fotossintetizantes.

b) aeróbios, fotossintetizantes, anaeróbios obrigatórios e anaeróbios facultativos.

c) anaeróbios facultativos, fotossintetizantes, aeróbios e anaeróbios obrigatórios.

d) anaeróbios facultativos, aeróbios, fotossintetizantes e anaeróbios obrigatórios.

e) anaeróbios obrigatórios, anaeróbios facultativos, aeróbios e fotossintetizantes.

Alternativa **e**.

4. Os quadros abaixo apresentam algumas doenças que podem afetar os seres humanos.

pneumonia **arteriosclerose** **rubéola** **covid-19** **câncer** **gripe** **anemia**

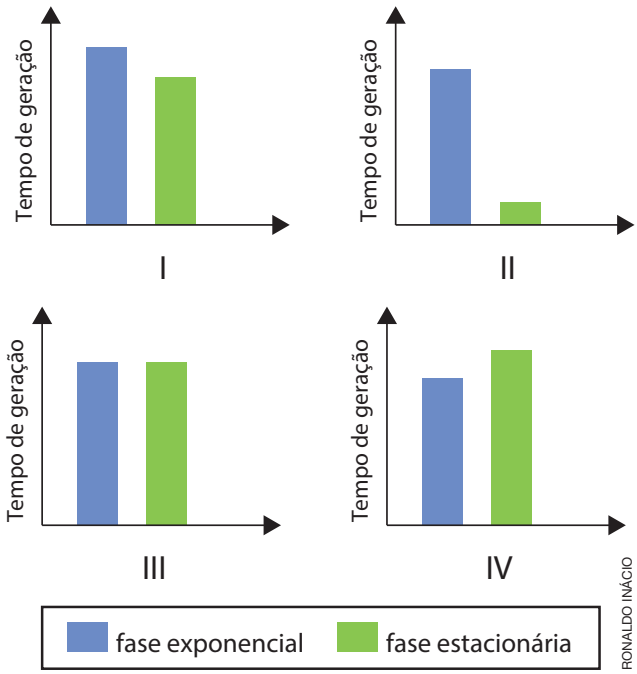
a) Escreva em seu caderno quais dessas doenças são causadas por vírus, quais são causadas por bactérias e quais não são transmissíveis.

b) Conhecer como ocorre a transmissão das doenças é essencial para prevenir e conter sua expansão na população. Argumente essa afirmativa citando um ou mais exemplos.

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

MODERNA

5. Alguns fatores ambientais influenciam o crescimento dos seres vivos. Escreva em seu caderno o número do gráfico que melhor representa o crescimento durante a fase exponencial e durante a fase estacionária de um inóculo de bactéria *E. coli* que foi colocado, experimentalmente, em um meio nutritivo adequado.



RONALDO INÁCIO

Gráfico **IV**.

6. **(Unicamp-SP)** Os estudos desenvolvidos pelo brasileiro Carlos Chagas (1879-1934) o levaram a descobrir o protozoário *Trypanosoma cruzi*, sendo o pesquisador responsável por descrever completamente uma doença infecciosa: o patógeno, o vetor, os hospedeiros, as manifestações clínicas e a epidemiologia. Ações realizadas no controle de vetores ajudaram o Brasil a receber a certificação internacional da interrupção de transmissão vetorial da Doença de Chagas.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

a) Comparando as formas prováveis de transmissão da Doença de Chagas atualmente no país, observa-se que 72% dos casos da doença ocorreram por transmissão oral, 9% por transmissão vetorial e 19% por forma de transmissão não identificada. Explique como pode ocorrer a transmissão do *Trypanosoma cruzi* por via oral e quais são as medidas profiláticas recomendadas para a redução dessa forma de transmissão.

b) Em 2018, pesquisadores descobriram um composto capaz de impedir que o *Trypanosoma cruzi* saísse do intestino do inseto vetor. Além disso, o composto evitou a contaminação dos ovos da fêmea vetor com o *Trypanosoma cruzi* e reduziu a quantidade de ovos. Explique como essa descoberta pode reduzir o ciclo de transmissão da Doença de Chagas.

(Fonte: C. M. Ferreira e outros, Heme crystallization in a Chagas disease vector acts as a redox-protective mechanism to allow insect reproduction and parasite infection. PLOS Neglected Tropical Diseases, San Francisco, v. 12, n. 7, p. e0006661, jul. 2018.)

7. **(Fuvest-SP)**

I) Os seres vivos são constituídos por uma ou mais células.

II) Os seres vivos têm material genético interpretado por um código universal.

III) Quando considerados como populações, os seres vivos se modificam ao longo do tempo.

Admitindo que possuir todas essas características seja requisito obrigatório para ser classificado como "ser vivo", é correto afirmar que

a) os vírus e as bactérias são seres vivos, porque ambos preenchem os requisitos I, II e III.

b) os vírus e as bactérias não são seres vivos, porque ambos não preenchem o requisito I.

c) os vírus não são seres vivos, porque preenchem os requisitos II e III, mas não o requisito I.

d) os vírus não são seres vivos, porque preenchem o requisito III, mas não os requisitos I e II.

e) os vírus não são seres vivos, porque não preenchem os requisitos I, II e III.

Alternativa **c**.

8. **(Unesp-SP)** A amônia (NH_3) é obtida industrialmente pelo processo Haber-Bosch, que consiste na reação química entre o gás nitrogênio proveniente do ar e o gás hidrogênio. O processo ocorre em temperaturas superiores a 500 °C e pressões maiores que 200 atm e pode ser representado pela equação química:

$$N_2(g) + H_2(g) \longrightarrow 2\,NH_3(g)$$

A amônia produzida por esse processo tem como uma de suas aplicações a fabricação de fertilizantes para o aumento da produção agrícola. Na natureza, a amônia também é produzida tendo o ar como fonte de gás nitrogênio, que é assimilado

a) pelo micélio dos fungos filamentosos.

b) pela respiração dos animais invertebrados que vivem no solo.

c) por bactérias no solo e nas raízes de leguminosas.

d) pelo processo de fotossíntese realizado por plantas e algas.

e) pela decomposição dos tecidos dos seres vivos.

Alternativa **c**.

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

MODERNA

SIVAPOOM YAMASAKI/ SHUTTERSTOCK

KARIPHOTO/ SHUTTERSTOCK

Nori e sushi. Essa alga é comumente utilizada na culinária japonesa para a elaboração de sushis, os quais incluem outros ingredientes, como arroz e peixe.

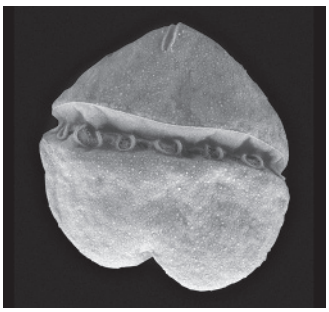
Algas

As algas compõem um grupo formado por diversos filos em que a maioria é capaz de realizar fotossíntese. Podem ser encontradas em ambientes úmidos e aquáticos, como rios, lagos, lagoas e mares, áreas polares, fontes termais, sobre tronco de árvores e em rochas. Seus representantes incluem formas microscópicas e macroscópicas, podendo ser unicelulares ou pluricelulares.

Esse grupo já foi considerado pertencente ao reino das plantas. No entanto, estudos morfológicos e moleculares indicaram que as algas não apresentam, por exemplo, tecidos condutores nem raiz, caule ou folhas.

As algas apresentam diferentes cores e estruturas. Veja a seguir alguns exemplos.

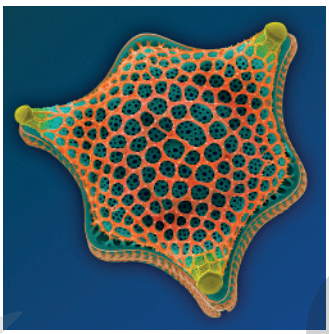
DENNIS KUNKEL MICROSCOPY/ SPL/FOTOARENA



Os **dinoflagelados** são algas unicelulares de vida livre, que possuem dois flagelos para locomoção. A maioria das espécies é marinha e compõe o fitoplâncton nos oceanos. Sua membrana plasmática contém celulose, o que lhes confere rigidez.

Micrografia de *Karenia brevis* em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 1 065 vezes. Essa espécie pode se proliferar intensamente e causar as chamadas marés vermelhas. Além disso, *K. brevis* produz uma toxina que afeta o sistema nervoso de peixes.

DENNIS KUNKEL MICROSCOPY/ SPL/FOTOARENA



As **diatomáceas** são algas unicelulares ou filamentosas que vivem em ambientes de água doce e marinho, como em regiões de mar aberto em áreas temperadas e polares, e compõem o fitoplâncton. A parede celular contém pectina e sílica e é denominada carapaça.

Micrografia de *Triceratium dubium* em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 500 vezes. Cores artificiais.

As **clorófitas** ou algas verdes têm o pigmento clorofila e parede celular composta de celulose e outros polissacarídeos.

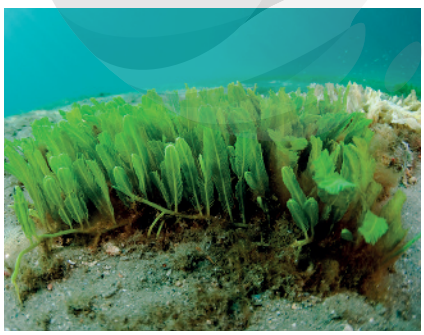
A maioria dessas algas é encontrada em águas continentais e está presente em troncos de árvores, no solo, sob a neve ou associadas a outros seres vivos.

As **feofíceas** ou algas marrons, ou algas pardas têm parede celular de celulose e alginato. Elas possuem os pigmentos clorofila e fucoxantina, que atribui sua cor marrom-escura característica.

Essas algas são macroscópicas e a maioria é encontrada em águas costeiras.

As **rodófitas** ou algas vermelhas têm parede celular constituída de celulose. Os cloroplastos das algas vermelhas apresentam pigmentos chamados ficobilinas, que lhes conferem a cor vermelha característica. Essas algas podem ser encontradas em grandes profundidades.

MICHAEL PATRICK O'NEILL/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

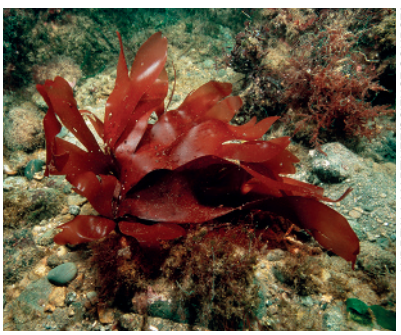


Alga verde *Caulerpa sertularioides*. Essa espécie pode atingir aproximadamente 5 cm de altura.

P. DONNINI/DE AGOSTINI/ALBUM/FOTOARENA

Alga marrom *Dictyota dichotoma*. Essa espécie pode atingir aproximadamente 30 cm de altura.

ANDREW J. MARTINEZ/SCIENCE SOURCE/ FOTOARENA



Alga vermelha *Palmaria palmata*. Essa espécie pode atingir aproximadamente 30 cm de altura.

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

Algas, ambiente e outros seres vivos

As algas podem ser utilizadas pelos seres humanos de diferentes maneiras. Além da culinária, esses seres vivos podem ser utilizados na agricultura.

O ágar é produzido com algas vermelhas e atua como espessante e gelificante de alimentos, sem alterar seu sabor. Outra substância extraída de algas vermelhas é a carragena, utilizada como gelificante, capaz de reter partículas de água e possibilitar a obtenção de diferentes texturas em alimentos. Das algas também é obtido o alginato, substância encontrada na parede celular de algumas algas marrons e utilizada como espessante e estabilizante na indústria alimentícia.

O diatomito, também conhecido como terra de diatomácea, é uma rocha sedimentar formada pela deposição de restos de carapaças das diatomáceas. Essa rocha é leve, porosa e com grande capacidade de absorção. Essas e outras propriedades possibilitam que o diatomito seja utilizado para diversos fins, como filtros, isolante térmico e acústico, na produção de medicamentos, na construção civil e como fonte de sílica. Na agricultura, pode ser utilizado no controle de pragas, como o caruncho, que ataca sementes e grãos armazenados, bem como na aeração do solo.

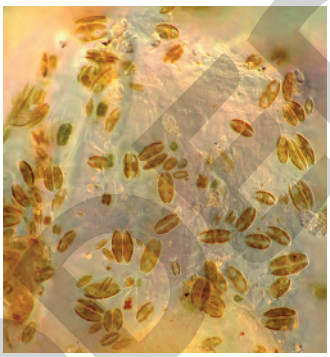
DEPOSITPHOTOS/GLOW IMAGES

Terra de diatomácea. Seu uso no controle de pragas agrícolas é possível porque esse material absorve a cutícula dos insetos, uma camada que envolve o corpo desses animais e evita a perda excessiva de água. Sem essa cobertura, os animais se desidratam e morrem.

1. Qual é a importância da aeração do solo?

Os estudantes podem comentar que a aeração do solo favorece a entrada de água e ar nesse meio, bem como a distribuição de nutrientes, auxiliando no crescimento e desenvolvimento dos vegetais.

As algas, especialmente as diatomáceas, são os principais constituintes do fitoplâncton, desempenhando um papel central na manutenção dos ambientes aquáticos. Isso porque o fitoplâncton é o principal responsável pela produção primária nesses ambientes, além de produzir grande quantidade de gás oxigênio e fixar o gás carbônico.


MAREK MIS/SPL/FOTOARENA

Micrografia de diatomáceas em um grão de areia, em microscópio óptico. Aumento aproximado: 14 vezes. Essa espécie é comumente encontrada no fitoplâncton.

Produção primária se refere à matéria orgânica produzida por organismos autotróficos a partir de compostos inorgânicos.

Fitoplâncton: conjunto de organismos aquáticos microscópicos que realizam fotossíntese e se mantêm flutuando na coluna de água.

Algumas algas também podem se associar a outros seres vivos, como é o caso dos liquens. Essas estruturas são formadas pela associação de fungos a organismos fotossintetizantes, como algas e cianobactérias. Além disso, as algas também podem viver em conjunto com os organismos formadores dos corais.

2. Qual é a importância das algas nessas associações?

As algas, por serem autotróficas, fornecem nutrientes, produzidos por meio da fotossíntese, aos organismos associados.

Apesar de sua importância ao ambiente e a outros seres vivos, as algas também podem causar prejuízos a alguns seres vivos.

O aumento na concentração de material orgânico no ambiente, por exemplo, resulta na proliferação excessiva de algas, fenômeno chamado **floração** ou florescência. A rápida proliferação das populações de dinoflagelados em ambientes costeiros resulta na chamada maré vermelha, pois a água do mar passa a apresentar uma coloração vermelha ou marrom, resultante dos pigmentos característicos dessas algas.

Essas algas produzem toxinas que são liberadas no oceano, causando a morte de muitos peixes por intoxicação ou entupimento das brânquias, além de se acumularem nos tecidos do corpo dos mariscos.

GRIGORIS SIAMIDIS/NURPHOTO/ZUMA PRESS/FOTOARENA

Maré vermelha em Tessalônica, Grécia (2019).

3. Que atividades humanas podem estar relacionadas à adição de matéria orgânica aos ambientes aquáticos?

Os estudantes podem citar o descarte inadequado de esgoto e dejetos industriais no ambiente aquático.

4. Como o ser humano pode ser prejudicado pelo fenômeno da maré vermelha?

Os estudantes podem comentar que o ser humano pode ser prejudicado diretamente, ao ingerir animais aquáticos contaminados com as toxinas das algas, ou indiretamente, uma vez que a morte de animais como peixes e mariscos prejudica a disponibilidade de alimentos. Além disso, caso a pesca e a coleta de mariscos, por exemplo, sejam a fonte de renda das famílias, o prejuízo também seria financeiro.

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

MODERNA

Fungos

Observe as fotografias a seguir e responda às questões.

5. Como as situações apresentadas ao lado podem ser relacionadas entre si?

6. O bolor é um tipo de fungo. Por que ele se desenvolve sobre o pão, por exemplo?

5. Ambas as situações envolvem fungos. Na imagem **A**, o fungo está degradando o pão. Já na imagem **B**, os fungos foram utilizados para produzir o etanol, que está abastecendo o veículo.

6. Espera-se que os estudantes respondam que os fungos se desenvolvem sobre o pão porque o utilizam como fonte de nutrientes, tendo em vista que são organismos heterotróficos.

A

HORIA BOGDAN/SHUTTERSTOCK

Pão embolorado.

B

LUCAS LACAZ RUIZ/FUTURA PRESS

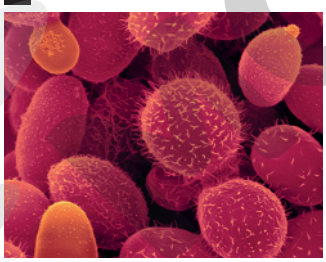
Veículo sendo abastecido com etanol (CH_3CH_2OH) no município de São José dos Campos, São Paulo (2017).

Os fungos estão presentes em diversas situações do nosso dia a dia, como nas apresentadas acima, e em diferentes locais do ambiente, inclusive em outros seres vivos. Durante muito tempo, os fungos foram considerados plantas, pois apresentam parede celular, assim como as células vegetais. Porém, enquanto as plantas apresentam celulose nas paredes de suas células, os fungos apresentam quitina. Esse açúcar é insolúvel em água e confere rigidez e resistência às células fúngicas. Além disso, enquanto as plantas armazenam amido em suas células, os fungos armazenam principalmente glicogênio.

Os fungos são eucariontes, podem ser unicelulares ou pluricelulares e não formam tecidos verdadeiros. Os representantes unicelulares são chamados leveduras e seu formato é esférico ou oval (imagem **A**). Já aqueles compostos de mais de uma célula são denominados fungos filamentosos (imagem **B**). Os fungos pluricelulares formam filamentos denominados hifas. Em condições adequadas, essas hifas se desenvolvem e formam um conjunto denominado micélio.

Há também espécies que apresentam ambas as formas, de levedura e de filamentos (imagem **C**). De maneira geral, essa mudança morfológica ocorre devido a variações nas condições ambientes. Em *Candida albicans*, por exemplo, tal mudança ocorre por causa das variações de temperatura e de pH. Já no caso do fungo *Mucor rouxii*, as variações de concentração de gás carbônico causam essa mudança morfológica.

A



DENNIS KUNKEL MICROSCOPY/SPL/FOTOARENA

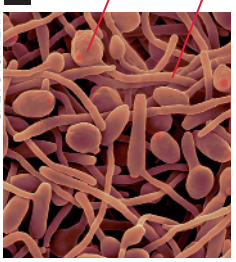
Micrografia de *Cryptococcus festucosus* em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 2 000 vezes. Cores artificiais. A maioria das espécies desse gênero é encontrada no solo, como *C. albidus* e *C. laurentis*, e alguns podem causar doenças nos seres humanos, como *C. neoformans*.

B

GREGORY DIMIJIAN/SPL/FOTOARENA

Fungo *Rhizopus nigricans* em pão embolorado. O esporângio é a estrutura no interior da qual ocorre a formação dos esporos. Em condições favoráveis, como de temperatura e umidade, tais esporos se desenvolvem e dão origem a um novo indivíduo.

C



DENNIS KUNKEL MICROSCOPY/SPL/FOTOARENA

Micrografia de *Candida albicans* em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 800 vezes. Cores artificiais. Esse fungo é dimórfico e causa a candidíase em seres humanos.

ELAN HAVRILYUK/SHUTTERSTOCK

Fungo crescendo em geleia. Alimentos com maior quantidade de água são favoráveis ao desenvolvimento de fungos.

Em geral, os fungos crescem em ambientes com umidade elevada e baixa luminosidade. No entanto, existem espécies capazes de se desenvolver em substratos com pouca umidade. Assim como as bactérias, existem espécies de fungos que suportam temperaturas bastante altas ou baixas. No entanto, em geral, as espécies patogênicas apresentam temperatura ótima de crescimento entre 20 °C e 30 °C. O pH do meio também interfere no desenvolvimento dos fungos. Geralmente, os fungos se desenvolvem melhor em ambientes pouco ácidos, com pH em torno de 5.

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

Fungos, ambiente e outros seres vivos

7. O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletirem sobre a importância da decomposição para o ambiente e outros seres vivos. Espera-se que eles comentem que esse processo disponibiliza no ambiente os materiais constituintes da matéria orgânica. Outros seres vivos, como as plantas, absorvem e fixam os nutrientes disponíveis no ambiente, possibilitando que eles sejam transferidos a outros seres vivos por meio da alimentação.

Os fungos se relacionam com outros seres vivos de diferentes maneiras. Muitas dessas relações podem ser prejudiciais, causando doenças. No entanto, os fungos também desempenham papéis essenciais ao ambiente e a outros seres vivos, inclusive aos seres humanos.

Provavelmente, você já observou alguma imagem semelhante à apresentada ao lado. Os fungos são seres vivos heterotróficos que obtêm os nutrientes de que necessitam de diferentes fontes. Alguns absorvem os nutrientes de matéria orgânica viva, causando-lhe doenças, por exemplo. Outros, alimentam-se de matéria orgânica morta, desempenhando um papel essencial na ciclagem de nutrientes no ambiente.

JOERG BEUGE/SHUTTERSTOCK

Morango em decomposição. Algumas espécies fúngicas são capazes, inclusive, de decompor materiais resistentes, como a lignina presente na parede celular de plantas.

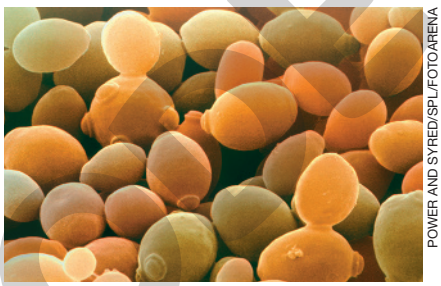
7. Por que podemos afirmar que a decomposição possibilita a ciclagem da matéria no ambiente?

8. Os pés são partes do corpo humano que podem transpirar bastante, e o uso de calçados fechados associado ao suor também tornam o ambiente propício ao desenvolvimento de fungos, pois é úmido e quente, ou seja, ideal para a proliferação desses seres vivos.

O ser humano se relaciona com os fungos de diferentes maneiras. Algumas espécies podem causar doenças, como a micose. Outras, no entanto, são utilizadas em diferentes tipos de indústrias, como a farmacêutica e a alimentícia. Nesse caso, além de algumas espécies poderem ser consumidas diretamente, como o *champignon*, o *shiitake* e o *shimeji*, os fungos também são utilizados na produção de alimentos, como os queijos.

8. Um problema comum causado por fungos é o pé de atleta, enfermidade que afeta os pés humanos. Por que os pés são um ambiente propício ao desenvolvimento desses seres vivos?

Embora a maioria dos fungos seja aeróbica, as leveduras são, em sua maioria, anaeróbicas facultativas, as quais realizam a chamada fermentação alcoólica. Esse processo possibilita o uso de fungos, por exemplo, na fabricação de bebidas e combustíveis, como o etanol, bem como em fermento biológico para a produção de pães.



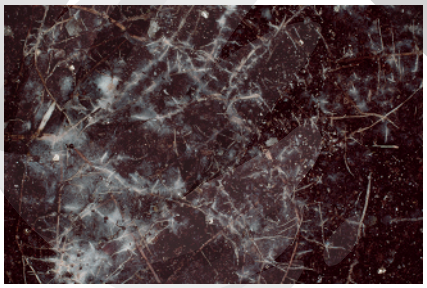
POWER AND SYRED/SPL/FOTOARENA

Micrografia de *Saccharomyces cerevisiae* em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 4 000 vezes. Cores artificiais. Essa espécie é amplamente utilizada na produção do etanol e de bebidas alcoólicas.

!

A fermentação alcoólica é um processo no qual açúcares, como a glicose $(C_6H_{12}O_6)$, são convertidos em energia. Como resultado desse processo são formados gás carbônico e álcool etílico.

Embora algumas espécies possam causar doenças, existem também aquelas que se relacionam de maneira benéfica com outros seres vivos, como é o caso das micorrizas e dos liquens.



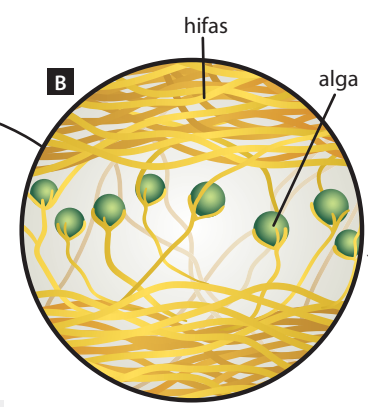
DR JEREMY BURGESS/SPL/FOTOARENA

Micorrizas em raiz de morangueiro (*Arbutus unedo*).

Os fungos podem viver em associação com raízes de algumas plantas, formando micorrizas. Eles absorvem água e sais minerais do solo, os quais ficam disponíveis para as plantas. Essas, por meio da fotossíntese, fornecem energia aos fungos.

PHROMPHAYONG VIGATOR/SHUTTERSTOCK

Os liquens são uma associação entre fungos e algas verdes unicelulares. Enquanto os fungos fornecem substrato e protegem as algas contra a dessecação, essas realizam a fotossíntese, cujos produtos são utilizados pelos fungos. Nessa relação, ambos dependem um do outro para sobreviver.



HELOÍSA PINTARELLI

Liquens no tronco de uma árvore (**A**) e representação da associação do fungo com as algas (**B**). Imagem **B** sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustração produzida com base em: RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. p. 9.

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

Respostas e orientações no **Suplemento para o professor**.

Alimentos contaminados

Contextualização

MICROGEN/SHUTTERSTOCK

Profissional inspecionando carne vermelha em laboratório. A fiscalização da qualidade do alimento é realizada por diferentes órgãos, como a Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, sigla em inglês), mais de 600 milhões de pessoas adoecem por ano em consequência do consumo de alimentos contaminados por microrganismos, toxinas ou produtos químicos.

As doenças adquiridas pela ingestão de alimentos contaminados são comumente chamadas de intoxicação alimentar. Em geral, as pessoas contaminadas por microrganismos, ou pelas toxinas produzidas por eles, podem apresentar sintomas como: náusea, vômito, diarreia, febre e calafrios.

a) De que maneira pode ocorrer a contaminação dos alimentos?

b) Como a temperatura pode influenciar na contaminação dos alimentos?

c) Qual alimento dura mais tempo armazenado sem que ocorra contaminação e deterioração: alimentos *in natura* ou em conserva? Por quê?

Orientações

Junte-se a cinco colegas e encontrem uma maneira de investigar as hipóteses que vocês levantaram com as questões anteriores.

- O que vamos observar com a investigação?
- Como faremos essa investigação?
- Que fatores contribuem para o crescimento de microrganismos, como bactérias e fungos?
- Quais componentes auxiliam na conservação de determinados alimentos enlatados e em conservas caseiras?
- Quais materiais podem ser utilizados na investigação?
- Quais cuidados devemos ter durante a investigação?
- Em que local devemos realizar a investigação? Onde devemos manter o experimento após montá-lo?
- De que maneira vamos organizar os dados observados?
- O que devemos fazer com os materiais após a investigação?

Executem essa investigação propondo soluções para os possíveis problemas que surgirem durante a realização das etapas. Registrem todas as etapas dessa investigação com uma câmera fotográfica.

Análise e divulgação dos dados

As fotografias que vocês registrarem serão utilizadas em um *banner*, item de divulgação comum no meio científico. Confeccionem o *banner* com um programa de computador a fim de editar as dimensões e formatações da página e inserir textos e elementos gráficos. Nele, devem constar o objetivo dessa investigação, as hipóteses levantadas, os materiais utilizados, os resultados obtidos, as discussões entre os colegas e as conclusões a que chegaram após a análise dos resultados, relacionando-as a atitudes cotidianas.

1. Avalie suas respostas às questões do início da atividade com base nos resultados que vocês observaram. Vocês precisam alterar ou complementar alguma(s) resposta(s)? Qual(is)?
2. O que vocês fizeram para verificar a influência da temperatura no crescimento de fungos e bactérias nos alimentos?
3. O que vocês fizeram para constatar qual alimento, *in natura* ou em conserva, dura mais tempo armazenado, sem que ocorra contaminação e deterioração?
4. Como vocês explicariam os resultados obtidos nesse experimento?
5. O que vocês concluíram com essa atividade?
6. Como os resultados obtidos nessa investigação podem ser aplicados em seu dia a dia?

MODERNA

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. Leia o trecho do texto a seguir e responda às questões propostas.

Liquens são usados como biomonitores de poluição em Porto Alegre

Uma equipe de pesquisadoras brasileiras usou duas espécies de liquens como ferramenta para avaliar a qualidade do ar da área urbana de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul. O estudo, divulgado em janeiro de 2012, na publicação científica *Environmental Pollution*, avaliou as alterações causadas pela poluição na fisiologia e na morfologia de exemplares de *Parmotrema tinctorum* e de *Teloschistes exilis*. Nesses organismos, [...] foram detectados metais pesados como cádmio, mercúrio, zinco e chumbo, além de enxofre, resultado da queima de combustíveis fósseis e prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. Os liquens são usados como biomonitores principalmente em países europeus e nos Estados Unidos. [...]

DINIZ, I. N. Liquens são usados como biomonitores de poluição em Porto Alegre. *Pesquisa Fapesp*, 29 fev. 2012. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/liquens-s%C3%A3o-usados-como-biomonitores-de-polui%C3%A7%C3%A3o-em-porto-alegre/>. Acesso em: 5 maio 2020. © Ísis Nóbile Diniz/Pesquisa FAPESP

a) O que são liquens?

b) Segundo o texto, qual é o papel dos liquens no monitoramento da poluição urbana?

c) Pesquise por que os liquens são sensíveis à poluição ambiental.

d) Por que os liquens são pouco comuns ou ausentes em áreas com poluentes atmosféricos?

2. Leia a manchete a seguir.

Aumento da temperatura dos oceanos já destruiu 90% de espécie de coral no sul da Bahia

Segundo pesquisadores do projeto Coral Vivo, os corais estão sofrendo com estresse e processo de branqueamento.

Bahia Rural. Aumento da temperatura dos oceanos já destruiu 90% de espécie de coral no sul da Bahia. *G1*, 8 set. 2019. Bahia. Disponível em: <https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2019/09/08/aumento-da-temperatura-dos-oceanos-ja-destruiu-90percent-de-especie-de-coral-no-sul-da-bahia.ghtml>. Acesso em: 5 maio 2020.

a) O que é o branqueamento dos corais?

b) Qual é a importância das algas para os corais?

c) Quais são os possíveis efeitos ambientais do branqueamento dos corais?

3. Alguns fungos produzem substâncias tóxicas que, se forem ingeridas, podem causar várias complicações à saúde humana. O cogumelo *Amanita phalloides*, por exemplo, produz toxinas capazes de matar um indivíduo que ingerir um único cogumelo.

TOMASZ CZADOWSKI/SHUTTERSTOCK

Cogumelo (*Amanita phalloides*). Essa espécie pode atingir aproximadamente 15 cm de altura.

- Sabendo que alguns cogumelos podem ser consumidos pelos seres humanos, que cuidado devemos ter para evitarmos danos à saúde?

4. **(Fuvest-SP)** No grupo dos fungos, são conhecidas perto de 100 mil espécies. Esse grupo tão diverso inclui espécies que

a) são sapróbias, fundamentais na ciclagem dos nutrientes, pois sintetizam açúcares a partir do dióxido de carbono do ar.

b) são parasitas, procariontes heterotróficos que absorvem compostos orgânicos produzidos pelos organismos hospedeiros.

c) são comestíveis, pertencentes a um grupo de fungos primitivos que não formam corpos de frutificação.

d) formam, com as raízes de plantas, associações chamadas micorrizas, mutuamente benéficas, pela troca de nutrientes.

e) realizam respiração, na presença de oxigênio, e fotossíntese, na ausência desse gás, sendo, portanto, anaeróbias facultativas.

Alternativa **d**.

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

MOD

5. **(UFSC-SC)** Os seres humanos desenvolveram uma sociedade baseada na utilização de combustíveis fósseis, entre eles o carvão. O acúmulo de matéria orgânica vegetal, ocorrido no período Carbonífero há 300 milhões de anos, gerou as reservas de carvão hoje exploradas. Porém, este processo de acúmulo não mais aconteceu em função do surgimento dos fungos, seres vivos capazes de degradar lignina e celulose.

Considerando o exposto acima, encontre a(s) proposição(ões) **CORRETA(S)** e escreva a soma delas em seu caderno.

01) Os fungos são seres heterótrofos que apresentam parede celular composta de quitina, característica compartilhada por algumas espécies de algas unicelulares.

02) Juntamente com as bactérias, os fungos compõem um grupo de seres vivos decompositores da matéria orgânica e responsáveis pela ciclagem dos nutrientes na cadeia trófica.

04) Alguns fungos podem ser encontrados em associações simbióticas com outros organismos. A associação de fungos com plantas forma as micorrizas e a de fungos com algas, os liquens.

08) As leveduras são fungos unicelulares capazes de realizar a fermentação, processo bioquímico utilizado na produção de alimentos como o iogurte.

16) A lignina e a celulose são moléculas encontradas principalmente no citoplasma de células vegetais.

Soma: 02 + 04 = 06

6. A questão anterior cita que o surgimento dos fungos na Terra prejudicou a formação de reservas de matéria orgânica, usadas atualmente para produzir combustíveis fósseis. No entanto, esses seres vivos também possibilitam a produção de combustíveis. Essa afirmativa está correta? Justifique sua resposta.

7. Leia o trecho do texto a seguir. Respostas no **Suplemento para o professor**.

> No Brasil, de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a giberela, doença causada por um fungo, tem se tornado uma preocupação para os produtores de trigo, principalmente no estado do Rio Grande do Sul. A giberela é observada, principalmente, a partir do espigamento do trigo, que na região Sul do Brasil ocorre na primavera. No entanto, a epidemia dessa doença, em geral, acontece nos anos em que essa estação é caracterizada por aumento da precipitação pluvial e consecutivas horas de temperaturas entre 20 e 25 °C.

a) Como é feito o controle da giberela nos cultivos de trigo?

b) Explique de que maneira os fatores ambientais, citados no texto, favorecem a ocorrência de giberela nas lavouras de trigo.

c) Faça uma pesquisa para responder as questões a seguir.

- Qual é o nome científico do fungo causador da giberela?
- Quais prejuízos a giberela causa para a agricultura?
- O consumo de trigo contaminado pelo fungo causador da giberela pode ser prejudicial para a saúde do ser humano e de outros animais? Explique.

d) Que condições ambientais, além das citadas no enunciado da atividade, favorecem o crescimento de fungos em determinado ambiente?

8. Leia a manchete a seguir.

> **Fungo e bactéria geram biocombustível mais próximo da gasolina que o etanol**
>
> Fungo e bactéria geram biocombustível mais próximo da gasolina que o etanol. *UOL*, 28 ago. 2013. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2013/08/28/fungo-e-bacteria-geram-biocombustivel-mais-proximo-da-gasolina-que-o-etanol.htm>. Acesso em: 14 maio 2020.

O estudo a que se refere a manchete foi realizado na Universidade de Michigan, Estados Unidos. Nele, o fungo filamentoso *Trichoderma reesei* e a bactéria *Escherichia coli* foram colocados em um biorreator com folhas de milho. A ação desses microrganismos na matéria orgânica resultou no álcool isobutanol, um tipo de biocombustível cuja queima fornece mais energia que o etanol.

a) Qual é o processo realizado pelos microrganismos que resultou na formação do isobutanol com base na matéria orgânica, mais especificamente o açúcar glicose?

b) Diferencie fungos de bactérias.

c) O que são biocombustíveis?

d) O Brasil faz uso de biocombustíveis? Em caso afirmativo, cite quais e como são produzidos.

e) Por que é importante incentivar pesquisas científicas que visem ao desenvolvimento de biocombustíveis?

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

MODERNA

6. Espera-se que os estudantes respondam que sim, pois os fungos, mais especificamente as leveduras, atuam na produção do etanol, um tipo de combustível utilizado pelo ser humano. Nessa produção, as leveduras, como a *Saccharomyces cerevisiae*, fermentam a matéria orgânica e geram energia e gás carbônico.

CAPÍTULO

5

Diversidade de seres vivos II

1. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do assunto, bem como levá-los a refletir a respeito. A importância das plantas muitas vezes é subestimada ou compreendida de modo incompleto ou incoerente. Sendo assim, espera-se que os estudantes reconheçam que as plantas são essenciais para a manutenção da vida na Terra, inclusive para outros setores da sociedade, como a economia e a cultura.

Plantas

Leia a manchete e responda à questão proposta.

O que aconteceria se todas as árvores do mundo desaparecessem?

NUWER, R. O que aconteceria se todas as árvores do mundo desaparecessem? *BBC Brasil*, 6 out. 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-49803459>. Acesso em: 8 maio 2020.

A pergunta da manchete ao lado pode parecer simples. No entanto, ela nos leva a refletir sobre a real importância das plantas, não apenas para nós seres humanos, mas também para todas as demais formas de vida da Terra. Além das árvores, todos os outros tipos de plantas desempenham um papel fundamental na manutenção e no equilíbrio dos ecossistemas e, consequentemente, de toda a vida do planeta em que vivemos. Aliás, essa importância não se refere somente aos dias atuais, como também ao passado e ao futuro da vida na Terra.

1. Como você responderia à questão proposta na manchete? Converse com os colegas sobre esse assunto.

Alterações climáticas, interferências no ciclo hidrológico e nas cadeias alimentares, colapso na produção de alimentos, prejuízos à saúde, danos ao solo, ao ar e à água e extinção em massa. Esses são alguns dos possíveis efeitos relacionados à eliminação das plantas dos ambientes.

Durante grande parte dos 4,6 bilhões de anos da Terra, a superfície dos continentes foi praticamente desprovida de seres vivos. Somente nos últimos 500 milhões de anos os seres vivos, como plantas e, mais recentemente, fungos e animais, passaram a viver no ambiente terrestre. Aliás, a ocupação desses ambientes por inúmeros grupos de seres vivos, como os mamíferos, foi possível graças às plantas. Isso porque, ao povoar o ambiente terrestre, as plantas alteraram o ar atmosférico e o clima e possibilitaram a formação dos solos, por exemplo.

Portanto, não resta dúvidas sobre a importância das plantas para a vida na Terra, e conservá-las é indiscutível e essencial. Nesse cenário, é preciso conhecer esses seres vivos, bem como as condições favoráveis e limitantes à sua existência. Veja a seguir as características gerais das plantas.

Árvore: termo popularmente usado para se referir a um vegetal lenhoso, ou seja, que produz madeira, e que geralmente apresenta um único eixo caulinar ou tronco.

Embrião: estrutura multicelular diploide envolta por tecido parental, que protege a nova planta em desenvolvimento.

Esporo: célula reprodutiva que forma uma planta madura sem fecundação.

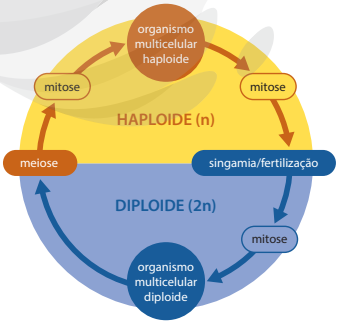
Organismos multicelulares.

Desenvolvimento a partir de um embrião.

Ciclo de vida com alternância de gerações.

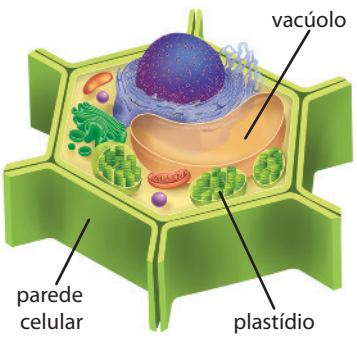
Geralmente, realizam fotossíntese.

Formadas por células eucarióticas.



Representação da alternância de gerações, também chamada metagênese, no ciclo de vida de uma planta.

Neste ciclo, ocorre a alternância entre organismos multicelulares haploides (n), chamados gametófitos, e diploides (2n), chamados esporófitos, alternando entre a reprodução assexuada e a sexuada. Nessa forma de reprodução, o gametófito é responsável pela produção dos gametas por mitose, e o esporófito é responsável por produzir esporos por meiose.



Representação de célula vegetal. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Informações extras sobre divisão celular e variações na quantidade de conjuntos cromossômicos no **Suplemento para o professor**.

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

MODERNA

Grupos de plantas

De acordo com suas características, as plantas, também chamadas embriófitas, podem ser classificadas em diferentes grupos. Veja a seguir.

As **traqueófitas** são plantas vasculares, isto é, com sistema vascular, composto de xilema e floema. Elas podem ter ou não sementes e estão organizadas em nove filos.

As **embriófitas** habitam praticamente todos os ambientes terrestres e alguns de seus representantes são aquáticos.

As **atraqueófitas** são conhecidas popularmente como briófitas. Esse grupo é composto de indivíduos desprovidos de sistema vascular e são organizados em três filos.

Representação dos diferentes grupos de plantas em um ambiente natural. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Em classificações anteriores, as plantas sem sementes eram chamadas criptógamas e as com sementes, fanerógamas.

As **traqueófitas com sementes** possuem sistema vascular e sementes. É considerado o grupo atual dominante no ambiente terrestre e composto de cinco filos.

As **gimnospermas** são plantas vasculares com semente e que não possuem flores nem frutos.

As **angiospermas** são plantas vasculares com sementes, flores e que podem desenvolver frutos. Atualmente, é o grupo de plantas terrestres com maior número de representantes no ambiente.

As **traqueófitas sem sementes** ou pteridófitas possuem sistema vascular, mas não têm sementes. Esse grupo é composto de quatro filos.

ALEXANDRE DE SOUZA

2. A concentração de poluentes variou entre as áreas urbana e rural, sendo maior na primeira. Isso se deve, possivelmente, às atividades desenvolvidas na área urbana. Caxias do Sul é um município com intensa atividade industrial, responsável por lançar na atmosfera diferentes tipos de poluentes. Por isso, nessa área, a concentração de poluentes atmosféricos é superior à da área rural, como foi verificado nos dados apresentados.
3. Espera-se que os estudantes reconheçam que sim, pois a análise desses musgos possibilitou identificar áreas com diferentes concentrações de poluentes.

Briófitas

Os musgos, assim como os liquens, são amplamente utilizados em biomonitoramento, que consiste na aplicação de seres vivos para acompanhar as condições ambientais. Os musgos, por exemplo, são amplamente utilizados no monitoramento de poluição atmosférica.

Os dados a seguir foram obtidos em um estudo que se baseou na aplicação de musgos para o monitoramento de poluição atmosférica no município de Caxias do Sul, no Rio Grande do Sul.

Concentração de metais em musgos no município de Caxias do Sul, RS (2003-2004)

	Metal	Zinco (Zn)	Cádmio (Cd)	Níquel (Ni)	Cobre (Cu)	Chumbo (Pb)	Crômio (Cr)
Concentração média ($\mu g \cdot mg^{-1}$)	Área rural	34,25	0,27	5,89	18,85	9,17	3,7
	Área urbana	142,20	0,33	23,18	45,92	29,17	24,03

Fonte: MAZZONI, A. C. et al. Mosses as indicators of atmospheric metal deposition in an industrial area of southern Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 26, n. 3, p. 553-558, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/abb/v26n3/v26n3a05.pdf>. Acesso em: 8 maio 2020.

A massa de 1 µg equivale a $1 \cdot 10^{-6}$ g ou 0,000001 g.

Difusão: tipo de transporte em que os materiais se difundem da célula em que estão mais concentrados para as células que apresentam menor concentração, sem envolver gasto de energia.

2. O que você pode concluir a respeito da concentração de poluentes atmosféricos no município de Caxias do Sul? Em sua opinião, qual é(são) a(s) possível(is) razão(ões) para esses resultados?

3. Com base nos resultados obtidos, os musgos estudados podem ser considerados bons biomonitores? Justifique sua resposta.

VANKICH1/SHUTTERSTOCK

Hepática erva-do-fígado (*Marchantia polymorpha*). Ambientes úmidos e sombreados ajudam a reduzir a perda de água para o ambiente.

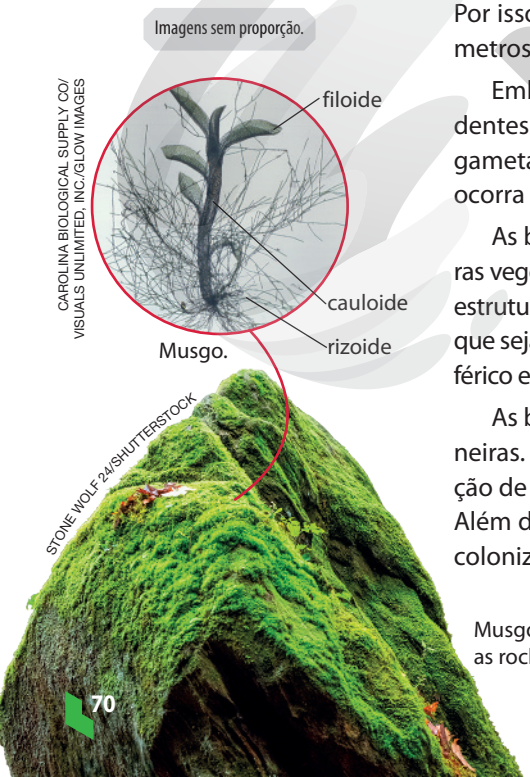
Os musgos, assim como antóceros e hepáticas, pertencem ao grupo das briófitas, primeiro grupo de plantas existente atualmente a ocupar o ambiente terrestre. Tais plantas apresentam uma ampla distribuição geográfica, sendo, a maioria delas, espécies terrestres que ocupam principalmente ambientes úmidos e sombreados ou áreas próximo a corpos-d'água. Algumas espécies de briófitas, no entanto, são resistentes à dessecação e capazes de recuperar a água perdida para o ambiente. Por isso, elas também podem ser encontradas em ambientes secos e desérticos e em regiões polares.

Em razão da ausência de sistema vascular diferenciado, o transporte de nutrientes e de água ocorre por difusão, um processo que ocorre lentamente de célula a célula. Por isso, as briófitas apresentam tamanhos reduzidos, geralmente com poucos centímetros de comprimento.

Embora as briófitas ocupem o ambiente terrestre, elas ainda são em parte dependentes do ambiente aquático, principalmente quanto à reprodução. Isso porque os gametas masculinos são flagelados e precisam nadar até o gameta feminino para que ocorra a fecundação.

As briófitas não apresentam diferenciação de folhas, caules e raízes, mas têm estruturas vegetativas semelhantes, os filoides, os cauloides e os rizoides, respectivamente. Essas estruturas podem atuar na absorção de água e de nutrientes, possibilitando, por exemplo, que sejam usadas no biomonitoramento. Nesse caso, as partículas suspensas no ar atmosférico e na água da chuva se depositam sobre suas estruturas, que as absorvem.

As briófitas também são essenciais na ocupação de ambientes, atuando como pioneiras. A presença das briófitas em rochas, aliada a fatores ambientais, como variação de temperatura e chuvas, possibilitam a formação das primeiras camadas de solo. Além disso, a presença dessas plantas modifica as condições ambientais e promove a colonização por outros grupos de seres vivos.



CAROLINA BIOLOGICAL SUPPLY CO/VISUALS UNLIMITED, INC./GLOW IMAGES

STONE WOLF 24/SHUTTERSTOCK

Musgo sobre rocha. O metabolismo desses seres vivos libera materiais que degradam as rochas, possibilitando a formação do solo.

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

Pteridófitas

4. O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletirem sobre alguma situação que envolva as pteridófitas, além de as considerarem plantas ornamentais, como uma samambaia. Espera-se que os estudantes comentem que as usinas termelétricas utilizam o carvão mineral como fonte de energia. Esse carvão, por sua vez, foi formado há milhões de anos pelo soterramento de plantas, como as pteridófitas.

4. Como a imagem ao lado e o carvão mineral podem ser associados às pteridófitas?

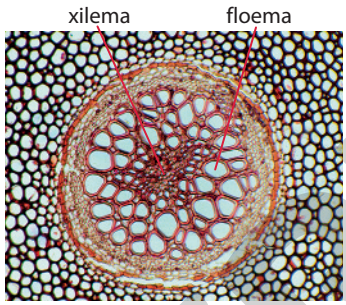
As termelétricas são um tipo de usina elétrica que geralmente utiliza o carvão mineral como fonte de energia. Esse carvão é um tipo de combustível fóssil, cujas principais reservas se formaram no Carbonífero, período do tempo geológico dominado por grandes pteridófitas, como as samambaias-gigantes.

CESAR DINIZ/PULSAR IMAGENS

Usina termelétrica no município de Ibirité, Minas Gerais (2019).

Atualmente, esse grupo inclui samambaias, licopódios, cavalinhas e psilófitas. Seus representantes são caracterizados por apresentar raiz, folha e caule diferenciados, que desempenham funções específicas no organismo.

As plantas vasculares são aquelas que apresentam tecidos especializados em transportar e distribuir os materiais no organismo. Em todos os grupos dessas plantas, esse sistema compreende basicamente dois tecidos, o xilema e o floema, compostos de diferentes tipos de células. O sistema vascular percorre todo o corpo das plantas e pode ser percebido, por exemplo, nas nervuras das folhas.



DR KEITH WHEELER/SPL/FOTOARENA

Micrografia de caule da samambaia *Trichomanes speciosum* em microscópio óptico.* Aumento aproximado: 100 vezes. Cores artificiais. O xilema é o tecido responsável por conduzir água e nutrientes das raízes às demais partes da planta. Já o floema conduz os produtos da fotossíntese para as demais partes do vegetal.

*Os demais tecidos apresentados nessa micrografia estão identificados no **Suplemento para o professor**.

A existência de um sistema vascular, aliado a outras características, como deposição de materiais na parede celular, possibilitou que essas plantas atingissem alturas maiores que as das briófitas, como é o caso de algumas samambaias arbóreas do gênero *Cyathea*, que podem atingir mais de 10 metros de altura.

DAGUIMAGERY/SHUTTERSTOCK

Samambaia (*Cyathea dealbata*). Essa espécie pode atingir aproximadamente 10 m de altura.

Esse grupo de plantas apresenta outra adaptação ao ambiente terrestre, a cutícula. Essa camada, rica em lipídios, deposita-se na superfície externa do corpo das plantas e ajuda a reduzir a perda de água para o ambiente. No entanto, assim como as briófitas, a reprodução das pteridófitas é dependente da água, tendo em vista que os gametas masculinos são dotados de flagelo.

Gimnospermas

5. Espera-se que os estudantes respondam que o papel é produzido com a celulose, obtida de plantas como o *Pinus*. Este, por sua vez, é um representante do grupo das gimnospermas.

5. Como as folhas de papel sulfite podem ser associadas às gimnospermas?

As gimnospermas surgiram há cerca de 360 milhões de anos. Na época do seu surgimento, ocorreram mudanças climáticas muito bruscas na Terra. O clima tornou-se mais seco e frio, prejudicando as briófitas e as pteridófitas, mas favorecendo o desenvolvimento de espécies de gimnospermas, que se tornaram o grupo vegetal dominante durante o período Mesozoico.

Entre os representantes desse grupo, podemos citar as cicas, as gincófitas, as gnetófitas e as coníferas. Essas últimas compreendem o maior número de espécies, como as sequoias, os abetos, e as araucárias (*Araucaria angustifolia*) e os pinheiros (*Pinus* sp.).

ALE RUARO/PULSAR IMAGENS

Pinus elliottii no município de Quedas do Iguaçu, Paraná (2014). Essa espécie é amplamente cultivada no Brasil para diversos fins, principalmente para a produção de papel, e pode atingir aproximadamente 30 m de altura.

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

6. Como as sementes podem auxiliar na manutenção das plantas no ambiente?

FABIO COLOMBINI

Semente de pinhão em corte. O pinhão da *Araucaria angustifolia* pode atingir aproximadamente 7 cm de comprimento.

DUNCAN SHAW/SPL/FOTOARENA

Liberação de grãos de pólen por *Pinus sylvestris*. Essa espécie pode atingir aproximadamente 25 m de altura.

As gimnospermas apresentam raízes, caule, folhas e sementes, sendo essas últimas consideradas uma característica essencial para o atual domínio dos ambientes terrestres pelas gimnospermas e angiospermas. De modo geral, as sementes são compostas de envoltório, material nutritivo e embrião.

Além das sementes, as gimnospermas apresentam outra novidade evolutiva, os grãos de pólen. No interior dessas estruturas são produzidos os gametas masculinos, que não apresentam flagelos. Sendo assim, nesse grupo de plantas, o grão de pólen é o responsável por carregar o gameta masculino até as proximidades do gameta feminino, de maneira independente da água. Essa transferência do grão de pólen de uma planta para a outra é chamada **polinização** e ocorre, principalmente, por meio do vento.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

7. Como as angiospermas estão relacionadas com as manchetes ao lado?

8. De acordo com as manchetes, de que maneira o uso de agrotóxicos pode prejudicar os seres humanos?

9. Explique com suas palavras a segunda manchete.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

Estudos científicos indicam que os agrotóxicos estão relacionados a diversos problemas de saúde dos trabalhadores que aplicam esses produtos nas lavouras.

- Pesquise artigos científicos que tratem dos efeitos dos agrotóxicos na saúde dos trabalhadores que aplicam esse tipo de produto. Em seguida, entrevistem um engenheiro agrônomo a respeito das normas para aplicação de agrotóxicos e dos cuidados que o trabalhador deve ter nessa atividade.

Angiospermas

Leia as manchetes abaixo.

6. O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletirem sobre a importância das sementes para as respectivas plantas. Espera-se que eles respondam que as sementes fornecem nutrientes e proteção ao embrião, aumentando suas chances de sobrevivência e, consequentemente, da própria espécie.

Agrotóxico mais encontrado em frutas e verduras no Brasil é fatal para abelhas

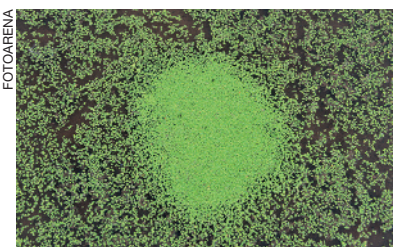
GRIGORI, P. Agrotóxico mais encontrado em frutas e verduras no Brasil é fatal para abelhas. *Agência Pública*, 16 dez. 2019. Disponível em: <https://apublica.org/2019/12/agrotoxico-mais-encontrado-em-frutas-e-verduras-no-brasil-e-fatal-para-abelhas/>. Acesso em: 11 maio 2020.

De graça, abelhas injetam R$ 43 bilhões na agricultura brasileira todo ano

MAES, J. De graça, abelhas injetam R$ 43 bilhões na agricultura brasileira todo ano. *Gazeta do Povo*, 2 abr. 2019. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/agronegocio/agricultura/outras-culturas/de-graca-abelhas-injetam-r-43-bilhoes-na-agricultura-brasileira-todo-ano-0dzanm5n00ycjjjc40i9n3skh/>. Acesso em: 11 maio 2020.

KARINA KA FOTOS/SHUTTERSTOCK

Plantação de eucalipto (*Eucaliptus* sp.).



WILL WATSON/NATURE PL/FOTOARENA

Lentilha-d'água (*Lemna minor*). Essa espécie pode atingir aproximadamente 4 mm de comprimento.

Atualmente, as angiospermas são o grupo de plantas que apresenta maior número de representantes na Terra. Acredita-se que esse grupo tenha surgido há cerca de 140 milhões de anos, diversificando-se rapidamente a ponto de dominar muitos ecossistemas terrestres.

As angiospermas são plantas vasculares que possuem raízes, caule, folhas, sementes, flores e que podem originar frutos. Esse grupo inclui desde espécies de grande porte, como as do gênero *Eucaliptus*, cujos representantes podem ultrapassar 100 m de altura, e até espécies aquáticas, como as do gênero *Lemna*, com representantes inferiores a 1 mm de comprimento.

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

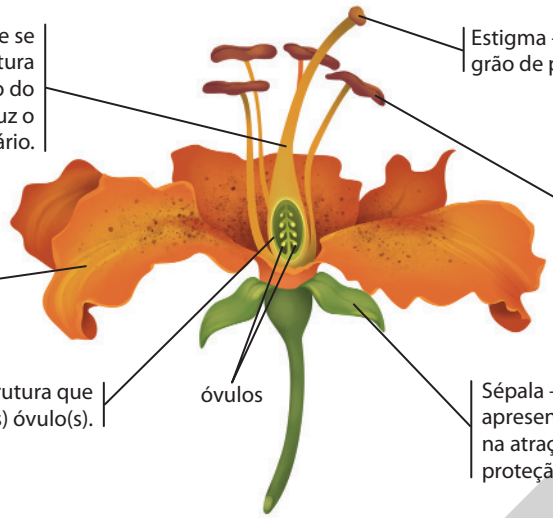
MODELO

Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

Enquanto nas gimnospermas as sementes eram consideradas nuas, nas angiospermas as sementes são protegidas no interior do fruto, uma importante característica evolutiva.

Alguns frutos se desenvolvem a partir de tecidos diferentes do ovário, sendo, por isso, denominados pseudofrutos ou frutos acessórios.

Os frutos são formados pelo desenvolvimento do(s) ovário(s), estrutura(s) presente(s) nas flores. Essas são essenciais para a reprodução das angiospermas, pois, além de conter as porções reprodutivas da planta, apresentam estruturas que ajudam a atrair animais. Esses, por sua vez, podem atuar tanto na polinização quanto na dispersão de sementes.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação de flor completa, com destaque para o carpelo, formado por estigma, estilete e ovário em corte. A porção feminina da flor, formada por um ou mais carpelos, é chamada gineceu. Já a porção masculina, composta de estames formados por antera e filete, é chamada androceu. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A polinização das angiospermas corresponde à transferência do grão de pólen da antera de uma flor ao estigma de outra flor, do mesmo indivíduo ou de indivíduo diferente. Essa transferência pode ser realizada por agentes naturais, como o vento, ou por animais, como as abelhas, e possibilita o encontro entre os gametas masculino e feminino e, consequentemente, a fecundação. Após esse evento, o óvulo dá origem à semente e o ovário, ao fruto.

DANIEL PRUDEK/SHUTTERSTOCK

Abelha (*Apis mellifera*) visitando uma flor. Quando o agente polinizador, nesse caso a abelha, visita a flor de uma determinada planta, geralmente em busca de alimento, ela encosta partes de seu corpo nas anteras, ficando com o corpo coberto de grãos de pólen. Ao visitar outra flor da mesma espécie, os grãos de pólen presos em seu corpo podem encontrar o estigma dela, favorecendo a fecundação. A abelha operária dessa espécie pode atingir aproximadamente 15 mm de comprimento.

Desde que passaram a habitar o ambiente terrestre, os animais têm influenciado a evolução das plantas, e vice-versa. Nesse processo de evolução, a relação das plantas com seus polinizadores tornou-se cada vez mais específica. Dessa forma, as flores apresentam mecanismos específicos e bastante variados para atrair polinizadores. Algumas espécies desenvolveram inclusive nectários.

DANITA DELMONT/SHUTTERSTOCK

Morcego de nariz comprido do sul (*Leptonycteris curasoae*) visitando uma planta em busca de alimento. Essa espécie pode atingir aproximadamente 9,5 cm de comprimento. As plantas polinizadas por morcegos produzem grande quantidade de néctar, têm cores pouco vistosas e odor forte.

Além de auxiliar na polinização, muitos animais também ajudam na dispersão das sementes das plantas. Ao se alimentar do fruto, o animal libera a semente no ambiente ou a carrega para locais afastados da planta-mãe.

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 **3** no **Suplemento para o professor**.

1. Leia o texto a seguir.

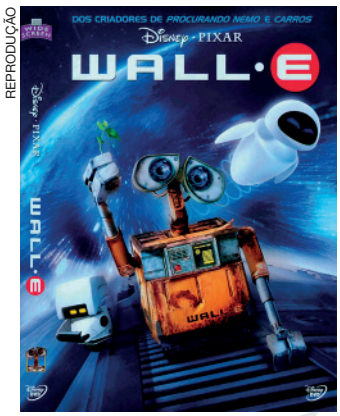
No enredo da animação *Wall-E*, o planeta Terra está totalmente devastado devido à poluição, que tornou sua atmosfera tóxica e impossibilitou a sobrevivência de qualquer forma de vida. Por causa disso, os seres humanos deixaram o planeta e passaram a viver em uma estação espacial. Depois de 700 anos, as pessoas ainda esperam o dia em que a Terra se torne habitável novamente.

Para que isso seja possível, o robô Wall-E passa os dias compactando e empilhando resíduos. Um dia, em meio a esses materiais, ele encontra uma planta e a guarda.

Sabendo da importância das plantas, os seres humanos enviam uma sonda-robô, chamada Eva. Sua missão é encontrar a planta, que seria um indício de que o planeta se tornou habitável novamente, possibilitando o retorno dos seres humanos.

Wall-E e Eva iniciam, então, uma aventura para trazer os seres humanos de volta ao planeta.

REPRODUÇÃO



Capa de DVD do filme *Wall-E*. Direção de Andrew Stanton. Estados Unidos: Disney, 2008 (97 min).

a) Suponha que você fosse o roteirista do filme *Wall-E* e, durante uma entrevista com a imprensa, um dos jornalistas o questionou sobre o porquê de a história girar em torno de uma muda de planta. Qual seria sua explicação?

b) O filme retrata uma situação extrema em que a Terra se torna inabitável. Em sua opinião, de acordo com os atuais problemas ambientais, é possível que futuramente enfrentemos situação semelhante a essa? Justifique sua resposta.

2. Observe, abaixo, a descrição das características de algumas plantas, numeradas de **1** a **4**.

Planta	Possui vasos condutores	Possui sementes	Possui frutos
1	Sim	Sim	Não
2	Sim	Não	Não
3	Não	Não	Não
4	Sim	Sim	Sim

a) Identifique os grupos vegetais aos quais as plantas **1**, **2**, **3** e **4** pertencem.

1: Gimnospermas; **2**: Pteridófitas; **3**: Briófitas; **4**: Angiospermas.

2. b) Espera-se que os estudantes identifiquem os números **2** e **3**, referentes às pteridófitas e briófitas, respectivamente. Os representantes desses grupos apresentam gameta masculino flagelado. Dessa maneira, o encontro entre gametas masculino e feminino e, consequentemente, a fecundação, exigem a presença de água líquida para que o primeiro gameta nade até o segundo.

b) Qual(is) número(s) representa(m) o(s) grupo(s) de plantas para o(s) qual(is) a disponibilidade de água é um fator limitante não apenas para a produção de alimento, como também para a reprodução? Justifique sua resposta.

3. Julgue as afirmativas a seguir como verdadeiras ou falsas. Em seguida, corrija aquelas que forem identificadas como falsas.

a) As plantas só sobrevivem em ambientes terrestres e úmidos.

b) As plantas são seres eucariontes, multicelulares e, em sua maioria, autotróficos.

c) A polinização é um processo essencial para garantir a dominância atual das pteridófitas no ambiente terrestre.

d) O surgimento de sistema de condução nas plantas favoreceu o transporte de materiais ao longo da planta.

e) Uma das diferenças entre as briófitas e as pteridófitas é a presença de sementes nesta última.

f) As gimnospermas distinguem-se das pteridófitas pela presença de flores.

4. Leia o texto a seguir.

A fragmentação dos ambientes naturais está reduzindo grandes áreas de floresta, como de Mata Atlântica, a pequenas manchas de vegetação. A cutia é uma das espécies de animais encontrada nesse bioma, assim como a palmeira brejaúva.

Essa fragmentação dos ambientes e a caça têm prejudicado as populações de cutias em diferentes fragmentos da Mata Atlântica.

A fim de compreender os efeitos da remoção de cutias do ambiente para as palmeiras brejaúvas, foi realizado um estudo em diferentes fragmentos de Mata Atlântica.

MAURICIO SIMONETTI/PULSAR IMAGENS

Palmeira brejaúva (*Astrocaryum aculeatissimum*) no município de Itanhaém, São Paulo (2016). Essa espécie pode atingir aproximadamente 10 m de altura.

FOTO 4440/SHUTTERSTOCK

Cutia (*Dasyprocta azarae*). Essa espécie pode atingir aproximadamente 60 cm de comprimento.

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

MODERNA

Respostas das questões **4**, **6**, **7**, **8** e **9** no **Suplemento para o professor**.

Concentração de cutias em diferentes localidades		
Área de estudo	**Área (hectares)**	**Ocorrência de cutias (indivíduo/10 km)**
Parque Estadual da Ilha Anchieta	828	6,95
Parque Estadual Xixová Japuí	901	Sem dados
Parque Estadual da Ilha do Cardoso	15 100	0,69
Parque Estadual da Serra do Mar, núcleo Picinguaba	47 500	0,148
Estação Ecológica Jureia Itatins	79 230	0,1

Fonte: DONATTI, C. I. *Consequências da defaunação na dispersão e predação de sementes e no recrutamento de plântulas da palmeira brejaúva (Astrocaryum aculeatissimum) na Mata Atlântica*. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-20062005-170253/publico/CamilaDonatti.pdf>. Acesso em: 12 maio 2020.

Alguns dos resultados desse estudo estão resumidos a seguir.

- Áreas com menos cutias tiveram menor taxa de remoção e de dispersão de sementes.
- No P. E. da Ilha do Cardoso, o número de plântulas foi maior que nas demais áreas estudadas.
- No P. E. Xixová Japuí, o número de plântulas foi menor que as demais áreas.
- Nas áreas com cutias as sementes são dispersas a maiores distâncias da planta-mãe.
- A concentração de sementes sob a planta-mãe atrai insetos, como besouros e formigas, que se alimentam delas.
- No P. E. da Ilha Anchieta, foi observada maior remoção e espalhamento de sementes no ambiente.
- Nas áreas com menos cutias, as sementes se concentraram sob a planta-mãe e observou-se maior predação pelos invertebrados, como insetos.

Plântula: indivíduo que se forma por meio do desenvolvimento inicial do embrião, logo após a germinação da semente. É considerada uma fase crítica do ciclo de vida e sua sobrevivência está associada a recursos armazenados na semente.

a) Analisando as informações acima, o que você pode concluir a respeito da relação entre a palmeira brejaúva e a cutia?

b) Qual é a importância da cutia para a palmeira? E dessa espécie vegetal para a cutia?

c) Podemos afirmar que a remoção da espécie animal, a longo prazo, pode interferir na manutenção da espécie vegetal no ambiente? Justifique sua resposta.

d) Como a caça e o desmatamento das áreas naturais podem interferir na população das palmeiras brejaúvas?

e) É possível afirmar que a reintrodução e a proteção das cutias contra a caça nesses ambientes podem auxiliar na manutenção da brejaúva? Justifique sua resposta.

f) Com base em suas conclusões a respeito da relação entre as cutias e as palmeiras brejaúvas, como você explicaria o segundo item apresentado no quadro ao lado?

5. **(PUC-RJ)** Em relação aos indivíduos do reino vegetal, pode-se afirmar que os (as):

a) briófitas não dependem diretamente da água para sua reprodução.

b) fungos são vegetais aclorofilados.

c) flores das pteridófitas são frutos modificados.

d) gimnospermas possuem flores e frutos verdadeiros.

e) frutos das angiospermas se originam a partir do desenvolvimento do ovário.

Alternativa **e**.

6. De maneira geral, ao longo do processo evolutivo, as características que favorecem a sobrevivência dos indivíduos no ambiente são naturalmente selecionadas e mantidas. As sementes podem ser consideradas um exemplo desse tipo de característica? Justifique sua resposta.

7. Por que as briófitas e as pteridófitas são mais comuns em locais úmidos e sombreados?

8. Que vantagens o desenvolvimento da semente trouxe às gimnospermas em relação às briófitas e às pteridófitas?

9. Em algumas partes do mundo, as turfas são utilizadas como combustível na indústria e para o aquecimento doméstico. Esse tipo de combustível fóssil é composto de matéria vegetal parcialmente decomposta.

Camadas de musgos, principalmente do gênero *Sphagnum*, que crescem rapidamente com outras plantas e comprimem as camadas mais profundas, resultam na formação da turfa. O musgo *Sphagnum* sp. é uma das plantas mais abundantes da Terra, e, atualmente, as turfeiras cobrem mais de 1% da superfície total da Terra.

MAREN WINTER/ALAMY/FOTOARENA

Extração industrial de turfa na Baixa Saxônia, Alemanha (2018).

a) Considerando as características do grupo de plantas ao qual pertencem os musgos, como você descreveria os indivíduos formadores das turfas e as possíveis características dos ambientes em que são formadas as turfeiras?

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

MODERNA

Resposta das questões **11**, **13** e **14** no **Suplemento para o professor**.

b) Qual(is) é(são) a(s) possível(is) vantagem(ns) e a(s) desvantagem(ns) quanto ao uso das turfas pelo ser humano?

10. **(Enem)** A Mata Atlântica caracteriza-se por uma grande diversidade de epífitas, como as bromélias. Essas plantas estão adaptadas a esse ecossistema e conseguem captar luz, água e nutrientes mesmo vivendo sobre as árvores.

Disponível em: <https://www.ib.usp.br>. Acesso em: 23 fev. 2013 (adaptado).

Essas espécies captam água do(a) Alternativa **c**.

a) organismo das plantas vizinhas.

b) solo através de suas longas raízes.

c) chuva acumulada entre suas folhas.

d) seiva bruta das plantas hospedeiras.

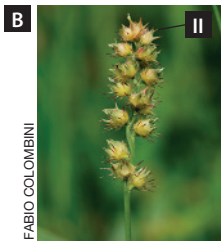
e) comunidade que vive em seu interior.

11. Observe as imagens abaixo.

LOSMANDARINAS/SHUTTERSTOCK

Sementes de *Pinus* sp. Essas sementes apresentam estruturas que lhes possibilitam plainar no ar.

Imagens sem proporção.



FABIO COLOMBINI

Fruto de *Acanthospermum* sp., conhecido popularmente como carrapicho. As estruturas em torno do fruto aderem ao corpo de animais, por exemplo, ao tocá-los.

- Qual é a importância das estruturas **I** e **II** indicadas nas fotografias **A** e **B**, respectivamente, para a reprodução das plantas?

12. **(Udesc-SC)** Escreva no caderno a alternativa que apresenta características de plantas gimnospermas.

a) (■) São espermatófitas e possuem sementes protegidas pelo fruto.

b) (■) Apresentam rizoide, cauloide e sementes.

c) (■) Não apresentam vasos condutores.

d) (■) Possuem flor, filoide e órgão reprodutor escondido.

e) (■) São vasculares traqueófitas e suas sementes são "nuas". Não produzem frutos.

Alternativa **e**.

13. As bromélias são angiospermas encontradas em regiões tropicais. Essas plantas, assim como as orquídeas, podem se fixar e se desenvolver sobre outras plantas. Por conta disso, a bromélia pode ser considerada uma planta parasita? Justifique sua resposta.

DR MORLEY READ/SPL/FOTOARENA

Bromélia. (*Tillandsia sp.*). Os integrantes desse gênero podem atingir aproximadamente 3 m de altura.

14. Leia a tirinha abaixo e responda às questões propostas.

ALEXANDRE BECK

BECK, A. *Armandinho*. 10 dez. 2015. Disponível em: <https://tirasarmandinho.tumblr.com/post/134925403779/tirinha-original>. Acesso em: 12 maio 2020.

a) A que processo, observado em algumas plantas, refere-se a tirinha? Explique-o.

b) O processo que você identificou no item **a** é idêntico ao observado nas gimnospermas? Justifique sua resposta.

c) Explique como os animais podem contribuir para a variação genética das espécies de plantas. Se necessário, faça uma pesquisa.

15. A mussaenda-rosa apresenta estruturas vistosas cor-de-rosa. Além disso, são visíveis estruturas amarelas e verdes, como mostra a fotografia abaixo. Por isso, plantas desse gênero são comumente utilizadas na ornamentação de ambientes.

GUENTERMANAUS/SHUTTERSTOCK

Mussaenda-rosa (*Mussaenda alicia*). Essa espécie pode atingir aproximadamente 3 m de altura.

A respeito da planta apresentada na imagem, escreva em seu caderno a opção com as informações corretas.

a) As estruturas cor-de-rosa são pétalas, as quais auxiliam indiretamente a reprodução da planta por atraírem animais polinizadores.

b) A estrutura amarela é um conjunto de sépalas coloridas, que exercem papel fundamental na planta ao atrair animais polinizadores, enquanto as estruturas cor-de-rosa são flores.

c) As estruturas verdes são folhas, enquanto as cor-de-rosa e a amarela são sépalas com distintas cores e formatos, ampliando, assim, a gama de estímulo à atração de animais polinizadores.

d) A estrutura amarela é uma flor, estando diretamente relacionada à reprodução da planta. Já as estruturas cor-de-rosa são sépalas, que auxiliam a reprodução da planta ao atrair animais polinizadores.

e) As estruturas verdes são sépalas, uma vez que estão posicionadas de modo a proteger as flores, estruturas cor-de-rosa.

Alternativa **d**.

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

MORENA

CAPÍTULO

6

Diversidade de seres vivos III

Animais

*Sugira aos estudantes uma pesquisa sobre outras teorias que buscam explicar a origem dos organismos multicelulares, como a teoria sincicial.

REPTILES4ALL/SHUTTERSTOCK

Perereca kambô (*Phyllomedusa bicolor*). Essa espécie pode atingir aproximadamente 12 cm de comprimento.

Alguns povos indígenas da Amazônia brasileira utilizam as propriedades das toxinas de uma perereca conhecida como kambô ou kampu para fortalecer o corpo contra doenças e afastar o panema, ou seja, a má sorte. Outros povos, como os Katukina e Kaxinawá, aplicam essa substância no próprio corpo com uma técnica conhecida como a "vacina do kambô".

Vários estudos têm sido realizados para entender as propriedades dessa toxina e sua possível utilização para fabricar medicamentos. Sabe-se que peptídios encontrados em sua composição apresentaram resultados importantes no combate a microrganismos causadores de doenças, como algumas bactérias, o vírus HIV e alguns protozoários.

A perereca *Phyllomedusa bicolor* é apenas uma das milhões de espécies de animais existentes atualmente, muitas das quais ainda não foram formalmente descritas. Até o momento não foram encontrados registros fósseis que indiquem o momento em que os animais surgiram na Terra. No entanto, a análise fossilífera indica que, durante muito tempo, a Terra foi povoada apenas por organismos unicelulares. Como surgiram os organismos formados por duas ou mais células? Existem diferentes teorias que visam explicar essa origem.

A mais aceita dessas teorias é a chamada teoria colonial, proposta inicialmente pelo naturalista alemão Ernst Haeckel (1834-1919), em 1874. De acordo com essa teoria, alguns protozoários, seres vivos unicelulares, viviam em colônias. Em determinado momento da história evolutiva, as células dessas colônias passaram a desempenhar papéis específicos, dando origem a um único organismo composto de inúmeras células.

Estudos posteriores propuseram uma versão moderna dessa teoria, supondo que uma única célula teria sofrido diversas divisões celulares. As células-filhas se mantiveram unidas com o auxílio de uma matriz proteica, presente também no centro da estrutura esférica. Nessa colônia esférica, algumas células sem flagelo se espalharam na porção central e cada tipo celular desempenhava papéis específicos.*

A origem da multicelularidade possibilitou, por exemplo, a diversificação das formas de vida na Terra e o surgimento de seres vivos com maiores dimensões, como os animais. Veja a seguir algumas características gerais desse grupo.

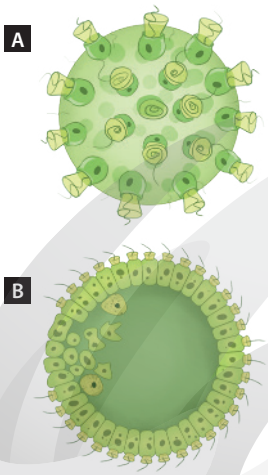


Ilustração produzida com base em: RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. *Zoologia dos invertebrados*: uma abordagem funcional-evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. p. 83.

Representações das teorias coloniais original (**A**) e moderna (**B**) sobre a origem dos metazoários. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

Peptídio: molécula formada pela união de dois ou mais aminoácidos, os quais são as unidades formadoras das proteínas.

- Organismos multicelulares, em que as células desempenham papéis específicos.
- Formados por células eucarióticas.
- Heterotróficos, ou seja, não produzem o próprio alimento.

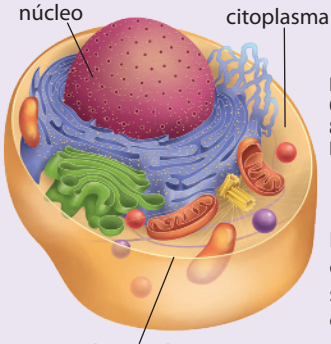


Ilustração produzida com base em: CAMPBELL, N. A. et al. *Biology*. 8. ed. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings, 2009. p. 100.

Representação de célula animal. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

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

MODERNA

Grupos de animais

Ao longo da evolução, os animais foram sofrendo intensa diversificação. Atualmente, esses seres vivos estão organizados em mais de 30 filos e compreendem milhões de espécies. Veja a seguir representantes de alguns grupos de animais existentes atualmente na Terra.

ALEXANDRE DE SOUZA

Artrópodes – Animais encontrados em praticamente todos os ambientes da Terra. Os membros são articulados e o corpo é coberto por um exoesqueleto. O sistema digestório é completo, o sistema nervoso é centralizado e o sistema circulatório é aberto. As trocas gasosas ocorrem por meio de diferentes estruturas, como brânquias, superfície corporal e traqueias. Seus representantes demonstram diferentes comportamentos sociais. Exemplos: **camarões**, caranguejos, lagostas, escorpiões, aranhas, ácaros, carrapatos, centopeias e insetos.

Cnidários - Animais aquáticos, em sua maioria marinhos, que podem apresentar tanto fases sésseis quanto livre-natantes. Eles apresentam boca e tentáculos ligados a uma cavidade, onde ocorre a digestão, a circulação e a excreção. Os tentáculos atuam tanto na captura de alimento quanto na defesa do animal. Exemplos: **águas-vivas**, hidras e anêmonas-do-mar.

Moluscos – Animais dulcícolas, terrestres e, em sua maioria, marinhos. Podem apresentar uma ou duas conchas, havendo também aqueles que não possuem tais estruturas. O sistema digestório é completo e a respiração é realizada, geralmente, por meio de brânquias, no caso de animais aquáticos, ou pulmões, nos representantes terrestres. A maioria apresenta sistema circulatório aberto. Nesse sistema, há momentos em que o fluido corpóreo deixa o interior dos vasos sanguíneos e circula em uma cavidade. Exemplos: **lulas**, caracóis, lesmas e polvos.

Equinodermos – Animais exclusivamente marinhos, com corpo não segmentado e um sistema único, chamado hidrovascular ou ambulacral, que atua na excreção, respiração, locomoção e captura de alimentos. O sistema digestório é, geralmente, completo, ou seja, formado por boca e ânus. Em alguns representantes, as trocas gasosas podem ocorrer por meio de outras estruturas, como brânquias. Apresentam endoesqueleto. Exemplos: **ouriços-do-mar**, estrela-do-mar, pepinos-do-mar, lírios-do-mar e serpentes-do-mar.

Platelmintos – Animais de corpo mole e achatado, que podem ser de vida livre, como as **planárias**, ou parasitas, como a tênia e o esquistossomo. Apresentam sistema digestório incompleto, ou seja, possuem boca e o ânus é ausente. Não possuem sistemas respiratório e circulatório. Apresentam concentração de células nervosas na região anterior, processo chamado cefalização.

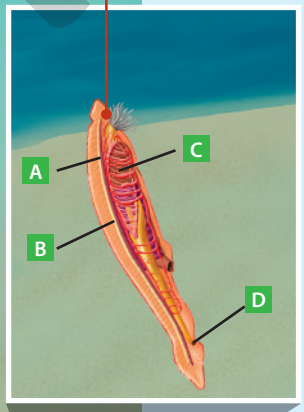
MODENA

Poríferos – Animais aquáticos e quase exclusivamente marinhos. De maneira geral, vivem fixos a substratos (sésseis). Eles dependem do fluxo de água através do corpo para filtrar o alimento, realizar as trocas gasosas, eliminar excretas e se reproduzir. Não apresentam tecidos verdadeiros, mas possuem células especializadas. Exemplo: **esponjas-do-mar**.

Nematódeos – Animais que podem ser encontrados no solo úmido, nos mares e rios e até mesmo em poças de água parada. Alguns são parasitas e habitam tecidos vegetais e o sistema digestório de animais. O corpo é cilíndrico, alongado e coberto por uma cutícula. O sistema digestório é completo, não apresentam sistemas respiratório e circulatório, de maneira que as trocas gasosas ocorrem pelo tegumento. Exemplos: **lombriga**, *Ancylostoma* sp., *Necator* sp., *Enterobius vermicularis* e filária.

Cutícula: nesse caso, refere-se à camada que reveste o corpo e proporciona proteção contra atritos e substâncias produzidas pelo hospedeiro.

Cordados - Animais marinhos, dulcícolas e terrestres. Inclui alguns animais invertebrados e todos os animais vertebrados, isto é, aqueles que possuem um esqueleto interno com vértebras. O sistema digestório é completo e o sistema circulatório é fechado. Esse grupo apresenta quatro características em pelo menos parte do ciclo de vida, que o distingue dos demais grupos: notocorda, tubo nervoso dorsal, bolsas e fendas faríngeas e cauda pós-anal. Exemplos: ascídia, anfioxo, répteis, anfíbios, aves, mamíferos e tubarões.



A A **notocorda** fornece sustentação para o corpo dos cordados. Em alguns deles, como no anfioxo (ao lado), a notocorda é mantida por toda a vida, em outros, como nos vertebrados, ela é substituída por vértebras ósseas ou cartilaginosas.
B O **tubo nervoso** nos cordados é oco e dorsal. Nos vertebrados, ele se transforma em medula espinal e encéfalo, protegido por um crânio cartilaginoso ou ósseo.
C As **bolsas** e **fendas faríngeas** se mantêm em alguns grupos de seres vivos, como peixes, ou dão origem a diferentes estruturas, como nos tetrápodes.
D A **cauda pós-anal** é mantida no adulto sob a forma de uma cauda ou, no caso do ser humano, como os ossos do cóccix.

Anelídeos – Animais encontrados em ambientes marinho, dulcícola e terrestre. O corpo é revestido por cutícula e dividido em segmentos, formando anéis. A maioria das espécies possui cerdas espalhadas pelo corpo, que auxiliam na locomoção e na escavação. O sistema digestório é completo. A respiração é realizada pelo tegumento e, em alguns casos, por meio de estruturas, como brânquias. O sistema circulatório é fechado, ou seja, os fluidos corporais circulam somente no interior de vasos, e o sistema nervoso é centralizado. Exemplos: ***Nereis* sp.**, minhoca e sanguessuga.

Representação de ambiente natural com integrantes de alguns grupos animais. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

MODERNA

1. Que característica(s) o animal apresentado ao lado tem em comum com os seres humanos?

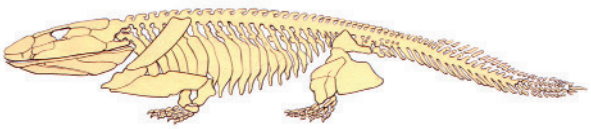
2. Qual é a importância do crânio e da coluna vertebral para os animais?

Respostas no **Suplemento para o professor**.

Grupos de craniados

Ichthyostega é o nome dado a um animal extinto, conhecido como o primeiro craniado a viver no ambiente terrestre. Ele podia atingir 1 m de comprimento e tinha o crânio, os dentes e a cauda semelhantes aos de alguns grupos de peixes. Apresentava coluna vertebral e membros com dedos, eficazes para caminhar no fundo dos rios.

DEAGOSTINI/UIG/SPL/FOTOARENA



Representação de esqueleto de *Ichthyostega*. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

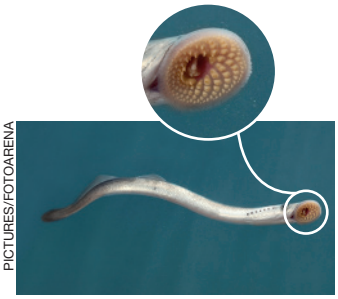
Os craniados são uma das divisões dos cordados e se caracterizam, principalmente, pela presença de um crânio ósseo ou cartilaginoso protegendo o encéfalo. Além disso, a maioria dos craniados apresenta uma coluna vertebral com vértebras e, por isso, são chamados animais vertebrados. A seguir, vamos conhecer alguns representantes dos craniados.

Os **peixes** são animais aquáticos que, geralmente, realizam as trocas gasosas por meio de brânquias e cujos membros, quando presentes, têm a forma de nadadeiras. São animais ectotérmicos, isto é, não possuem mecanismo interno que regule a temperatura corporal e utilizam fontes de calor do ambiente, como a luz solar. O corpo é, geralmente, revestido por escamas.

Diferentemente da maioria dos peixes, as lampreias e as feiticeiras apresentam a boca circular e são desprovidas de mandíbula. O corpo não é coberto por escamas e, no caso das feiticeiras, há intensa formação de muco.

Enquanto as feiticeiras são encontradas em água doce, não possuem vértebras e se alimentam de animais mortos, as lampreias podem ser encontradas em ambientes dulcícolas e marinhos, apresentam esqueleto cartilaginoso e vértebras rudimentares, além de serem geralmente parasitas de outros animais.

JELGER HERDER/BUITEN-BEELD/MINDEN PICTURES/FOTOARENA



Lampreia (*Petromyzon marinus*). Essa espécie pode atingir aproximadamente 1 m de comprimento.

Outro grupo de craniados inclui organismos que apresentam mandíbula, considerada uma importante adaptação evolutiva. Nesse grupo estão incluídos os condrictes, os osteíctes e os tetrápodes, animais dotados de quatro membros.

Os osteíctes, como o tucunaré, são conhecidos como peixes ósseos, pois seu esqueleto é composto de tecido ósseo. Em alguns de seus representantes, observa-se a vesícula gasosa ou bexiga natatória, que armazena gases, principalmente o oxigênio (O_2). Essa estrutura incrementa o processo de trocas gasosas, quando necessário, e possibilita ao animal flutuar na coluna de água. Além disso, as brânquias são cobertas por uma estrutura rígida, o opérculo, que protege as brânquias e auxilia na movimentação da água por essas estruturas. Alguns de seus representantes, como a piramboia, podem apresentar pulmões.

VLADIMIR WRANGEL/SHUTTERSTOCK

Tucunaré (*Cichla ocellaris*). Essa espécie pode atingir aproximadamente 90 cm de comprimento.

Os condrictes, representados pelos tubarões, raias e quimeras, são conhecidos como peixes cartilaginosos, uma vez que o esqueleto é composto de cartilagem. Esses peixes são, em sua maioria, marinhos e são capazes de perceber vibrações e sinais elétricos na água, o que auxilia, por exemplo, na captura de alimento. Não possuem bexiga natatória e, por isso, precisam se manter em movimento na água. O fígado, geralmente, é volumoso e preenchido com óleo, reduzindo a densidade do corpo e ajudando na flutuação.

Tubarão-lixa (*Ginglymostoma cirratum*). Essa espécie pode atingir aproximadamente 3 m de comprimento.

PETE OXFORD/MINDEN PICTURES/FOTOARENA

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

MODERNA

3. Considerando as características gerais dos peixes e refletindo sobre as características dos ambientes terrestres e dos animais que os habitam, que mudanças você considera que tenham ocorrido ao longo da evolução para possibilitar a ocupação do ambiente terrestre?

3. O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletirem sobre as características dos ambientes terrestres e sobre quais adaptações os tetrápodes passaram a apresentar, possibilitando a ocupação desses ambientes. Liste as respostas dos estudantes na lousa e as retome em momentos oportunos do capítulo, quando forem citadas como adaptações de cada um dos grupos de tetrápodes.

Os **anfíbios** existentes atualmente, descendem dos ancestrais tetrápodos que invadiram o ambiente terrestre. No entanto, eles mantêm dependência da água, principalmente para se reproduzirem, uma vez que a fertilização dos ovos e o desenvolvimento das larvas ocorrem nesse meio.

O formato do corpo é bastante variável, podendo apresentar cauda longa na fase adulta, como nas salamandras, cauda curta, como nas cecílias, ou não apresentar cauda, como nos sapos adultos. Os quatro membros, quando presentes, são articulados, o que possibilita diversos movimentos, como caminhar, nadar, escalar e saltar.

As larvas são aquáticas e os adultos, terrestres. A pele é úmida, sem escamas, e altamente permeável a gases, sendo utilizada também para trocas gasosas. Além do muco, algumas espécies podem apresentar glândulas de veneno no corpo, como a perereca kambô. Assim como os peixes, os anfíbios são animais ectotérmicos.

PETE OXFORD/MINDEN PICTURES/FOTOARENA

Salamandra (*Bolitoglossa altamazonica*), pertencente ao grupo dos urodelos, animais com corpo alongado e cauda longa. Essa espécie pode atingir aproximadamente 9 cm de comprimento.

FABIO COLOMBINI

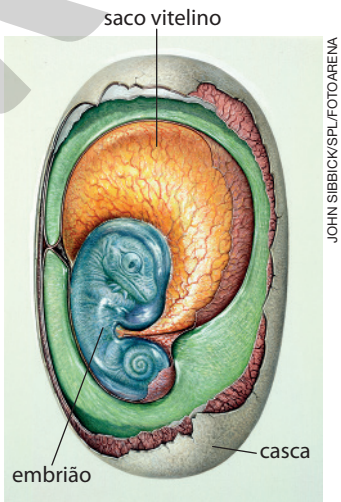
Cecília (*Siphonops annulatus*), pertencente ao grupo dos ápodes, os quais não apresentam membros. Essa espécie pode atingir aproximadamente 45 cm de comprimento.

4. Como você acha que o ovo pode ter auxiliado alguns animais na conquista do ambiente terrestre?

Ao consumir um ovo de galinha, provavelmente você não deve ter se dado conta de que estava ingerindo um tipo de ovo cujo surgimento, há milhões de anos, foi essencial para a conquista do ambiente terrestre. Observe a imagem ao lado.

O ovo de galinha, comum em nosso dia a dia, é do tipo amniótico, composto de uma casca dura e uma série de membranas em seu interior. Os **répteis**, atualmente representados por serpentes, lagartos e tartarugas, por exemplo, foram os primeiros animais a apresentar esse tipo de ovo e se tornar independentes do ambiente aquático.

A casca rígida, porém porosa, e as membranas internas protegem o embrião do estresse mecânico, da dessecação, bem como evitam o contato dele com excretas e possibilitam as trocas gasosas com o ambiente. O saco vitelino, por sua vez, fornece nutrientes ao embrião durante seu desenvolvimento, mantendo-o relativamente isolado do ambiente externo.



JOHN SIBBICK/SPL/FOTOARENA

Representação da estrutura de um ovo de réptil, do tipo amniótico. Imagem sem proporção e em cores-fantasia. Veja a identificação de cada uma das estruturas internas do ovo amniótico e os respectivos papéis no **Suplemento para o professor**.

5. Que estrutura, presente em alguns grupos de plantas, possibilitou a independência da água para a reprodução? O grão de pólen.

Além do ovo amniótico, os répteis apresentam outras características que ajudam a reduzir a perda de água para o ambiente. A pele é seca e coberta por escamas com queratina, no caso de lagartos e serpentes, ou placas, como em crocodilos e jacarés. A respiração é basicamente pulmonar e não apresentam mecanismos internos de controle de temperatura corporal.

4. O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletirem sobre o ovo, nesse caso amniótico, sua estrutura e a importância de seu desenvolvimento. Você pode solicitar que os estudantes reflitam também sobre cada uma das partes do ovo de galinha, por exemplo, por ser um tipo de ovo amniótico e que provavelmente eles consomem.

RICH CAREY/SHUTTERSTOCK

Tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*). Essa espécie pode atingir aproximadamente 1,1 m de comprimento. Esses animais não apresentam dentes, e sim placas córneas cortantes.

WONDERLY IMAGING/SHUTTERSTOCK

Jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*). Essa espécie pode atingir aproximadamente 3,5 m de comprimento. Esses animais apresentam diversas adaptações para locomoção no ambiente aquático, como membranas entre os dedos.

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

MODERNA

CHRIS HELLIER/SPL/FOTOARENA – BERLIM, ALEMANHA

Fóssil de *Archaeopteryx litrographica*. Nesta imagem, é possível observar a impressão das penas.

6. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os estudantes a analisarem a imagem e, com base em seus conhecimentos sobre os animais, identificarem o possível grupo animal ao qual pertence o espécime fossilizado.

6. Se você fosse o paleontólogo que descobriu o fóssil ao lado, em que grupo animal você o incluiria? Justifique sua resposta.

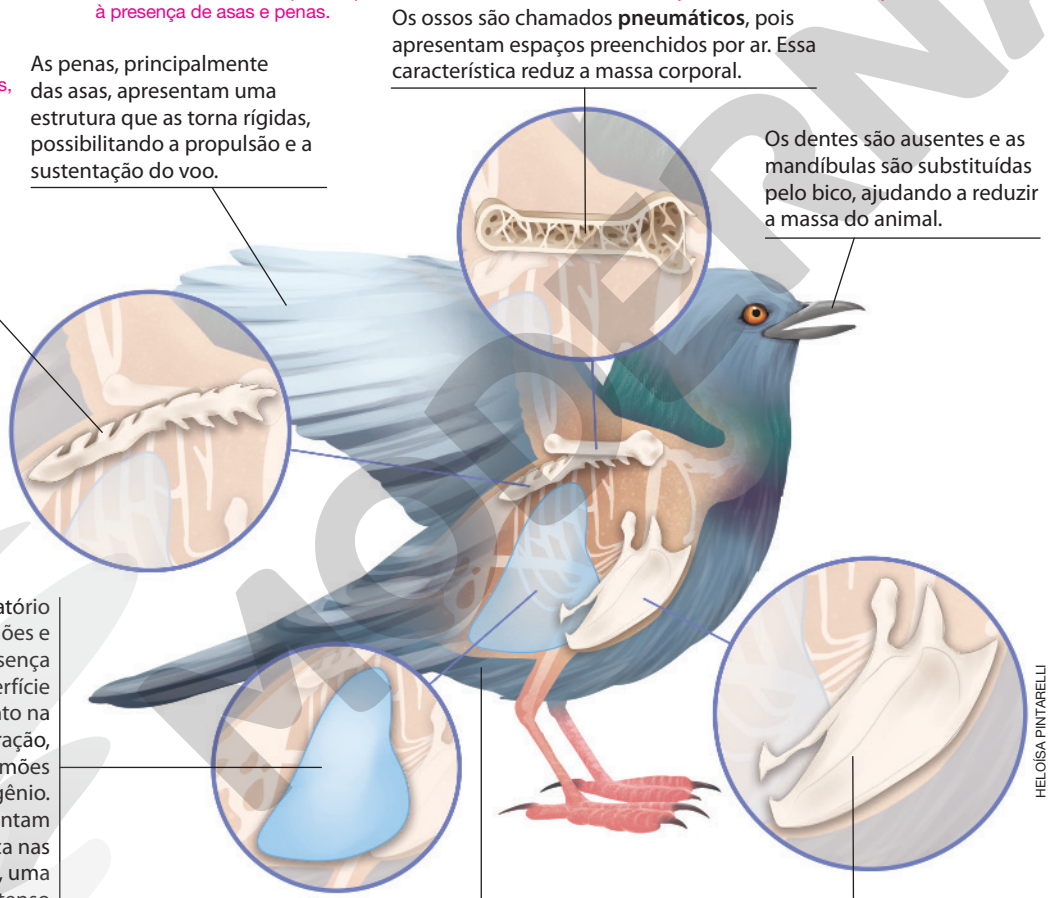
Em 1861, enquanto lascava ardósia em uma pedreira na Alemanha, um trabalhador encontrou um fóssil, mostrado ao lado. Esse poderia ser apenas mais um fóssil de réptil, mas ele apresenta uma característica até então não identificada em outros seres vivos, as penas. Embora alguns répteis extintos, como pterossauros, apresentassem asas e voassem, as penas eram uma novidade evolutiva. O réptil fossilizado recebeu o nome de *Archaeopteryx lithographica* e é considerado o ancestral das aves modernas.

7. Todas as aves possuem penas, mas nem todas elas são capazes de voar, como pinguins, emas e avestruzes. Como você explica esse fato?

Resposta no **Suplemento para o professor**.

A presença de membros anteriores modificados em asas e o corpo coberto por penas não são as únicas características necessárias ao voo. As **aves** atuais com capacidade de voo apresentam diversas características que possibilitam esse tipo de locomoção. Veja a seguir.

7. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito das características que possibilitam o voo das aves. Espera-se que os estudantes comentem que a capacidade de voo é resultado de um conjunto de características que não se limitam à presença de asas e penas.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação de ave e algumas adaptações ao voo. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustração produzida com base em: The Cornell Lab. *All about Bird Anatomy*. Disponível em: <https://academy.allaboutbirds.org/features/birdanatomy/>. Acesso em: 13 maio 2020.

8. Qual é a possível vantagem de a temperatura do corpo de um animal permanecer relativamente constante, independentemente da temperatura do ambiente?

As aves são animais endotérmicos, ou seja, capazes de controlar a temperatura corpórea por meio de sistemas internos. Nesse sentido, as penas, além de auxiliar no voo, atuam na manutenção da temperatura corporal. Assim como a maioria dos répteis, a reprodução das aves envolve a postura de ovos amnióticos no ambiente terrestre.

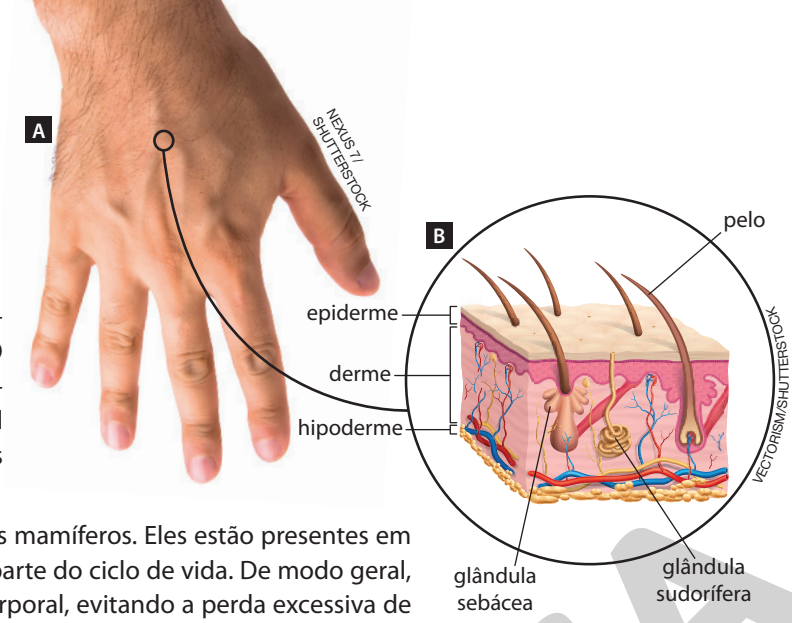
8. Essa característica possibilita que o animal viva em uma maior variedade de ambientes, sejam os locais com temperaturas mais elevadas, sejam os com temperaturas mais baixas. Além disso, o controle dessa temperatura favorece o funcionamento adequado do organismo e possibilita a atividade noturna, quando não há iluminação solar direta, por exemplo.

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

Observe as imagens ao lado.

9. Que características identificáveis na pele que recobre o corpo humano, como o dorso das mãos, são exclusivas de mamíferos?

Nós, seres humanos, assim como tantas outras espécies de animais, somos **mamíferos**. O que nos faz pertencer a esse grupo? Ao observar a pele que recobre nosso corpo é possível identificar algumas das características que nos tornam mamíferos.



Mão de ser humano (**A**) e representação da estrutura da pele humana (**B**). Imagem (**B**) sem proporção e em cores-fantasia.

Os pelos são uma característica exclusiva dos mamíferos. Eles estão presentes em todos os animais desse grupo, em pelo menos parte do ciclo de vida. De modo geral, os pelos ajudam no controle da temperatura corporal, evitando a perda excessiva de calor para o ambiente. Em determinados grupos, no entanto, alguns pelos são modificados e podem atuar na proteção dos animais e na percepção tátil, por exemplo.

LEONARDO PREST MERCON RO/ ISTOCK/GETTY IMAGES

Ouriço-amarelo (*Sphiggurus insidiosus*). Essa espécie pode atingir aproximadamente 80 cm de comprimento. Nesses animais, parte dos pelos é modificada em espinhos, auxiliando na proteção.

MUTIE/SHUTTERSTOCK

Gato doméstico. O tamanho varia de acordo com a raça. As vibrissas são pelos modificados que, de maneira geral, ocorrem na face e atuam na percepção tátil.

Os mamíferos são o grupo de animais que apresenta maior variedade de glândulas entre os vertebrados. Entre elas, podemos citar as glândulas sudoríferas, as sebáceas, as odoríferas e as mamárias, as quais são o único tipo de glândula presente em todos os mamíferos. Nas fêmeas, as glândulas mamárias são mais desenvolvidas e atuam na produção do leite, que alimenta a prole durante parte do ciclo de vida. Já nos machos essas glândulas são rudimentares e não atuam na produção de leite.

Embora a maioria dos mamíferos não deposite seus ovos no ambiente, o desenvolvimento do embrião está associado a diversas membranas, como o âmnio, que forma o saco amniótico. Por isso, répteis, aves e mamíferos são considerados amniotas. Além disso, os mamíferos são endotérmicos, o que favorece sua distribuição em praticamente todos os ambientes da Terra. A respiração é pulmonar, mesmo nos mamíferos aquáticos, e o sistema nervoso é considerado o mais complexo entre os vertebrados.

Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

O tráfico de animais silvestres é um dos crimes de maior incidência no Brasil e no mundo e contribui para a extinção de diversas espécies.

- Junte-se a um colega e façam um levantamento em meios de comunicação, como revistas, jornais e *sites* oficiais, a respeito do tráfico de animais silvestres. Coletem informações sobre esse tipo de atividade no Brasil e no mundo, identificando por que ela prejudica a diversidade de seres vivos e propondo medidas individuais, coletivas e governamentais, para reduzir esse tipo de atividade ilegal.

9. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre as características gerais dos mamíferos com base na observação de uma parte do corpo humano.

10. Qual é a importância do leite materno para a prole?

O leite materno é o responsável por fornecer todos os nutrientes de que os filhotes necessitam durante sua fase inicial de desenvolvimento, após o nascimento ou eclosão dos ovos. Além disso, o leite contém elementos que ajudam na continuação do desenvolvimento do trato gastrointestinal, bem como no fortalecimento do sistema de defesa da prole.

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

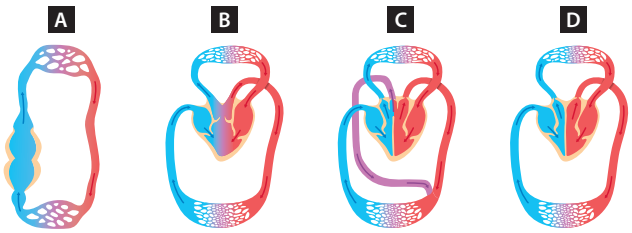
MODERNA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

1. Ao longo da evolução dos seres vivos, as alterações não foram apenas morfológicas, como também anatômicas e fisiológicas. Essas variações podem ser claramente notadas ao analisarmos os sistemas cardiovascular e respiratório dos diferentes grupos de vertebrados, por exemplo. Veja a seguir.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação do sistema cardiovascular de peixe (**A**), anfíbio (**B**), réptil*(**C**) e ave (**D**). Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

*O esquema apresentado refere-se aos chamados répteis não crocodilianos, como tartarugas e lagartos. Diferentemente, nos crocodilianos, como nos jacarés e crocodilos, os ventrículos são separados, evitando a mistura do sangue rico em gás carbônico com o sangue rico em gás oxigênio.

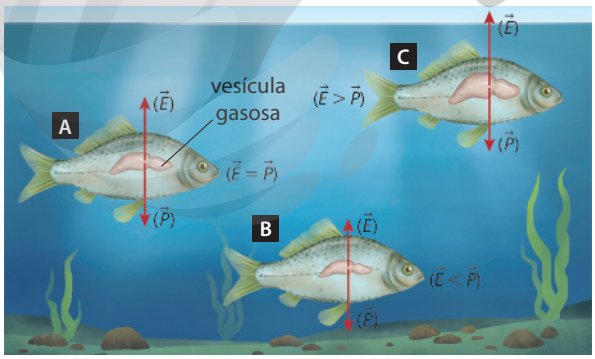
a) Analisando as imagens, o que podemos afirmar a respeito da estrutura do sistema cardiovascular desses grupos de vertebrados?

b) Descreva a circulação sanguínea em cada um dos grupos de vertebrados apresentados acima.

c) A circulação dos mamíferos se assemelha a qual dos sistemas apresentados acima? Justifique sua resposta.

2. A flutuação dos peixes na coluna-d'água é resultado da alteração de densidade desses animais em relação ao meio em que vivem. A densidade é uma grandeza definida por $d = \frac{m}{V}$, onde d é a densidade, m é a massa e V, o volume.

A estabilidade do peixe na coluna-d'água também sofre influência direta de duas forças que atuam nos animais presentes nesse meio, a força peso $(\vec{P})$ e o empuxo $(\vec{E})$. A relação entre essas forças determina se um corpo submerso afunda ou flutua.



HELOÍSA PINTARELLI

Ilustração produzida com base em: SCHMIDT-NIELSEN, K. *Fisiologia animal*: adaptação e meio ambiente. 5. ed. São Paulo: Santos, 2002. p. 453.

Representação da atuação das forças $(\vec{P})$ e $(\vec{E})$ em um peixe, em diferentes níveis da coluna-d'água (**A**, **B** e **C**). Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

a) Diferencie força peso e empuxo.

b) Analisando a imagem, elabore uma explicação, utilizando esquemas com imagens e textos, para a atuação da bexiga natatória na flutuação dos peixes na coluna-d'água, considerando a densidade, a força peso e o empuxo.

c) Proponha um roteiro para investigar a atuação da bexiga natatória na flutuação dos peixes em ambientes com diferentes concentrações de sal, simulando os ambientes dulcícolas e salgados.

3. **(Unesp-SP)** Ao longo da evolução dos vertebrados, alguns grupos passaram a explorar o ambiente terrestre, o que demandou adaptações que permitissem o desenvolvimento do embrião nesse novo ambiente. A mais emblemática dessas adaptações talvez seja o âmnio, razão pela qual os répteis (incluindo as aves) e os mamíferos são chamados de amniotas.

A importância do âmnio está em

a) armazenar o vitelo, que será consumido pelo embrião durante seu desenvolvimento.

b) armazenar os resíduos metabólicos tóxicos que seriam lançados diretamente na água.

c) permitir que ocorram trocas gasosas que garantam a respiração do embrião.

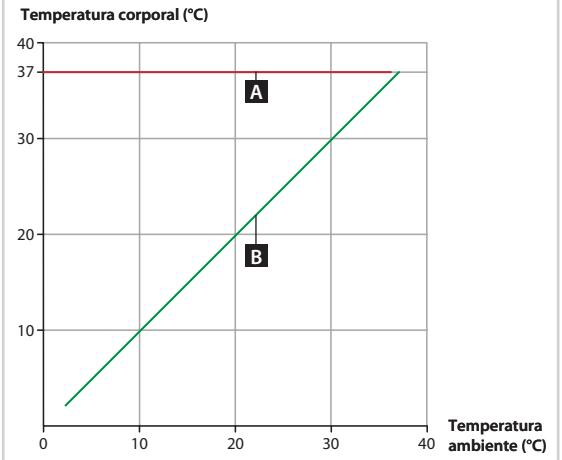
d) permitir que o embrião se desenvolva protegido de choques mecânicos e dessecação.

e) desenvolver uma rede de vasos que transportem nutrientes para o embrião.

Alternativa **d**.

4. Observe o gráfico abaixo.

ANIMAIS ECTOTÉRMICOS E ENDOTÉRMICOS



HELOÍSA PINTARELLI

Fonte: PURVES, W. K. et al. *Vida*: a ciência da Biologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 701.

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

MODERNA

a) O que você pode dizer a respeito da temperatura corporal do animal **A** e do animal **B** em relação à temperatura ambiente?

b) Qual dos animais é endotérmico e qual é ectotérmico? Justifique sua resposta.

c) Qual é a principal fonte de calor do animal **A** e do animal **B**?

5. **(Unicamp-SP)** Os anfíbios constituem um dos grupos de animais com maior número de espécies ameaçadas de extinção. Entre outras razões, isso ocorre porque eles são suscetíveis à contaminação por substâncias nocivas e à infecção por fungos. Os anfíbios apresentam tal suscetibilidade porque têm

a) hábitos aquáticos, que os tornam suscetíveis a predadores.

b) pulmões bem desenvolvidos, que acumulam impurezas e fungos.

c) sangue frio, que diminui a atividade de enzimas hepáticas.

d) pele úmida e permeável, que possibilita a respiração cutânea.

Alternativa **d**.

6. Leia o texto e a manchete a seguir.

O ser humano se relaciona com outros animais de diferentes maneiras. Algumas dessas relações, como as sinantrópicas, podem ser prejudiciais à saúde e ao bem-estar dos seres humanos.

Os animais sinantrópicos são aqueles que se favorecem das condições ambientais criadas pela urbanização. Esses animais invadem esses ambientais em busca de recursos, como abrigo e alimento.

Secretaria da Saúde faz alerta sobre dengue e leptospirose

TREICHEL, M. Secretaria da Saúde faz alerta sobre dengue e leptospirose. *GAZ*, Santa Cruz do Sul, 23 fev. 2020. Disponível em: <http://www.gaz.com.br/conteudos/regional/2020/02/23/162177-secretaria_da_saude_faz_alerta_sobre_dengue_e_leptospirose.html.php>. Acesso em: 13 maio 2020.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

a) Pesquise exemplos de animais considerados sinantrópicos, identificando o grupo de ser vivo ao qual cada um deles pertence.

b) Como a manchete pode ser relacionada com o texto?

c) Que condições, relacionadas às atividades humanas, favorecem a proliferação desses animais?

d) Qual é o efeito desses animais para a população humana?

e) Faça uma pesquisa junto aos órgãos ambientais e de saúde sobre possíveis problemas envolvendo animais sinantrópicos no município onde você vive. Faça um levantamento de dados e proponha medidas que ajudem a reduzir os danos na comunidade relacionados a esses animais.

Orientações no **Suplemento para o professor**.

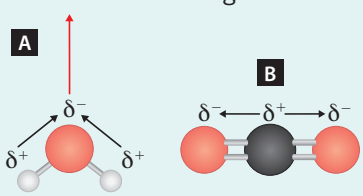
RETOMANDO O QUE ESTUDEI

Respostas no **Suplemento para o professor**.

Refletindo sobre o que estudou nesta unidade, responda às questões a seguir.

1. Em um período de tempo de dois minutos, caracterize a ligação metálica e a escreva no caderno. Após esse tempo, explique por que os metais são bons condutores de eletricidade.

2. Observe as imagens a seguir e classifique as substâncias em polares ou apolares. Explique como podemos classificá-las dessa forma apenas observando a geometria de sua molécula.



ILUSTRAÇÕES: CYNTHIA SEKIGUCHI

Representação de molécula de água (**A**) e de dióxido de carbono (**B**). Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

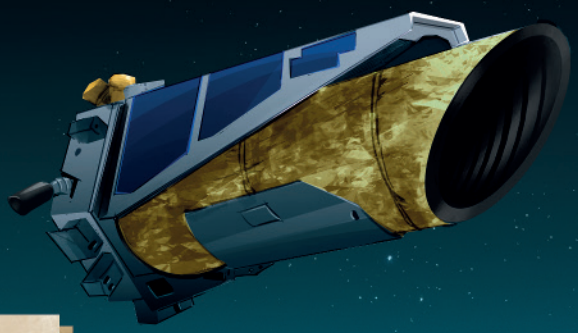
3. Explique de que forma o campo magnético terrestre contribui para a existência de vida na Terra.

4. O que você pode dizer a respeito das condições ambientais para haver diferentes formas de vida na Terra?

5. Em um período de tempo de um minuto, escreva em pedaços de papel termos ou expressões referentes à unidade. Após esse tempo, entregue os papéis ao professor e, com a turma, elabore um ou mais esquemas utilizando esses termos e expressões.

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

MODERNA



Lançada ao espaço em 2009, a sonda Kepler foi responsável por descobrir milhares de exoplanetas até o ano de 2018, quando foi substituída pelo telescópio Tess. Durante seu funcionamento observou, aproximadamente, 530 mil estrelas.

Leia a manchete a seguir.

3 bilhões de possibilidades de vida nos exoplanetas

Três em cada quatro estrelas do Universo têm planetas que poderiam abrigar seres vivos em condições extremas

MEDIAVILLA, D. 3 bilhões de possibilidades de vida nos exoplanetas. *El País*. Uberlândia, 23 jun. 2019. Universo. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2019/06/21/ciencia/1561119606_476119.html>. Acesso em: 13 maio 2020.

Ao longo de bilhões de anos, a Terra passou por diversas transformações, passando do *status* de um planeta rochoso inabitado para um planeta com condições adequadas para milhões ou talvez bilhões de espécies de seres vivos. Seria a Terra o único planeta que foi capaz de desenvolver condições que possibilitassem a vida? Os cientistas acreditam que não, como destaca a manchete. O que não se sabe ao certo, no entanto, é quais formas de vida existem além da Terra.

Campo magnético, atmosfera, luz solar, gás oxigênio em concentrações adequadas, temperaturas amenas e disponibilidade de água líquida. Essas são algumas condições essenciais à maioria das formas de vida terrestres que conhecemos. No entanto, estudos têm mostrado que essas condições não são essenciais a todas as formas de vida. Muitas delas podem suportar condições extremas, consideradas inadequadas a diversas espécies de seres vivos que conhecemos.

Nesse cenário é que surgiu a Astrobiologia, uma Ciência que alia diferentes áreas do conhecimento e que, entre outros objetivos, busca por vida além da Terra. Atualmente, existem dezenas de milhares de possibilidades de a vida se desenvolver em ambientes diferentes da Terra. Essas possibilidades incluem tanto astros do Sistema Solar como planetas fora dele e que orbitem uma estrela, os chamados exoplanetas.

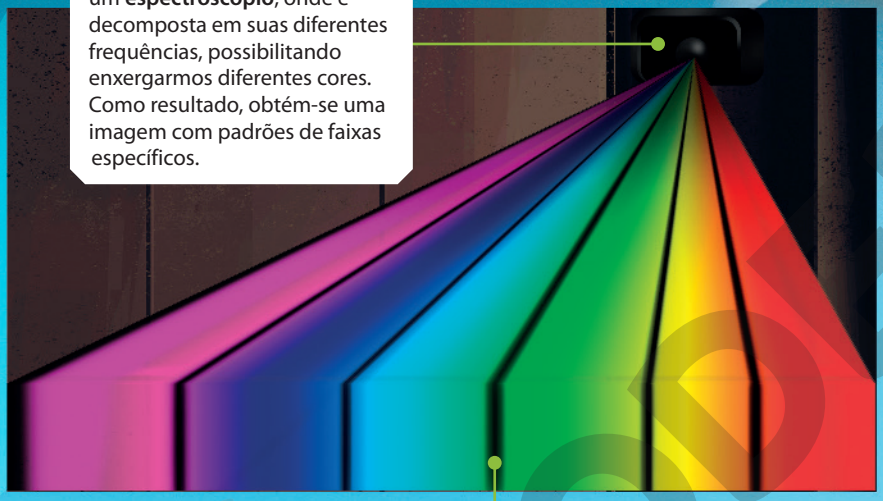
Afinal, o que os cientistas buscam nos outros astros do Universo? Eles buscam características semelhantes à Terra. Ser um planeta rochoso, ter um tamanho semelhante ou superior ao da Terra e estar na zona habitável são alguns critérios considerados. Conhecer as condições encontradas nos exoplanetas também pode auxiliar a determinar a real possibilidade de existir vida nesses astros, bem como sugerir as possíveis formas de vida que seriam capazes de habitá-los.

Representação de um observatório astronômico e da análise da composição atmosférica de um exoplaneta com uso da técnica de espectroscopia. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

A luz emitida pela estrela, ao redor da qual o planeta se movimenta, tem diversas frequências.

Ao atravessar a atmosfera do planeta, parte dessa luz é absorvida por elementos químicos que compõem essa camada de ar.

A luz que atravessa a atmosfera do planeta é captada em um **espectroscópio**, onde é decomposta em suas diferentes frequências, possibilitando enxergarmos diferentes cores. Como resultado, obtém-se uma imagem com padrões de faixas específicos.



O número de linhas escuras e suas posições no espectro de luz possibilitam determinar os elementos químicos na atmosfera do planeta. Nesse exemplo, temos a presença de água, gases metano (CH_4), oxigênio, ozônio (O_3) e carbônico (CO_2) na atmosfera do planeta.

A composição da atmosfera também é um requisito importante na busca por condições favoráveis à vida. Essa composição química pode ser determinada por meio da espectroscopia. Essa técnica se baseia na análise da luz emitida por uma estrela após ela atravessar a atmosfera do planeta em questão. Veja ao lado.

Fontes: NASA. *A Planet's Transmission Spectrum*. Disponível em: <https://exoplanets.nasa.gov/resources/297/a-planets-transmission-spectrum/>.
NASA. *Looking for life in all the right places*. Disponível em: <https://exoplanets.nasa.gov/what-is-an-exoplanet/how-do-we-find-life/>. Acessos em: 13 maio 2020.

A espectroscopia também possibilita determinar a massa dos exoplanetas, bem como a composição, a temperatura e a densidade de estrelas.

ALEXANDRE DE SOUZA

Respostas no **Suplemento para o professor**.

A Muitas das alterações pelas quais a Terra passou ao longo de sua formação e evolução ocorreram ao acaso. Você considera possível que algum exoplaneta apresente exatamente as mesmas condições que a Terra, possibilitando a existência de formas de vida semelhantes às observadas no passado e no presente do planeta em que vivemos? Argumente sua resposta.

B Com base em seus conhecimentos sobre as diferentes formas de vida da Terra, e as respectivas condições ambientais exigidas, que formas de vida você considera que, um dia, podemos encontrar em outros astros? Argumente sua resposta.

C Entreviste membros de sua família ou outros conhecidos, preferencialmente com diferentes idades, para obter a opinião deles a respeito da existência de vida em outros astros do Sistema Solar e do Universo. Em seguida, produza um texto dissertativo com citações dos entrevistados e informações científicas a respeito do assunto.

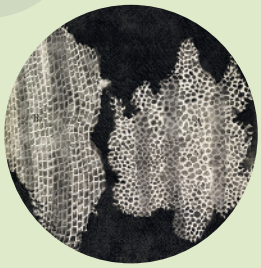
UNIDADE

2

Estudando a célula

Em dezembro de 2019, o mundo foi surpreendido com a notícia de um novo vírus, o SARS-CoV-2, capaz de infectar humanos e causar uma grave pneumonia. Transmitido por meio de secreções contaminadas do sistema respiratório, em poucos meses o vírus se disseminou para diversos continentes e nos vimos diante de uma pandemia. Como combater um inimigo invisível a olho nu e que diariamente causava a morte de milhares de pessoas no mundo? A Ciência e a tecnologia foram essenciais nessa batalha e conhecer as células e suas estruturas foi primordial para compreender a doença e buscar medidas de contenção.

O estudo celular se iniciou no século XVII, com a observação da primeira célula em microscópio, pelo cientista inglês Robert Hooke (1635-1703). As observações de Hooke, aliadas à evolução dos microscópios, deram início a uma série de outros estudos a respeito dessas unidades. O conhecimento sobre as células avançou muito ao longo do tempo, mas ainda há muito a ser estudado sobre essas unidades formadoras dos seres vivos.



ROYAL INSTITUTION OF GREAT BRITAIN/ SPL/FOTOARENA

Ilustração de células da cortiça, feita por Robert Hooke, no século XVII, ao observar o material em microscópio.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

A O que você sabe a respeito das células? Compartilhe as informações com os colegas.

B Por que podemos afirmar que o conhecimento sobre as células está diretamente relacionado aos avanços tecnológicos?

C Como o conhecimento das células pode auxiliar na manutenção da saúde humana?

CDC/SPL/FOTOARENA

Micrografia do vírus SARS-CoV-2 (estruturas coloridas), em microscópio eletrônico. Os vírus apresentados na imagem foram isolados do primeiro paciente com COVID-19, em Wuhan, China (2019). O SARS-CoV-2 apresenta aproximadamente 120 nm de diâmetro.

CAPÍTULO 1

Célula

Estrutura celular

Leia o trecho da reportagem a seguir.

Enfatize para os estudantes que as informações apresentadas no trecho da reportagem são resultado de uma pesquisa específica do início de 2020. Ao longo dos meses e anos, essas informações podem ser mantidas, complementadas ou refutadas.

Cientistas identificam como o novo coronavírus invade células humanas

Pesquisadores chineses usaram técnicas avançadas de microscopia para enxergar o local exato das células humanas onde se acopla o novo coronavírus, que já matou mais de 3.000 pessoas desde o fim de 2019. Os dados, que acabaram de sair na revista especializada Science, podem ajudar os cientistas a desenhar estratégias que bloqueiam com precisão a entrada do parasita microscópico.

[...]

A abordagem foi empregada para investigar a configuração de uma fechadura molecular específica da parte externa das células, que está presente em órgãos como os pulmões e o coração. Essa fechadura ou receptor, designada pela sigla ECA2 (enzima conversora de angiostensina 2), normalmente está associada à produção de uma substância importante para regular a pressão do sangue (a angiostensina), mas tem sua ação "sequestrada" por alguns vírus.

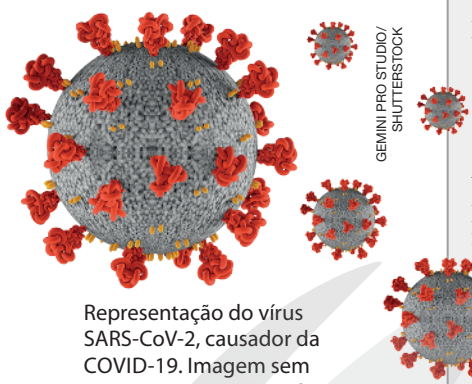
[...]

É na ECA2 que ambos os tipos de parasitas [vírus da Sars e novo coronavírus] fincam uma glicoproteína (ou seja, uma molécula que é parte proteína, parte açúcar), a chamada proteína S, que permite que os vírus se fundam à membrana das células humanas e as invadam. [...].

LOPES, R. J. Cientistas identificam como o novo coronavírus invade células humanas. *Folha de S. Paulo*, 4 mar. 2020. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/2020/03/cientistas-identificam-como-o-novo-coronavirus-invade-celulas-humanas.shtml>. Acesso em: 2 abr. 2020. © Folhapress

Respostas no **Suplemento para o professor**.

1. Qual é a importância dos estudos científicos e dos cientistas para a saúde humana?
2. A tecnologia auxilia a saúde humana? Justifique sua resposta.
3. Em relação à pandemia de COVID-19, qual é a importância de conhecer a célula humana?



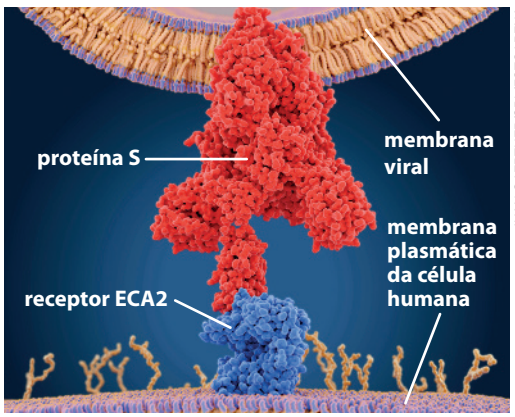
GEMINI PRO STUDIO/SHUTTERSTOCK

Representação do vírus SARS-CoV-2, causador da COVID-19. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

O conhecimento de que todos os seres vivos são formados por células faz parte da chamada Teoria celular, proposta inicialmente pelo fisiologista alemão Theodor Schwann (1810-1882). Já o termo célula (do latim, *cellula*, que significa cubículo ou cela) foi inicialmente sugerido pelo cientista inglês Robert Hooke para se referir às pequenas cavidades que identificou ao observar um pedaço de cortiça em microscópio.

O ser humano é composto de trilhões de células, as quais atuam de modo coordenado para o funcionamento adequado do organismo. No entanto, as células não são apenas unidades formadoras do corpo humano e dos demais seres vivos. Elas são, por exemplo, o alvo de diversos patógenos, como os vírus citados no trecho da reportagem.

Sendo assim, conhecer as células, sua estrutura e seu funcionamento, bem como o papel de cada uma de suas biomoléculas, possibilita compreender o funcionamento do corpo humano e os mecanismos de atuação de patógenos, por exemplo, auxiliando a Ciência a encontrar medidas de contenção, prevenção e tratamento de diversas doenças.



JUAN GAERTNER/SPL/FOTOARENA

Representação da interação do vírus SARS-CoV-2, causador da COVID-19, com a célula humana. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Cortiça: material obtido da parte externa do caule de uma planta conhecida como sobreiro, muito utilizada na confecção de rolhas de garrafas.

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

MODERNA

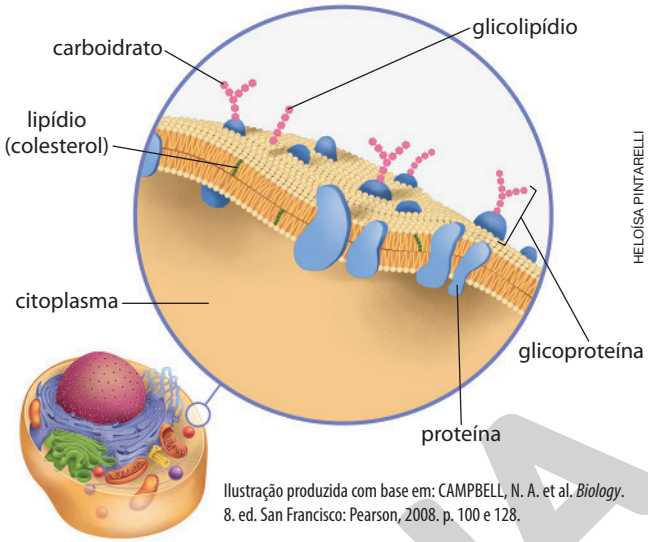
A química das células

4. Se lhe perguntassem o que uma bactéria, uma planta e um ser humano têm em comum, qual seria sua resposta?

As células são constituídas de diferentes moléculas, sendo grande parte delas orgânicas. Entre elas, podemos citar pequenas moléculas, como ácidos graxos, aminoácidos e nucleotídios, que podem se unir e formar moléculas maiores, como proteínas, ácidos nucleicos e polissacarídios.

Essas moléculas estão distribuídas nas diferentes estruturas celulares, como citoplasma, membrana plasmática e, no caso de células eucarióticas, núcleo. Algumas dessas moléculas são utilizadas por patógenos, como o SARS-CoV-2, mencionado no trecho de reportagem da página anterior, para invadir as células humanas.

A seguir, vamos conhecer um pouco mais sobre algumas das principais moléculas constituintes das células.



HELOÍSA PINTARELLI

Ilustração produzida com base em: CAMPBELL, N. A. et al. *Biology*. 8. ed. San Francisco: Pearson, 2008. p. 100 e 128.

Representação da membrana plasmática de célula animal eucariótica. A membrana celular é uma estrutura composta de diferentes moléculas, incluindo lipídios, carboidratos e proteínas*. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

*Cada um dos elementos identificados na estrutura da membrana será abordado com mais detalhes ao longo deste capítulo.

4. Espera-se que os estudantes respondam que além de serem compostos de uma ou mais células, por serem seres vivos, uma possível resposta seria que eles apresentam uma química celular semelhante.

Água

A água é uma substância inorgânica e o componente mais abundante das células, correspondendo a cerca de 70% da massa celular. Sua porcentagem no organismo pode variar de acordo com diferentes fatores, como a idade. Em seres humanos, por exemplo, essa quantidade é menor em idosos, quando comparados a recém-nascidos.

A molécula de água (H_2O) é composta de dois átomos de hidrogênio (H) e um átomo de oxigênio (O). O modo como ocorre a interação entre esses átomos e entre as moléculas de água garante a essa substância características únicas, que nenhuma outra molécula apresenta.

As reações químicas celulares ocorrem em meio aquoso, ou seja, em meio provido de água. Dessa forma, a água líquida é essencial para as atividades celulares e, consequentemente, para o funcionamento celular e do organismo. Além disso, por causa de suas características químicas, a água é considerada um solvente universal, sendo capaz de dissolver uma ampla variedade de materiais, chamados solutos. Por essa razão, a água também atua no transporte de inúmeros materiais, como nutrientes, gases e resíduos, no interior das células e entre elas.

Nem todas as substâncias se dissolvem na água. As que se dissolvem são chamadas hidrofílicas e as que não se dissolvem, hidrofóbicas.

Além de possibilitar diversas reações químicas, a água pode participar como reagente dessas reações, possibilitando, por exemplo, a síntese de nutrientes, de enzimas e de hormônios do corpo humano. Ela também atua na quebra de moléculas de nutrientes reduzindo seu tamanho para que possam ser absorvidas pelo corpo humano e utilizadas pelas células como fonte de energia.

Outra característica da água é seu alto calor específico, ou seja, ela precisa absorver ou dissipar grande quantidade de calor para alterar sua temperatura em 1°C. Essa característica contribui para a manutenção da temperatura do corpo dos seres vivos e consequentemente das células, favorecendo seu funcionamento adequado. Isso porque, como você verá ainda neste capítulo, diversas reações químicas são mediadas por enzimas, proteínas que apresentam um funcionamento adequado em temperaturas específicas.

CAMERON WHITMAN/SHUTTERSTOCK

Pessoa suando. O suor é uma importante forma de controlar a temperatura corporal na maioria dos mamíferos, como os seres humanos. Ao evaporar, a água do suor presente na superfície da pele absorve calor do organismo, reduzindo a temperatura corpórea.

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

EXCLUSIVA

Carboidratos

5. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito desses nutrientes para então, ao longo do capítulo, capacitá-los a compreender essa importância em nível celular e não apenas em nível de organismo.

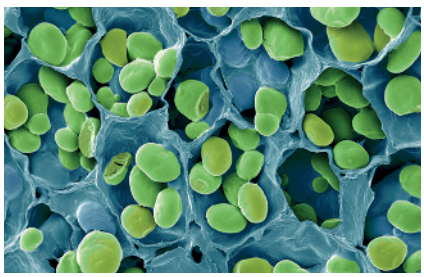
5. Qual é a importância dos carboidratos para o organismo?

Nas células, os carboidratos, também chamados hidratos de carbono, participam da formação da membrana plasmática, onde se associam a proteínas (glicoproteínas) e lipídios (glicolipídios). Nas membranas, a porção dos carboidratos fica sempre voltada para a parte externa da célula, formando uma espécie de camada de carboidratos. Essa camada exerce diferentes papéis na célula, como a proteção contra estresses mecânico e químico, a comunicação entre as células, a adesão delas entre si, o local de interação de diversos patógenos, entre outras funções. Por se ligarem a moléculas de água, os carboidratos na membrana celular também mantêm as células lubrificadas, facilitando sua movimentação.

Os carboidratos são a principal fonte de energia nas células. Esses componentes orgânicos também podem atuar no armazenamento de energia, sob a forma de glicogênio, em animais, e na forma de amido, em vegetais, por exemplo. Além disso, também estão presentes no material genético dos seres vivos, fazendo parte do DNA e do RNA.

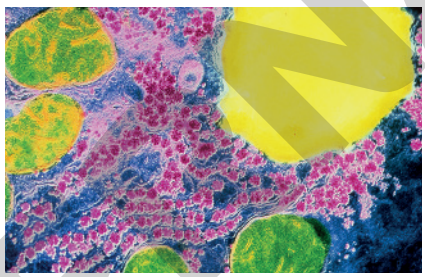
6. Como a energia contida nas moléculas de carboidratos pode ser disponibilizada para as células do corpo humano?

Para essa energia ser disponibilizada para a célula, os carboidratos precisam ser transformados, por meio da respiração celular, em moléculas acessíveis de energia – as moléculas de ATP (adenosina trifosfato).



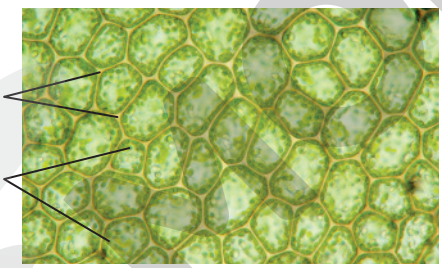
STEVE GSCHMEISSNER/SPL/FOTOARENA

Micrografia de sementes de feijão em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 800 vezes. Cores artificiais. Os grãos de amido (em verde) ficam armazenados no interior de estruturas chamadas amiloplastos (em azul).



CNRI/SPL/FOTOARENA

Micrografia de célula do fígado (hepatócito) humano em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 9 000 vezes. Cores artificiais. O glicogênio (em rosa) armazenado no fígado é requisitado quando há redução da concentração de glicose no sangue, por exemplo.



JOHN DURHAM/SPL/FOTOARENA

Micrografia de células de um musgo em microscópio óptico. Aumento aproximado: 400 vezes. Cores artificiais.

Alguns carboidratos auxiliam na estruturação das células e na proteção do corpo dos seres vivos. A quitina, por exemplo, é um carboidrato que constitui o exoesqueleto dos artrópodes e a parede celular de fungos. Já as células vegetais apresentam celulose em suas paredes.

De acordo com sua constituição, os carboidratos são classificados em monossacarídios, dissacarídios ou polissacarídios.

*A letra n, na fórmula química geral, representa a variável, ou seja, o número que se altera.

A fórmula química geral dos **monossacarídios**, tipo mais simples de carboidrato, é $(CH_2O)^*_n$. A maioria deles apresenta cinco ou seis átomos de carbono (C), sendo chamados pentoses e hexoses, respectivamente. Como exemplos desse tipo de carboidrato, podemos citar a glicose $(C_6H_{12}O_6)$, a ribose $(C_5H_{10}O_5)$ e a frutose $(C_6H_{12}O_6)$.

A união de dois monossacarídios resulta na formação de **dissacarídios**, como a sacarose $(C_{12}H_{22}O_{11})$, que é formada pela união de uma molécula de glicose com uma de frutose. Outro exemplo é a lactose $(C_{12}H_{22}O_{11})$, formada pela união de uma molécula de galactose com uma de glicose.

Quando um carboidrato é constituído de diversos monossacarídios, ele recebe o nome de **polissacarídio**, como é o caso do amido, da celulose e do glicogênio.

! O tipo de carboidrato é determinado não apenas pela quantidade de átomos de um certo elemento químico em cada molécula, mas também como esses elementos se ligam entre si. A fórmula química $C_6H_{12}O_6$, por exemplo, representa tanto a glicose como a galactose e a manose.

7. Qual é o processo realizado por organismos autótrofos que resulta na produção de carboidratos, mais especificamente, glicose? A fotossíntese.

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

Lipídios

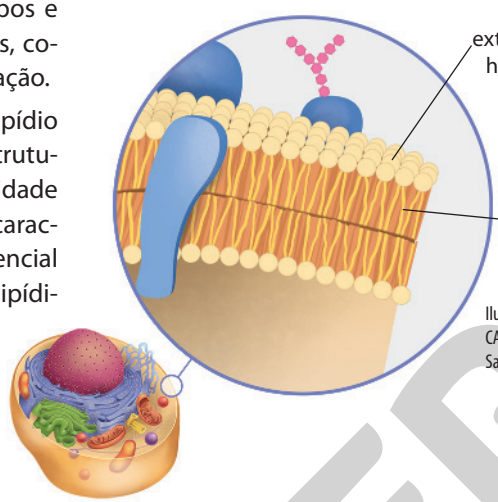
8. Qual é a importância dos lipídios para o organismo?

Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito desses nutrientes para então, ao longo do capítulo, capacitá-los a compreender essa importância em nível celular e não apenas em nível de organismo.

Os lipídios são substâncias orgânicas, também conhecidas como gorduras. Uma das características químicas dos lipídios é a de ser solúvel em substâncias orgânicas, como o éter, e praticamente insolúvel em água. Há, no entanto, alguns lipídios anfipáticos, ou seja, que apresentam porções hidrofílicas e porções hidrofóbicas. Esse é o caso dos lipídios que compõem as membranas plasmáticas.

Os lipídios podem ser de diferentes tipos e desempenhar diferentes papéis nas células, como o estrutural, o energético e o de sinalização.

Os **fosfolipídios** são o principal tipo de lipídio encontrado em membranas celulares. A estrutura dessa molécula apresenta uma extremidade hidrofílica e uma cauda hidrofóbica. Essa característica anfipática dos fosfolipídios é essencial para a formação da estrutura de bicamada lipídica da membrana plasmática.



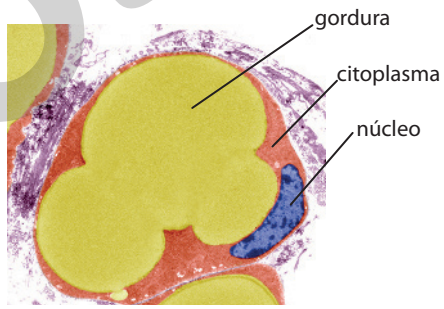
HELOÍSA PINTARELLI

Ilustração produzida com base em: CAMPBELL, N. A. et al. *Biology*. 8. ed. San Francisco: Pearson, 2008. p. 100 e 128.

Representação da bicamada lipídica, característica das membranas plasmáticas. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Além dos fosfolipídios, as membranas apresentam outros tipos de lipídios, como os glicolipídios, resultantes da associação de lipídios com açúcares, que atuam na sinalização intracelular. Há também os **esteróis**, tipo de lipídio presente na membrana celular da maioria dos eucariotos. Entre esses lipídios podemos citar o colesterol, presente em células de animais. De modo geral, esse lipídio ajuda a reforçar a estrutura da membrana, tornando-a mais rígida e menos permeável. Além disso, ele é utilizado pela célula na síntese de hormônios sexuais, de sais biliares e da vitamina D.

Os **triacilgliceróis** são lipídios de armazenamento energético e os mais abundantes na natureza. As gorduras animais e os óleos vegetais são compostos de triacilgliceróis. Nas células humanas, esse tipo de gordura é armazenado em células específicas, chamadas adipócitos. Em casos de demanda energética, essas células liberam seu conteúdo na corrente sanguínea, que o distribui às células específicas, como as musculares. Os lipídios de armazenamento são considerados uma importante fonte de energia, uma vez que sua degradação disponibiliza à célula cerca de seis vezes mais energia que a degradação da glicose.

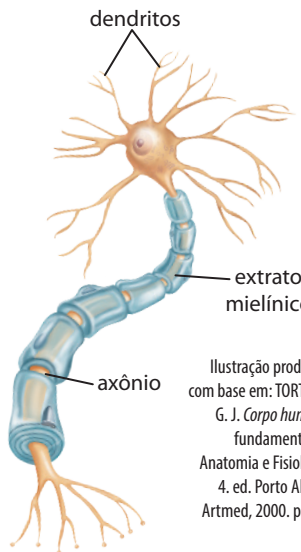


STEVE GSCHMEISSNER/SPL/FOTOARENA

Micrografia de adipócitos humanos em microscópio eletrônico. Aumento aproximado: 4 000 vezes. Cores artificiais.

Os **esfingolipídios** são lipídios de membrana, e seu precursor estrutural é a ceramida. Um exemplo são as esfingomielinas, lipídios encontrados no axônio de alguns neurônios, nos quais se observa a formação do extrato mielínico ou bainha de mielina.

As **ceras** são outros exemplos de lipídios de armazenamento energético. Elas estão presentes nas glândulas de vertebrados, protegendo pelos e pele – nas aves marinhas, ajudam a manter suas penas impermeáveis à água – e também são a forma de armazenamento de energia de alguns seres vivos, como o plâncton marinho.



DANI MOTA

Ilustração produzida com base em: TORTORA, G. J. *Corpo humano*: fundamentos de Anatomia e Fisiologia. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000. p. 209.

Representação de neurônio humano. A presença dessa camada descontínua, rica em lipídios, nos neurônios, aumenta a velocidade de transmissão do impulso nervoso. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

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

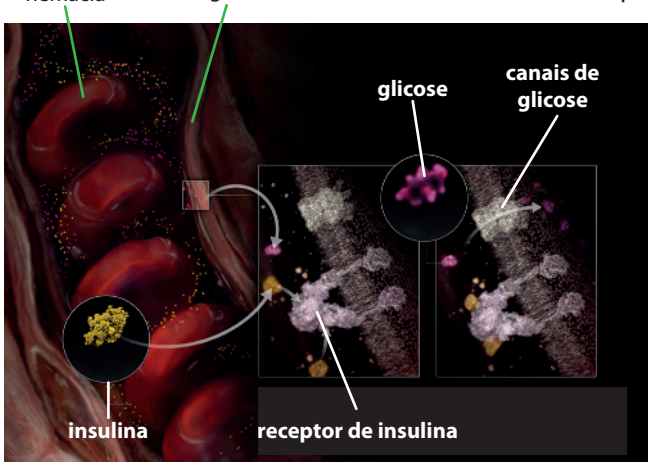
MODERNA

Proteínas

9. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito desses nutrientes, para então, ao longo do capítulo, capacitá-los a compreender essa importância em nível celular e não apenas em nível de organismo.

9. Qual é a importância das proteínas para o organismo?

A estrutura básica da membrana plasmática é semelhante em todas as células, ou seja, uma bicamada lipídica permeada por outras moléculas orgânicas. No entanto, a composição proteica dessas estruturas celulares é bastante variável e está diretamente relacionada com o tipo de célula e o papel que ela desempenha no organismo.

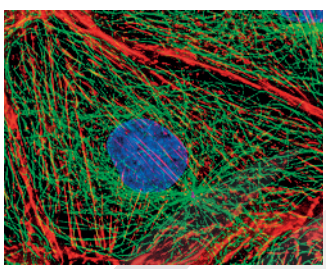


THEVISUALMD/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

Representação da sinalização celular envolvida no controle de glicose no sangue. A molécula do hormônio insulina se liga a uma proteína de membrana (receptor), que, em seguida, sinaliza canais de glicose para que se abram e possibilitem a entrada de glicose na célula. Essa entrada reduz a quantidade de glicose no sangue. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

As células não são unidades isoladas. Elas se comunicam entre si e são capazes de responder a estímulos externos, tanto ambientais quanto celulares. Como ocorre essa comunicação? A troca de informações e a geração de resposta intracelular e intercelular pode ser intermediada por diferentes moléculas sinalizadoras, como aminoácidos, proteínas, hormônios, nucleotídios e gases. De modo geral, tais moléculas se ligam a receptores específicos na membrana, como proteínas, as quais podem atuar como canais, possibilitando a passagem de moléculas para o interior da célula; ativar outras moléculas intracelulares; ou gerar sinais específicos.

Além de comporem a membrana plasmática, as proteínas são constituintes do citoesqueleto, uma rede de filamentos proteicos que compõem o citoplasma das células. Embora alguns de seus componentes estejam presentes em células procarióticas, o citoesqueleto é mais evidente em células eucarióticas.



DR ALEXEY KHODJAKOV/SPL/FOTOARENA

Micrografia de célula de rim de mamífero em microscópio óptico. Aumento aproximado: 500 vezes. Cores artificiais. O citoesqueleto é composto de diferentes tipos de proteínas, como microtúbulos de tubulina (em verde) e filamentos de actina (vermelho). O núcleo está colorizado em azul.

As células eucarióticas são complexas e precisam manter seus componentes organizados, bem como coordenar a distribuição de moléculas em seu interior. Essa organização é mantida pelo citoesqueleto. Além disso, essa rede proteica ajuda a manter a estrutura celular, inclusive do núcleo, atua no posicionamento e movimentação de organelas, auxilia no transporte interno de moléculas e na divisão celular, possibilita a movimentação das células no corpo, entre outras funções. Dessa forma, o citoesqueleto é essencial para que as células e o organismo, como um todo, permaneçam funcionando adequadamente.

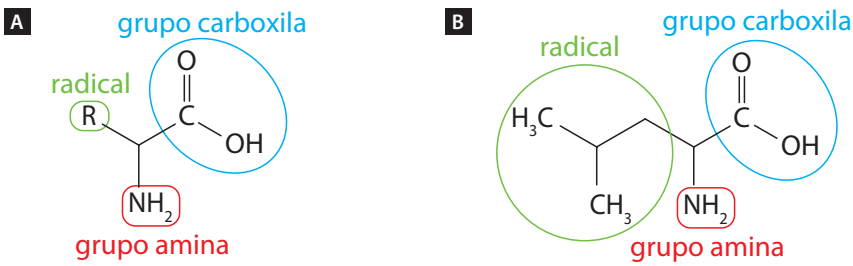
Além disso, as proteínas são constituintes de cílios e flagelos, presentes em diferentes tipos celulares e seres vivos. Essas estruturas atuam, por exemplo, na movimentação da célula ou de materiais na superfície celular.*

As proteínas são essenciais às células e consequentemente aos seres vivos. Afinal, o que são proteínas?

As proteínas são substâncias orgânicas que apresentam diferentes formas e funções. Elas são constituídas de **aminoácidos**, moléculas que apresentam um grupo amino,** um grupo carboxila e uma cadeia lateral, genericamente chamada radical, que varia de acordo com o tipo de aminoácido. Mais detalhes sobre essas estruturas químicas serão vistos nos próximos capítulos.

*Comente com os estudantes que as células ciliadas do trato respiratório humano, por exemplo, ajudam a remover muco e partículas de poeira que atingem alguns órgãos, como a traqueia.

** Exceto a prolina, que contém um grupo imino (representado por –NH) em vez do grupo amino.



Representação da estrutura geral de um aminoácido (**A**) e da estrutura do aminoácido leucina (**B**).

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

Nos seres humanos, os aminoácidos essenciais são histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina.

Todos os seres vivos apresentam 20 tipos de aminoácidos. No entanto, nem todo ser vivo produz todos os aminoácidos necessários ao funcionamento adequado de seu organismo. Aqueles que não são produzidos pelo organismo são chamados **aminoácidos essenciais**. Já os produzidos naturalmente pelo organismo são chamados **aminoácidos naturais**. No caso do ser humano, apenas 11 dos 20 aminoácidos são naturais.

As inúmeras possibilidades de combinação entre os 20 aminoácidos resultam em uma ampla diversidade de proteínas. Para formar essas macromoléculas, os aminoácidos se unem por meio de **ligações peptídicas** e, por isso, recebem o nome de **peptídios**.

Quando a molécula é composta de dois aminoácidos ligados, ela é chamada de dipeptídio; se houver três aminoácidos, chama-se tripeptídio; quando há muitos aminoácidos, recebem o nome de polipeptídio.

Estrutura proteica

A união de inúmeros peptídios resulta em cadeias polipeptídicas; as proteínas são formadas por uma ou mais dessas cadeias. A estrutura da proteína é determinada pela sequência de aminoácidos, pela forma como eles se dispõem em relação aos outros e pelo modo como estabelecem interações entre si.

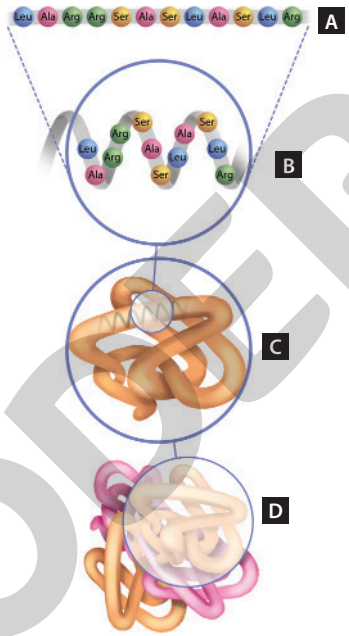
As proteínas apresentam basicamente quatro níveis estruturais. Veja a seguir.

A **estrutura primária** é a sequência linear de aminoácidos na cadeia polipeptídica. Já a **estrutura secundária** apresenta a sequência de aminoácidos como um fio que se torce, formando uma estrutura helicoidal, chamada α-hélice.

Algumas proteínas são formadas por cadeias de aminoácidos, nas quais a estrutura em hélice se dobra várias vezes sobre si mesma, adquirindo uma estrutura tridimensional chamada **estrutura terciária**.

Existem proteínas formadas por duas ou mais sequências de aminoácidos enoveladas (cadeias polipeptídicas ou subunidades), idênticas ou não, que se unem quimicamente, assumindo a chamada **estrutura quaternária**.

A estrutura proteica está intimamente relacionada com a funcionalidade da proteína. Dessa forma, alterações estruturais podem interferir no papel da proteína no organismo.



HELOISA PINTARELLI

Representação simplificada das estruturas primária (**A**), secundária (**B**), terciária (**C**) e quaternária (**D**) de uma proteína. Os aminoácidos podem ser representados por letras. Nesse exemplo: Ala (alanina), Ser (serina), Leu (leucina), Arg (arginina). Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustração produzida com base em: NELSON, D. L. et al. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. p. 92.

10. De que maneira o ser humano pode adquirir os aminoácidos essenciais ao organismo?

Por meio da alimentação. Alguns estudantes podem citar os suplementos alimentares.

Desnaturação de proteínas

A febre caracteriza-se pelo aumento da temperatura média do corpo humano, aproximadamente 37 °C. Esse estado serve de alerta de que algo está inadequado no organismo, sendo comumente relacionada a inflamações ou infecções. Embora a febre seja uma das formas que o organismo tem de eliminar patógenos, por exemplo, essa condição pode ser prejudicial às células e, por isso, deve ser rapidamente controlada.

Infecção: invasão e multiplicação de estruturas do corpo por agentes patogênicos.

Inflamação: resposta localizada na lesão ao tecido, que visa destruir ou isolar o agente infeccioso ou o tecido, caracterizando-se por vermelhidão, dor e calor, por exemplo.

ANTONIO MOLINA/FOTOARENA

Mensuração da temperatura corpórea de pessoas, na entrada do município de Itanhaém, São Paulo (2020), durante a pandemia de COVID-19. Um dos possíveis sintomas da infecção pelo SARS-CoV-2 é a febre. Por isso, a mensuração da temperatura corporal foi uma das estratégias adotadas para evitar o contato de possíveis portadores do vírus com outras pessoas.

11. Por que a febre pode causar prejuízos ao organismo?

O objetivo desta questão é levar os estudantes a refletirem sobre a importância da manutenção da temperatura média do corpo. Eles podem comentar que diversas reações químicas ocorrem em temperaturas específicas e muitas moléculas também, como é o caso de proteínas. Além disso, essas moléculas podem perder sua funcionalidade em temperaturas muito elevadas ou as células podem ser prejudicadas com temperaturas muito baixas.

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

MODERNA

GREGORY GERBER/ SHUTTERSTOCK

DMITRIY KRASKO/ SHUTTERSTOCK

Carne bovina crua (**A**) e assada (**B**). A temperatura elevada durante o preparo de alimentos resulta na desnaturação da mioglobina, uma das proteínas encontradas nos músculos. Uma das consequências dessa desnaturação é a cor alterada da carne após o cozimento.

Uma das possíveis consequência da febre é a desnaturação de proteínas. Esse processo é caracterizado pela mudança na estrutura da proteína e que, geralmente, resulta na perda da função dessa molécula. A desnaturação pode ser decorrente de fatores físicos e químicos, como alterações de temperatura, pH e exposição a determinados ácidos e bases.

Enzimas

Metabolismo: conjunto de reações químicas executadas pelas células.

Uma das características dos seres vivos é o metabolismo. Naturalmente, a maioria dessas reações ocorreriam apenas em temperaturas mais elevadas do que a do corpo humano e, consequentemente, de suas células. Como, então, é possível a existência do metabolismo? Isso é possível graças às enzimas, um grupo de moléculas formado principalmente por proteínas, que catalisam e aceleram reações químicas nos seres vivos.

Cada enzima atua em um tipo específico de reação química e sobre um tipo específico de substrato. Além disso, as enzimas podem intermediar tanto reações de degradação, o chamado catabolismo, como de formação de moléculas, o chamado anabolismo.

Cada enzima tem um sítio ativo, no qual se liga o substrato, ou seja, a molécula que sofrerá a ação da enzima (**1**). Essa ligação resulta na formação do complexo enzima-substrato (**2**). Transcorrida a reação química, forma-se um complexo enzima-produto (**3**).
O produto é liberado e a enzima fica disponível para se ligar a outro substrato, participando de outra reação química (**4**).

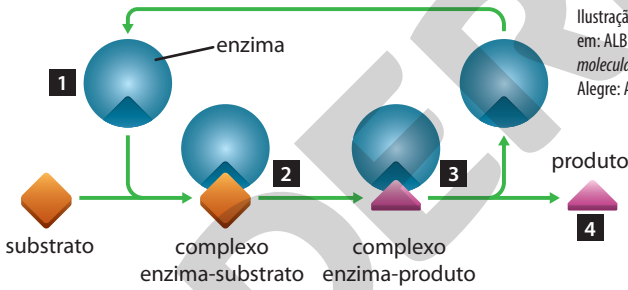


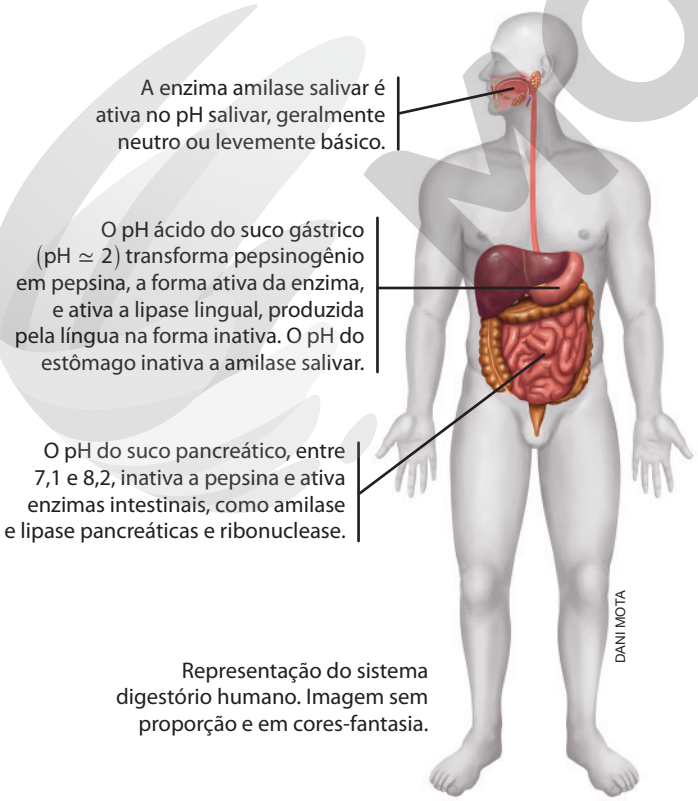
Ilustração produzida com base em: ALBERTS, B. et al. *Biologia molecular da célula*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 74.

HELOÍSA PINTARELLI

Representação da especificidade de enzimas. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A ação das enzimas depende de alguns fatores, como o pH (potencial hidrogeniônico) e a temperatura, os quais podem alterar a conformação da enzima e, dessa maneira, modificar ou impedir sua atuação.

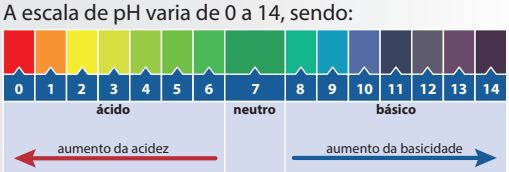
As enzimas envolvidas no processo de digestão dos alimentos, por exemplo, apresentam valores de pH específicos para sua atuação. Dessa forma, ao longo do trato digestório, observa-se variação do pH no interior das estruturas do sistema digestório.



DANI MOTA

Representação do sistema digestório humano. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A escala de pH varia de 0 a 14, sendo:



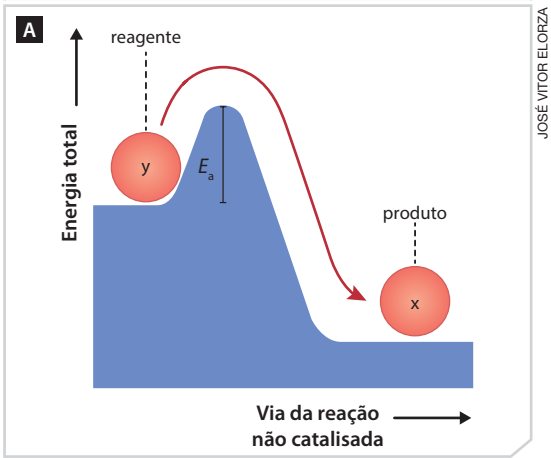
KEITHY MOSTACHI

Representação da escala de pH.

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

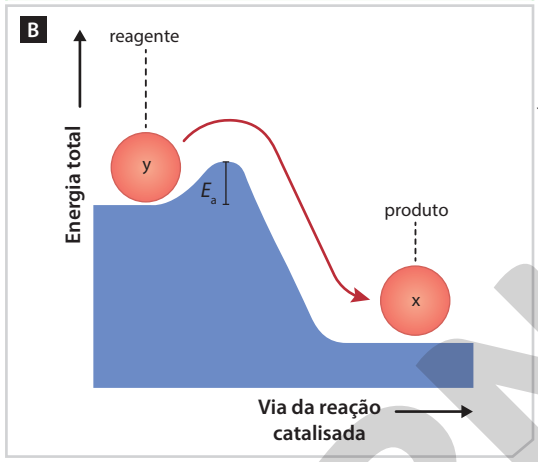
Para que as reações químicas ocorram, é necessária uma quantidade específica de energia inicial, a chamada **energia de ativação**. Essa pode ser considerada uma barreira energética que precisa ser vencida para que ocorra a reação química. Observe os gráficos abaixo.

ENERGIA DE ATIVAÇÃO (E_a) EM REAÇÃO QUÍMICA NA AUSÊNCIA DE ENZIMA



JOSÉ VITOR ELORZA

ENERGIA DE ATIVAÇÃO (E_a) EM REAÇÃO QUÍMICA NA PRESENÇA DE ENZIMA



JOSÉ VITOR ELORZA

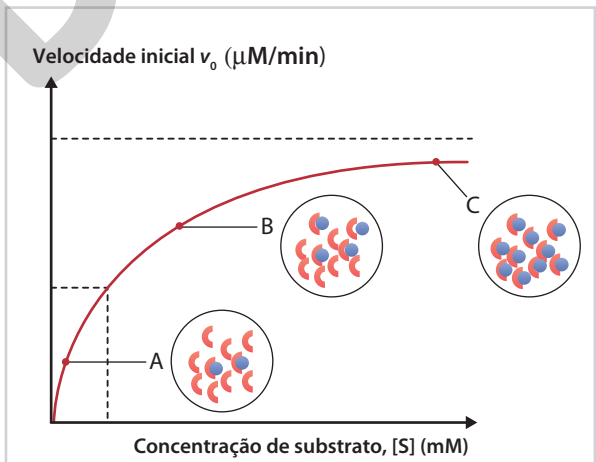
Fonte: ALBERTS, B. et al. *Biologia molecular da célula*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 73.

Como você pode perceber ao analisar os gráficos acima, as enzimas reduzem a energia de ativação das reações químicas, graças à sua ligação com o substrato, facilitando sua ocorrência e aumentando sua velocidade. Por essa razão, as enzimas também são conhecidas como **catalisadores biológicos**.

12. O que você concluiu ao analisar e comparar os gráficos acima?

A velocidade das reações químicas mediadas por enzimas sofre influência de diferentes fatores, como a concentração de enzimas e de substratos. De modo geral, quanto maior for a concentração de enzima no meio, para uma quantidade fixa de substrato, maior será a velocidade da reação química. Já em relação à concentração do substrato, observe o gráfico ao lado.

INFLUÊNCIA DO AUMENTO DA CONCENTRAÇÃO DO SUBSTRATO SOBRE A VELOCIDADE DA REAÇÃO QUÍMICA



RENAN OLIVEIRA

Fonte: NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. p. 195.

13. O que você pode concluir a respeito da concentração de substrato e da velocidade da reação química?

Para uma concentração fixa de enzimas, a reação química se torna mais rápida conforme aumenta a concentração de substrato no meio (**A** e **B**). Esse aumento, no entanto, ocorre até o estado em que todas as enzimas disponíveis estão ligadas ao substrato, formando complexo enzima-substrato (**C**). Nesse ponto, o aumento na concentração de substrato não interfere na rapidez da reação. À medida que o substrato se converte em produto a velocidade da reação tende a diminuir.

Sais minerais e vitaminas

Em muitas reações de catálise, as enzimas precisam se associar a outras moléculas ou íons, chamados cofatores. Estes não fazem parte da proteína, mas auxiliam em sua atividade. Entre os cofatores, podemos citar os sais minerais e as vitaminas.

Dessa maneira, ambos os grupos de moléculas ajudam a regular as atividades enzimáticas. Além disso, tais moléculas participam de diversas outras reações químicas no organismo, sendo, portanto, essenciais para o funcionamento e o desenvolvimento adequados do organismo.

12. Espera-se que os estudantes reconheçam que, na presença de enzima (gráfico **B**), a energia de ativação é menor, ou seja, a reação é facilitada e ocorre mais rapidamente quando comparado com a reação em que ela não está presente (gráfico **A**).

13. Espera-se que os estudantes comentem que quanto maior for a concentração do substrato [S], mais rápida será a reação química.

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

MODERNA

ALEXANDER RATHS/ SHUTTERSTOCK

Alimentos variados, de origem animal e vegetal.

14. Qual é a importância de uma alimentação variada e equilibrada?

Os sais minerais são substâncias inorgânicas representadas, por exemplo, por cálcio (Ca), fósforo (P), enxofre (S), sódio (Na), potássio (K), cloro (Cl), magnésio (Mg), ferro (Fe), iodo (I), cobre (Cu), zinco (Zn) e flúor (F). Já as vitaminas são compostos orgânicos que podem ser classificadas em hidrossolúveis (B_1, B_2, B_3, B_5, B_6, B_9, B_{12} e C) ou lipossolúveis (A, D, E e K). Para serem absorvidas, as vitaminas lipossolúveis precisam de sais biliares e lipídios. As hidrossolúveis, por sua vez, são absorvidas no sistema digestório com a água, e depois se dissolvem nos fluidos corporais.

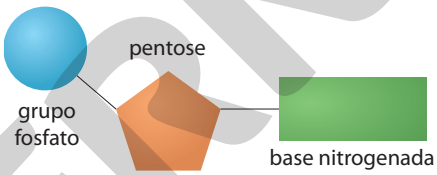
Os sais minerais e a quase totalidade das vitaminas não são produzidos no organismo. Por isso, eles precisam ser adquiridos, principalmente, por meio da alimentação.

14. Espera-se que os estudantes reconheçam que os alimentos apresentam diferentes tipos de nutrientes e em quantidades variadas. Assim, para garantir a disponibilidade de nutrientes adequados e em quantidade suficiente para o organismo, é preciso consumir alimentos variados e em quantidade adequada.

Ácidos nucleicos

Todos os seres vivos possuem material genético*, sob a forma de ácido desoxirribonucleico (DNA) e ácido ribonucleico (RNA), chamados coletivamente de ácidos nucleicos. Essas moléculas são constituídas de inúmeros nucleotídios, ligados entre si.

Os nucleotídios são unidades relacionadas ao armazenamento e à disponibilização de informações genéticas, por meio da orientação da síntese de proteínas. Cada unidade é composta de uma pentose, uma base nitrogenada e um grupo fosfato (PO_4^{3-}). A pentose pode ser desoxirribose ou ribose e as bases nitrogenadas podem ser de cinco tipos: adenina (A), guanina (G), citosina (C), timina (T) e uracila (U).



Representação de nucleotídio. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

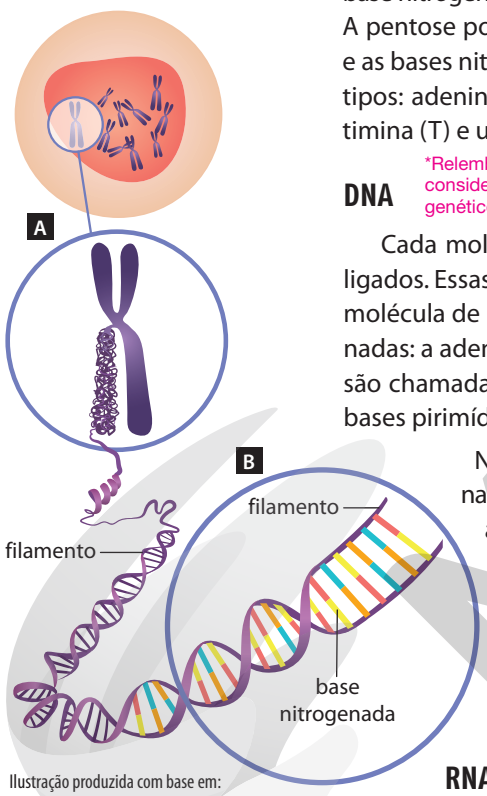
*Relembre os estudantes que os vírus não são considerados seres vivos, mas apresentam material genético – DNA ou RNA.

DNA

Cada molécula de DNA é formada por duas cadeias (filamentos) de nucleotídios ligados. Essas cadeias se torcem entre si e, por isso, recebem o nome de dupla hélice. A molécula de DNA apresenta a desoxirribose e pode ter quatro tipos de bases nitrogenadas: a adenina (A), a timina (T), a citosina (C) e a guanina (G). A adenina e a guanina são chamadas de bases púricas ou purinas, e a citosina e a timina são denominadas bases pirimídicas ou pirimidinas.

Na molécula de DNA, a adenina (A) sempre se pareia com a timina (T), e a citosina (C) sempre se pareia com a guanina (G). Alguns trechos do DNA orientam a formação de proteínas, sendo responsáveis pelas características geneticamente determinadas no indivíduo. Essas características podem ser transmitidas ao longo das gerações por meio da reprodução.

Ilustração produzida com base em: GRIFFITHS, A. J. F. et al. *Introdução à Genética*. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 232.



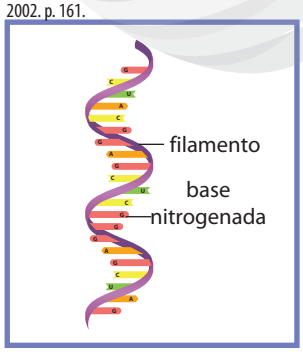
Representação da organização do DNA em célula eucariótica, de cromossomo (**A**) à estrutura em dupla fita do DNA (**B**). Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Ilustração produzida com base em: PURVES, W. K. et al. *Vida*: a ciência da Biologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 161.

RNA

Cada molécula de RNA, geralmente, apresenta uma única cadeia de nucleotídios (fita simples). Esse tipo de ácido nucleico apresenta a ribose e as bases nitrogenadas são adenina, guanina, citosina e uracila (U), não havendo a timina (T). No RNA, a adenina (A) sempre se pareia com a uracila (U), e a citosina (C) sempre se pareia com a guanina (G). Enfatize que o pareamento é com a fita molde de DNA.

Algumas moléculas de RNA podem desempenhar papéis semelhantes aos das enzimas, sendo chamadas ribozimas. No entanto, o papel principal do RNA está relacionado à síntese de proteínas nas células. Por causa da importância das proteínas nas células, o RNA é essencial para a manutenção e o desenvolvimento celular.



Representação da estrutura espacial da molécula de RNA. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

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** a **4** no **Suplemento para o professor**.

1. **(UFMT-MT)** A teoria celular é um dos conhecimentos fundamentais e uma das mais importantes generalizações da história da Biologia. A ideia de que as células podem surgir espontaneamente perdeu credibilidade com as observações da divisão celular. Em relação à teoria celular, pode-se afirmar:

a) Todos os seres vivos são formados por células, exceto os vírus.

b) Toda célula origina-se por geração espontânea.

c) As reações metabólicas não ocorrem em nível celular.

d) A célula é a maior unidade estrutural básica do ser vivo.

Nesse momento, enfatize a questão de os vírus serem considerados ou não seres vivos pelo meio científico.

Alternativa **a**.

2. Os alimentos de origem vegetal desempenham um importante papel na alimentação humana em razão de suas propriedades nutricionais, principalmente no que diz respeito a sais minerais, fibras e vitaminas. Observe os valores nutricionais da flor de brócolis e suas variações em diferentes métodos de cozimento.

Teor de proteínas, lipídios, fibras e vitamina C para a flor de brócolis, submetida a diferentes métodos de cocção

Tipo de cozimento	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Fibras (%)	Vitamina C (%)
Cru	5,11	0,32	4,63	24,33
Imersão	1,83	0,21	1,74	10,61
Vapor	2,07	0,22	2,75	11,81
Panela de pressão	1,88	0,12	1,88	10,64
Micro-ondas	2,51	0,25	2,85	11,24

Fonte: PIGOLI, D. R. *Alterações nutricionais em hortaliças decorrentes de diferentes métodos de cozimento*. 2012. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura), Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90564/pigoli_dr_me_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 maio 2020.

a) O alimento é nutricionalmente mais benéfico ao organismo quando consumido cru ou cozido? Justifique sua resposta.

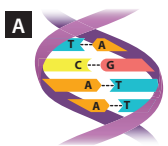
b) Quais são as possíveis alterações resultantes da cocção de alimentos como a flor de brócolis?

c) Que tipo de cozimento foi o mais eficiente em relação à manutenção de valores de proteínas? Justifique sua resposta.

d) É esperado que a atividade enzimática seja mais elevada na flor de brócolis antes ou após a cocção? Por quê?

3. Observe os trechos de materiais genéticos representados ao lado.

- Esses trechos de materiais genéticos representam o DNA ou o RNA? Justifique.



A legenda da imagem não foi inserida para não comprometer a resolução da atividade.

4. Observe o gráfico e responda às questões a seguir.

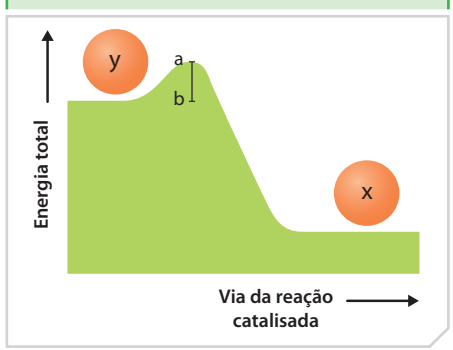
a) Em que sentido da reação química representada ao lado, a energia de ativação é menor: de **y** para **x** ou de **x** para **y**?

b) Em que sentido a ocorrência da reação química é mais difícil? Justifique sua resposta.

c) Que região do gráfico ao lado representa a atuação da enzima na reação química? Justifique sua resposta.

d) Elabore um gráfico, semelhante ao apresentado, que represente a reação química na ausência de enzima.

Influência enzimática sobre a energia de ativação de uma reação química



Fonte: ALBERTS, B. et al. *Fundamentos da Biologia celular*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. p. 89.

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

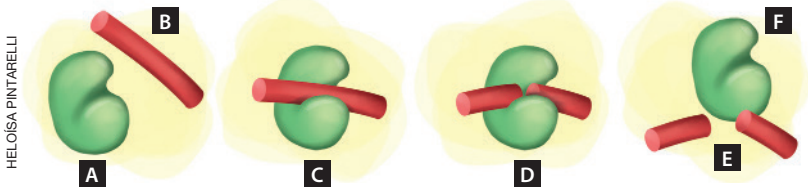
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Respostas das questões **5** e **6** no **Suplemento para o professor**.

5. A lisozima é uma enzima encontrada na clara do ovo, nas lágrimas e na saliva, e que age como antibiótico natural. Ela é responsável por catalisar reações químicas envolvendo os polissacarídios da parede celular das bactérias. A ligação da lisozima com a cadeia polissacarídica provoca a ruptura da parede celular, causando a morte da bactéria.

Observe o esquema a seguir que representa a ação da lisozima na quebra da cadeia de polissacarídios da parede celular de uma bactéria.



HELOÍSA PINTARELLI

Ilustração produzida com base em: ALBERTS, B. et al. *Biologia molecular da célula*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 164.

Representação da atuação da lisozima. Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

a) Quais são as palavras que substituem, respectivamente, as letras **A**, **B**, **C**, **D**, **E** e **F** do esquema acima?

b) A quebra da parede celular é causada pela adição de uma molécula de água entre os açúcares componentes dessa estrutura, causando a ruptura da ligação. As células bacterianas podem passar longos períodos em contato com água, sem que sua parede se rompa. Por que isso ocorre?

c) A lisozima se torna inutilizável pelo organismo após participar do processo descrito acima? Justifique sua resposta.

6. Observe as fotografias a seguir e responda às questões.

TANEE/SHUTTERSTOCK

MAROZAU ANDREI/SHUTTERSTOCK

As legendas das imagens não foram inseridas para não comprometer a realização da atividade.

a) Em relação às proteínas, que processo ocorreu entre as etapas **A** e **B** na situação acima?

b) O processo observado entre as etapas **A** e **B** é reversível? Justifique sua resposta.

c) Que agente físico foi responsável pela transformação que ocorreu com o alimento da etapa **A** para a etapa **B**?

d) Que características desse alimento possivelmente se alteraram com o processo representado?

Debelar: vencer, derrotar.

7. **(Enem)** Na década de 1940, na Região Centro-Oeste, produtores rurais, cujos bois, porcos, aves e cabras estavam morrendo por uma peste desconhecida, fizeram uma promessa, que consistiu em não comer carne e derivados até que a peste fosse debelada. Assim, durante três meses, arroz, feijão, verduras e legumes formaram o prato principal desses produtores.

O Hoje, 15 out. 2011 (adaptado).

Para suprir o déficit nutricional a que os produtores rurais se submeteram durante o período da promessa, foi importante eles terem consumido alimentos ricos em

a) vitaminas A e E.
b) frutose e sacarose.
c) aminoácidos naturais.
d) aminoácidos essenciais.
e) ácidos graxos saturados.

Alternativa **d**.

8. **(Fuvest-SP)** Alimentos de origem vegetal e animal fornecem nutrientes utilizados pelo nosso organismo para a obtenção de energia e para a síntese de moléculas.

Após determinada refeição, completadas a digestão e a absorção, o nutriente majoritariamente absorvido foi a glicose.

Considerando as alternativas abaixo, é correto afirmar que essa refeição estava constituída de

a) contrafilé na brasa.
b) camarão na chapa.
c) ovo frito.
d) frango assado.
e) arroz e feijão.

Alternativa **e**.

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

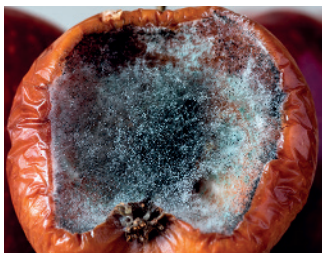
CAPÍTULO

2

1. Espera-se que os estudantes comentem que as bactérias e os fungos decompositores se alimentam de matéria orgânica proveniente dos seres vivos, como fezes, folhas, frutos que caem no chão e também partes do corpo de seres vivos mortos. A decomposição da matéria orgânica devolve para o ambiente substâncias que as plantas utilizam em seu desenvolvimento.
2. O objetivo dessa questão é resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre matéria orgânica. Verifique se eles comentam que a matéria orgânica é formada por compostos que apresentam átomo de carbono.

Funções orgânicas I

Introdução à Química Orgânica



GUILLERMO PONCE/SHUTTERSTOCK

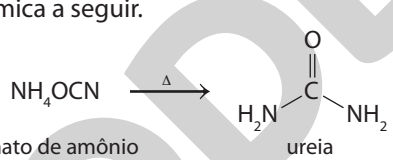
Matéria orgânica em decomposição.

1. Alguns seres vivos microscópicos, como fungos e bactérias, desempenham um importante papel nos ecossistemas, como ilustrado na fotografia ao lado. Troque ideias com um colega e comente essa importância.

2. O que você entende por matéria orgânica?

Por volta do final do século XVIII, cientistas de diversas áreas, como químicos e biólogos, estavam interessados em isolar e identificar as substâncias presentes em organismos vivos. Essas substâncias apresentavam propriedades muito diferentes das observadas nos minerais. Nesse contexto, no início do século XIX, o químico sueco Berzelius (1779-1848) propôs a teoria da força vital, que se baseava na ideia de que os compostos orgânicos só poderiam ser oriundos de organismos vivos e não poderiam ser obtidos artificialmente.

No entanto, em 1828, o químico alemão Friedrich Wöhler (1800-1882) realizou em seu laboratório a síntese de um composto orgânico, a ureia (CH_4N_2O), a partir do aquecimento de um composto inorgânico, o cianato de amônio (NH_4OCN), conforme equação química a seguir.

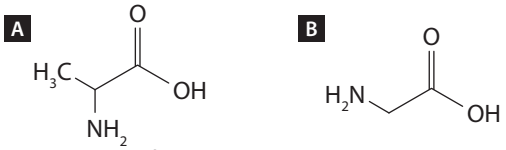


cianato de amônio — ureia

Representação da síntese da ureia realizada por Friedrich Wöhler.

Anteriormente, só se conseguia obter a ureia a partir da urina, um produto proveniente de seres vivos. Dessa forma, a teoria da força vital foi desacreditada e diversos compostos orgânicos passaram a ser sintetizados e estudados. Nesse cenário, surge a **Química Orgânica**, o campo da Química que estuda compostos formados por átomos de carbono (C), suas propriedades, suas sínteses e aplicações.

A síntese de compostos orgânicos também foi muito importante para a formulação da teoria sobre a origem da vida do bioquímico russo Oparin (1894-1980) e do biólogo inglês Haldane (1892-1964). Eles acreditavam que a atmosfera da Terra primitiva era formada pelos gases metano (CH_4), amônia (NH_3), hidrogênio (H_2) e vapor de água (H_2O), sem a presença de gás oxigênio (O_2). Em 1952, os químicos estadunidenses Stanley Miller (1930-2007) e Harold Urey (1893-1981) realizaram um experimento envolvendo um dispositivo fechado que continha os gases supostamente existentes na atmosfera primitiva, como mostra a imagem ao lado (**1**). Durante o período de uma semana, esses gases foram aquecidos, resfriados e submetidos a descargas elétricas (**2**). Ao final desse período, foi possível observar a formação dos aminoácidos alanina $(C_3H_7NO_2)$ e glicina $(C_2H_5NO_2)$ (**3**), compostos orgânicos precursores da vida.

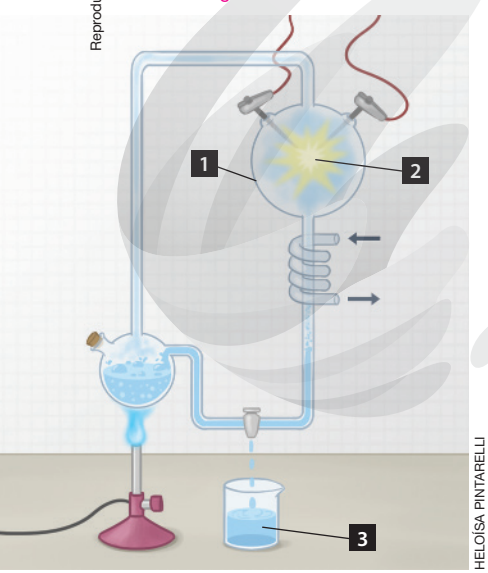


Fórmulas estruturais da alanina (**A**) e da glicina (**B**).

Os aminoácidos foram os precursores dos primeiros organismos vivos, mas os seres vivos apresentam tanto compostos orgânicos quanto inorgânicos em sua composição.

3. A Ciência é uma construção humana desenvolvida ao longo do tempo com a participação de diversas pessoas. Como você identifica a informação anterior nos parágrafos ao lado?

Espera-se que os estudantes relacionem o texto à teoria da força vital e à produção de ureia a partir de um componente inorgânico.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação do experimento realizado por Miller e Urey. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

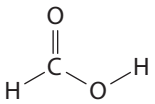
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

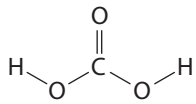
Todas as moléculas orgânicas contêm carbono, porém nem todas as moléculas que contêm carbono são orgânicas.

Por definição, os compostos orgânicos são aqueles que apresentam o átomo de carbono em sua composição. No entanto, existem compostos com carbono que são considerados inorgânicos, tais como diamante, grafite, monóxido de carbono (CO), carbonatos e bicarbonatos. Geralmente os compostos orgânicos apresentam o carbono ligado ao hidrogênio (H) e os compostos inorgânicos não. Por exemplo, o ácido fórmico (CH_2O_2), que é o ácido orgânico mais simples, e o ácido carbônico (H_2CO_3), que é um composto inorgânico. Veja ao lado.

A orgânico



B inorgânico



Fórmulas estruturais do ácido fórmico (**A**) e do ácido carbônico (**B**).

Além de átomos de carbono ligados a átomos de hidrogênio, as moléculas orgânicas costumam apresentar outros átomos em sua composição, como oxigênio (O), nitrogênio (N), enxofre (S), fósforo (P) e halogênios. As ligações entre esses átomos e o carbono são predominantemente covalentes. Quando qualquer um desses átomos estiver inserido na cadeia carbônica, entre dois ou mais átomos de carbono, recebe o nome de **heteroátomo**.

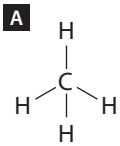
No século XIX, o químico alemão Friedrich Kekulé (1829-1896) reuniu três postulados para explicar as propriedades do átomo de carbono.

- **1º postulado: o átomo de carbono é tetravalente.**

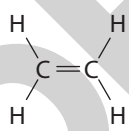
O carbono é um átomo do grupo 4A da tabela periódica, o que significa que possui 4 elétrons na camada de valência. Portanto, para garantir estabilidade segundo a regra do octeto, precisa de mais 4 elétrons, podendo fazer quatro ligações covalentes.

Fórmulas estruturais do metano (CH_4) em (**A**), eteno (C_2H_4) em (**B**) e etino (C_2H_2) em (**C**). Cada átomo de carbono das estruturas ao lado possui o octeto completo.

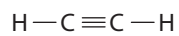
A



B



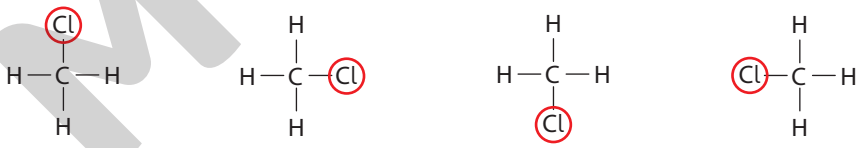
C



- **2º postulado: as quatro valências do carbono são iguais entre si.**

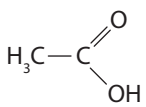
O átomo de carbono possui 4 elétrons de valência. Esse postulado explica que não há diferenciação entre qual elétron forma determinada ligação covalente com outro átomo, pois todos são iguais entre si. Isso não significa, entretanto, que as ligações químicas são todas iguais. Uma ligação C — H, por exemplo, é diferente de uma C — Cl.

Fórmulas estruturais do composto clorometano (CH_3Cl).



- **3º postulado: os átomos de carbono ligam-se entre si formando cadeias carbônicas.**

É comum o átomo de carbono se ligar com outros átomos de carbono formando cadeias estáveis, chamadas **cadeias de carbonos** ou **cadeias carbônicas**, de diversos tamanhos e disposições. Como exemplo, vemos abaixo as estruturas do ácido acético $(C_2H_4O_2)$, o principal componente do vinagre, com 2 carbonos na cadeia.



Fórmula estrutural do ácido acético.

Por outro lado, os **compostos inorgânicos** costumam conter metais ou hidrogênio combinado a um átomo do grupo dos ametais. Podem ser formados por ligações iônicas, como no caso do cloreto de sódio $(NaCl)$ ou covalentes, como o dióxido de carbono (CO_2). Essas características tornam as propriedades físicas e químicas dos compostos orgânicos e inorgânicos bastante diferentes.

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

MODERNA

Propriedades dos compostos orgânicos

As propriedades físicas e as propriedades químicas das moléculas orgânicas são influenciadas por sua composição e variam de acordo com os tipos de átomo ligados aos átomos de carbono, com o tamanho da cadeia carbônica, com os tipos de ligação e com o arranjo espacial das moléculas.

Entre essas propriedades, destacam-se a polaridade molecular, a solubilidade e as interações intermoleculares.

Polaridade molecular

Compostos orgânicos formados apenas por átomos de carbono e de hidrogênio, como o eteno (C_2H_4), são **apolares**, já que os vetores de momento de dipolo se anulam como resultado das ligações existentes. Por outro lado, se houver a presença de um átomo de outro elemento químico fazendo ligação com átomo de carbono ou hidrogênio, essa molécula geralmente será **polar**, como o etanol (C_2H_6O).

Solubilidade em água

4. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes respondam que a água não removeu o óleo da frigideira.

4. Você já lavou uma frigideira ou uma panela engordurada utilizando apenas água? Caso tenha lavado, conte o que aconteceu.

Os compostos apolares são insolúveis em água e solúveis em outros compostos orgânicos. Quando lavamos uma frigideira suja de óleo, por exemplo, não conseguimos remover a gordura apenas com água, porque o óleo de cozinha é apolar. Para limpar a frigideira com eficiência é necessário adicionar detergente, que apresenta em sua composição uma parte apolar e outra polar. Veja ao lado.

Observamos também que, quanto mais polar for o composto orgânico, maior sua tendência de solubilizar-se em água, ou seja, quanto mais átomos diferentes de carbono e hidrogênio a molécula tiver, maior sua solubilidade, como ocorre no etanol e na acetona, que são solúveis em água.

Estados de agregação dos compostos orgânicos

À temperatura ambiente, os compostos orgânicos podem ser encontrados nos estados de agregação (ou fases) sólido, líquido e gasoso. Isso ocorre porque, dependendo de sua composição, diferentes forças intermoleculares agem sobre as moléculas, levando a diferentes temperaturas de fusão e de ebulição. Como estudado na Unidade **1**, a interação intermolecular mais intensa é a ligação de hidrogênio e ocorre, por exemplo, nos compostos com grupos O — H, como a sacarose $(C_{12}H_{22}O_{11})$, que é sólida à temperatura ambiente.

Em seguida, temos a interação dipolo permanente-dipolo permanente, presente, por exemplo, na acetona (C_3H_6O). A força intermolecular presente nos compostos orgânicos apolares é do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido, e é a força mais fraca. Compostos apolares de cadeias carbônicas curtas, como o butano, são gases à temperatura ambiente.

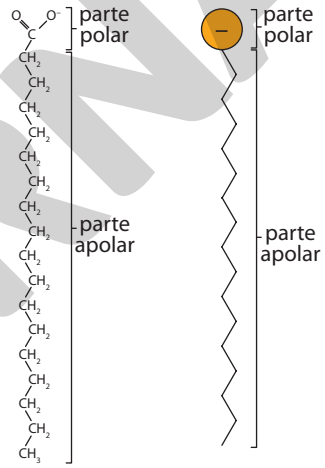
5. Resposta pessoal. Os estudantes podem citar o uso de detergentes para limpar as mãos de graxa, entre outras situações.

$CH_2{=}CH_2$

Fórmula estrutural do eteno, um gás utilizado para a maturação de frutas.

$CH_3{-}CH_2{-}OH$

Fórmula estrutural do etanol, composto polar utilizado como combustível em automóveis.



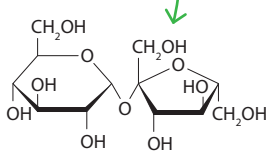
Fórmula estrutural da molécula responsável pela ação limpante de detergentes. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

5. Cite outra situação do cotidiano em que você precisa utilizar um composto apolar para dissolver outro composto apolar.

A

DREAM79/SHUTTERSTOCK

B

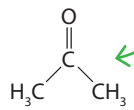


Açúcar refinado em grãos e em cubos (**A**) e fórmula estrutural da sacarose (**B**).

C

CARBONELL/SHUTTERSTOCK

D



Pessoa utilizando removedor de esmalte (**C**) e fórmula estrutural da propanona (**D**), principal componente desse produto.

E

DENIS DRYASHKIN/SHUTTERSTOCK

F

$CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3$

Chama de fogão acesa (**E**) e fórmula estrutural do butano (**F**), um dos principais componentes do gás de cozinha.

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

MODERNA

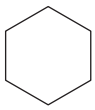
Classificação das cadeias carbônicas

As cadeias carbônicas podem ser classificadas de acordo com diferentes aspectos de sua composição e estrutura. Veja a seguir alguns critérios para classificação.

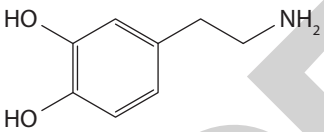
1 **Fechamento da cadeia:** as cadeias carbônicas podem ser abertas, fechadas ou mistas.

- cadeias abertas, acíclicas ou alifáticas: ocorrem quando existem pelo menos duas extremidades e não há presença de anéis;
- cadeias fechadas ou cíclicas: ocorrem em moléculas em que todos os átomos de carbono estão unidos, formando anéis;
- cadeias mistas: apresentam tanto porções de cadeia aberta, quanto de cadeia fechada.

Fórmula estrutural do propano (C_3H_8), composto de cadeia aberta.



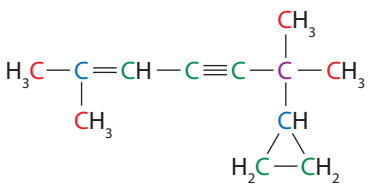
Fórmula estrutural do cicloexano (C_6H_{12}), composto de cadeia fechada.



Fórmula estrutural da dopamina $(C_8H_{11}NO_2)$, composto de cadeia mista.

2 **Disposição dos átomos na cadeia:** as cadeias carbônicas podem ser lineares ou ramificadas, dependendo da classificação do átomo de carbono. Um carbono pode ser considerado primário se estiver ligado, no máximo, a outro átomo de carbono. Se o átomo de carbono estiver ligado a dois outros átomos de carbono, será considerado secundário; se estiver ligado a outros três carbonos será terciário; e, por fim, o carbono será considerado quaternário se estiver ligado diretamente a quatro carbonos.

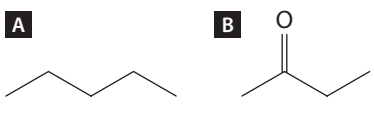
carbono primário
carbono secundário
carbono terciário
carbono quaternário



Classificação dos átomos de carbono na fórmula estrutural de um hidrocarboneto.

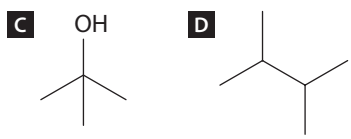
- cadeias normais ou lineares: apresentam apenas carbonos primários ou secundários e apenas duas extremidades;
- cadeias ramificadas: apresentam três ou mais extremidades e carbonos terciários e/ou quaternários.

A **B**



Fórmula estrutural do pentano (C_5H_{12}) em (**A**), e da butanona (C_4H_8O) em (**B**). Ambos apresentam cadeia linear.

C **D**



Fórmula estrutural do 2-metilpropan-2-ol $(C_4H_{10}O)$ em (**C**), e 2,3-dimetilbutano (C_6H_{14}) em (**D**). Ambos apresentam cadeia ramificada.

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

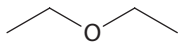
MODERNA

3 Tipo de ligação entre átomos de carbono: as cadeias podem ser saturadas ou insaturadas.

- cadeias saturadas: apresentam apenas ligações simples entre os átomos de carbono;
- cadeias insaturadas: apresentam pelo menos uma ligação dupla ou uma ligação tripla entre dois átomos de carbono.

A $CH_3—CH_3$

B



Fórmula estrutural do etano em (**A**) e do éter dietílico $(C_4H_{10}O)$ em (**B**). Ambos possuem cadeia saturada.

C $CH_2=CH_2$

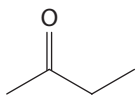
D

Fórmula estrutural do eteno em (**C**) e do ciclobuteno (C_4H_6) em (**D**). Ambos possuem cadeia insaturada.

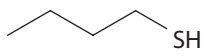
4 Natureza dos átomos: as cadeias podem ser homogêneas ou heterogêneas.

- cadeias homogêneas: não apresentam heteroátomos ao longo da cadeia carbônica;
- cadeias heterogêneas: apresentam pelo menos um heteroátomo entre os carbonos ao longo da cadeia. Os heteroátomos mais comuns são oxigênio, nitrogênio, enxofre e fósforo.

A

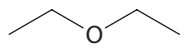


B

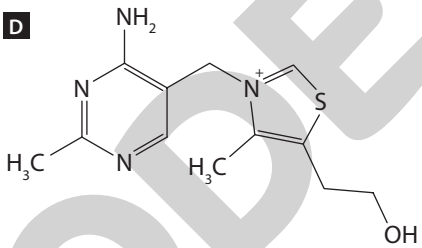


Fórmula estrutural da butanona em (**A**) e do butan-1-tiol $(C_4H_{10}S)$ em (**B**). Ambos apresentam cadeia homogênea.

C



D

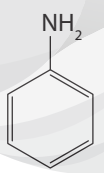


Fórmula estrutural do éter dietílico em (**C**) e da tiamina $(C_{12}H_{17}N_4OS)$ em (**D**). Ambos apresentam cadeia heterogênea.

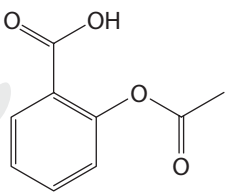
5 Presença de anel aromático: as cadeias podem ser aromáticas ou alicíclicas.

- cadeias aromáticas: ocorrem em compostos que apresentam pelo menos um anel benzênico (também chamado anel aromático);
- cadeias alicíclicas ou não aromáticas: cadeias fechadas que não apresentam anéis aromáticos.

A

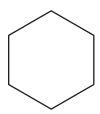


B



Fórmula estrutural da anilina $(C_6H_5NH_2)$ em (**A**), e do ácido acetilsalicílico $(C_9H_8O_4)$ em (**B**). Ambos com cadeias aromáticas.

C



Fórmula estrutural do cicloexano (C), que tem cadeias alicíclicas.

Além das classificações por cadeias carbônicas, também utilizamos a classificação por funções químicas, que varia de acordo com a natureza dos átomos presentes nos compostos orgânicos. A seguir, será apresentada uma dessas funções, os hidrocarbonetos.

Não deixe de experimentar diversos outros exemplos com os estudantes para cada classificação possível dos compostos orgânicos. Enfatize o que é o anel aromático e por que ele pode ser representado de tantas formas diferentes.

O eteno (C_2H_4) ou etileno é responsável pelo amadurecimento de frutas.

KABAND/ SHUTTERSTOCK

Bananas verdes.

MAKS NARODENKO/ SHUTTERSTOCK

Bananas maduras.

6. O objetivo dessa questão é que os estudantes reflitam sobre os malefícios da automedicação, destacando prejuízos que alguns medicamentos podem causar em alguns órgãos do corpo. Espera-se que eles respondam que devemos procurar um médico quando sentimos mal-estar, para que seja realizado o diagnóstico correto do problema e o medicamento seguro e eficaz seja receitado.

6. O ácido acetilsalicílico é um medicamento muito utilizado em todo o mundo. No entanto, muitas pessoas utilizam esse medicamento de forma excessiva, o que pode causar problemas de saúde, principalmente prejudicando o funcionamento dos rins. Converse com um colega sobre um hábito muito prejudicial à saúde, a automedicação. Pesquisem os principais problemas que esse hábito pode causar e como devemos agir quando sentimos mal-estar.

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

MODERNA

Hidrocarbonetos

Leia o trecho da reportagem a seguir.

LEHRER/SHUTTERSTOCK

Abelhas operárias cuidando das larvas em uma colmeia. Quando jovens, as operárias realizam tarefas internas, como o cuidado com a prole. Ao envelhecer, as operárias realizam tarefas externas à colmeia, como coleta de néctar e pólen.

Odor específico funciona como "RG" para abelhas, vespas e formigas

[...]

Esse odor particular funciona como um "RG químico" desses animais, facilitando a identificação por seus companheiros. Com ele, é possível saber se pertencem ou não à colônia, se são macho ou fêmea, novos ou velhos, rainhas ou operárias.

[...]

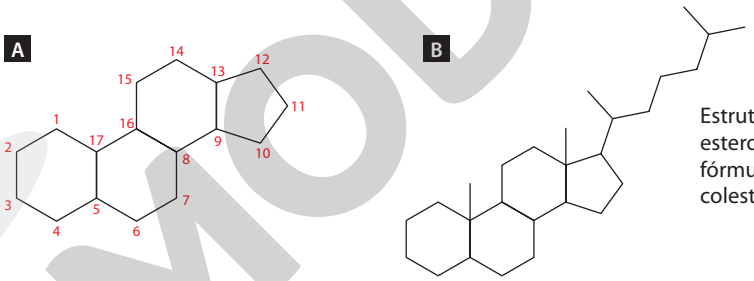
De acordo com Nascimento, o que confere essa identidade química para os insetos sociais é uma classe de compostos químicos, chamados hidrocarbonetos cuticulares, formados por cadeias de carbonos lineares e moléculas de hidrogênio (alcanos, alcenos e alcanos metilados).

[...]

ALISSON, E. Odor específico funciona como "RG" para abelhas, vespas e formigas. *Agência FAPESP*, 31 mar. 2015. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/odor-especifico-funciona-como-rg-para-abelhas-vespas-e-formigas/20900/>. Acesso em: 10 ago. 2020.

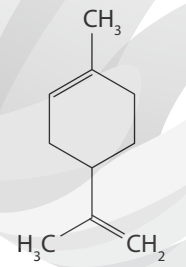
Essa importante classe de moléculas é também a função química mais simples da Química Orgânica: os hidrocarbonetos. Eles são formados exclusivamente por átomos de carbono e de hidrogênio e têm grande relevância em nosso dia a dia.

Os hidrocarbonetos estão presentes em organismos vivos na forma de esteroides, substâncias encontradas em diversos hormônios animais e que possuem em sua estrutura central 17 átomos de carbono dispostos em 4 anéis. Um dos esteroides mais importantes é o colestano $(C_{27}H_{48})$, produto da degradação do colesterol $(C_{27}H_{46}O)$. Nem todos os esteroides são hidrocarbonetos, mas todos derivam da mesma estrutura central.

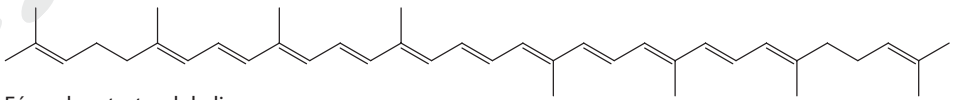


Estrutura central dos esteroides em (**A**) e fórmula estrutural do colestano em (**B**).

Outra classe de hidrocarbonetos são os terpenos, compostos que integram uma diversificada classe de substâncias naturais provenientes do Reino Vegetal, de fórmula química geral $(C_5H_8)_n$. Os terpenos são compostos responsáveis por características específicas de muitos vegetais. O limoneno $(C_{10}H_{16})$, por exemplo, é responsável pelo aroma do limão; já o licopeno $(C_{40}H_{56})$ é responsável pela cor vermelha do tomate. Além disso, os terpenos são precursores de muitos outros compostos, como vitaminas e inseticidas.



Fórmula estrutural do limoneno.



Fórmula estrutural do licopeno.

Os hidrocarbonetos são os principais constituintes de combustíveis, como petróleo, gás natural e carvão mineral, além de serem utilizados na produção de diversos materiais, como plásticos e velas.

Por serem compostos apolares, são insolúveis em água. À temperatura ambiente, as cadeias carbônicas de até 4 átomos de carbono são gases. Já as cadeias carbônicas entre 5 e 17 átomos de carbono são líquidos e acima de 17 átomos de carbono são sólidos.

!

Instale o aplicativo *Chemical Nomenclature* (Nomenclatura Química) disponível para dispositivos móveis. Esse é um aplicativo de múltipla escolha, com o qual você poderá aprender mais sobre a nomenclatura dos compostos orgânicos.

MODERNA

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

Nomenclatura de hidrocarbonetos

A nomenclatura de qualquer composto orgânico pode ser dividida em:

prefixo + termo central + sufixo

As regras gerais para se nomear um hidrocarboneto são:

1 **Prefixo:** o número de carbonos da maior cadeia carbônica. Observe no quadro abaixo a lista de prefixos.

Número de carbonos	Prefixo	Número de carbonos	Prefixo
1	met	8	oct
2	et	9	non
3	prop	10	dec
4	but	11	undec
5	pent	12	dodec
6	hex	20	eicos
7	hept	100	hect

Quando a cadeia principal de um hidrocarboneto é **fechada**, ou seja, um anel, devemos inserir a palavra "ciclo" antes do prefixo. Veremos alguns exemplos adiante.

2 **Termo do meio:** o termo central do nome do hidrocarboneto dependerá dos tipos de ligação que ocorrem na cadeia carbônica.

Tipo de ligação	Classificação	Termo do meio
Apenas ligações simples	Alc**an**os	an
Ligação dupla	Alc**en**os	en
Ligação tripla	Alc**in**os	in

Se a cadeia apresentar duas ligações duplas, o termo será "dien". Se apresentar duas triplas, "diin". Três duplas, "trien" e assim por diante.

3 **Sufixo:** o sufixo dos hidrocarbonetos será sempre a letra "o".

Alcanos são os hidrocarbonetos mais simples, pois não apresentam insaturações na cadeia carbônica. Sua fórmula genérica é C_nH_{2n+2}. Utilizando as regras acima, podemos nomear alguns alcanos:

Propano (Fórmula molecular: C_3H_8)

$CH_3—CH_2—CH_3$

Fórmulas estruturais do propano.

Prefixo	Intermediário	Sufixo
Número de carbonos: 3	**Ligações: apenas simples**	**Função: hidrocarboneto**
PROP	AN	O

Nome: propano

Hexano (Fórmula molecular: C_6H_{14})

$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$

Fórmulas estruturais do hexano.

Prefixo	Intermediário	Sufixo
Número de carbonos: 6	**Ligações: apenas simples**	**Função: hidrocarboneto**
HEX	AN	O

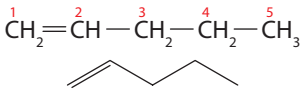
Nome: hexano

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

MODERNA

Alcenos ou alquenos são hidrocarbonetos que possuem uma ou mais ligações duplas entre átomos de carbono em sua composição. Nesse caso, precisamos localizar a dupla ligação na cadeia. Para isso, numeramos os carbonos a partir da extremidade mais próxima à insaturação, para que seja o menor número possível. No nome, esse número deverá situar-se entre o prefixo e o termo do meio. Sua fórmula geral é C_nH_{2n}.

Pent-1-eno (**Fórmula molecular: C_5H_{10}**)



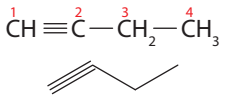
Fórmulas estruturais do pent-1-eno.

Prefixo	Intermediário	Sufixo
Número de carbonos: 5	Ligações: dupla	Função: hidrocarboneto
PENT	EN	O

Nome: pent-1-eno

Alcinos ou alquinos, por sua vez, são hidrocarbonetos de cadeia aberta que possuem ligação tripla entre átomos de carbono. As regras para os alcinos são as mesmas descritas para os alcenos. Sua fórmula geral é C_nH_{2n-2}.

But-1-ino (**Fórmula molecular: C_4H_6**)



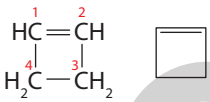
Fórmulas estruturais do but-1-ino.

Prefixo	Intermediário	Sufixo
Número de carbonos: 4	Ligações: tripla	Função: hidrocarboneto
BUT	IN	O

Nome: but-1-ino

Os hidrocarbonetos cíclicos seguem as mesmas regras que os alifáticos, tendo apenas o acréscimo do prefixo ciclo antes do nome, como no exemplo a seguir.

Ciclobuteno (**Fórmula molecular: C_4H_6**)



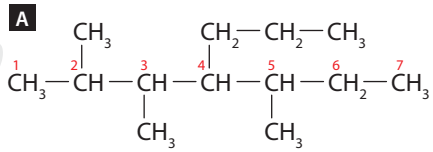
Fórmulas estruturais do ciclobuteno.

Prefixo	Intermediário	Sufixo
Número de carbonos: 4	Ligações: dupla	Função: hidrocarboneto
CICLO + BUT	EN	O

Nome: ciclobuteno

Para os hidrocarbonetos de cadeias ramificadas, deve-se definir a cadeia carbônica principal, a que contém maior número de átomos de carbono e que eventualmente possua insaturações. Apenas depois disso, deve-se reconhecer as ramificações. A numeração da cadeia deve ser feita de tal maneira que os números das ramificações sejam os menores possíveis. Quando houver mais de uma ramificação do mesmo tipo, os nomes devem ser precedidos de prefixos que indicam suas quantidades: di para dois, tri para três, tetra para quatro etc. Por fim, quando houver dois ou mais radicais de tipos diferentes, a ordem alfabética deve ser utilizada.

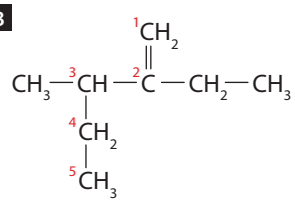
A



Ramificações
No carbono 2: metil
No carbono 3: metil
No carbono 4: propil
No carbono 5: Metil

Nome: 4-propil-2,3,5-trimetileptano

B



Ramificações
No carbono 2: etil
No carbono 3: metil

Nome: 2-etil-3-metilpent-1-eno

Fórmulas estruturais do 4-propil-2,3,5-trimetileptano (**A**) e 2-etil-3-metilpent-1-eno (**B**).

!

As ramificações são nomeadas como se fossem uma cadeia carbônica normal, mas com o sufixo "-il". Por exemplo, uma ramificação $-CH_3$ deriva do metano, CH_4, então seu nome é "metil". Já a ramificação $-CH_2CH_3$ é nomeada "etil".

7. Espera-se que os estudantes comentem que as diversas classificações e regras são necessárias, pois há muitas possibilidades de compostos orgânicos, sendo necessária uma padronização para que toda e qualquer molécula possa ser devidamente classificada e nomeada.

7. Comente a importância de haver tantas maneiras de classificar e tantas regras de nomenclatura para os compostos orgânicos.

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

MODERNA

Matriz energética brasileira e consumo de petróleo

Leia o trecho da reportagem a seguir.

Greve de caminhoneiros mostra necessidade de outras formas de transporte

A atual greve dos caminhoneiros está mostrando de forma inequívoca que a excessiva dependência dos combustíveis fósseis é um sério problema de segurança nacional. [...]

OTTOBONI, J. Greve de caminhoneiros mostra necessidade de outras formas de transporte. *Agência Envolverde,* 28 maio 2018. Disponível em: <https://envolverde.com.br/greve-de-caminhoneiros-mostra-necessidade-de-outras-formas-de-transporte/>. Acesso em: 11 ago. 2020.

Em 2018, uma grande greve geral de caminhoneiros paralisou estradas brasileiras em protesto contra o contínuo aumento do preço do diesel, que ameaçava reduzir o ganho desses profissionais e aumentar o preço dos produtos transportados por eles. Essa greve deixou clara a dependência do país em relação aos combustíveis fósseis, como mostra o gráfico ao lado.

Carvão, gás natural, petróleo e derivados (entre eles, gasolina e diesel) são os combustíveis fósseis mais utilizados no transporte de cargas e passageiros. Os combustíveis fósseis estão envolvidos, direta ou indiretamente, em conflitos ao redor do mundo, de greves a guerras.

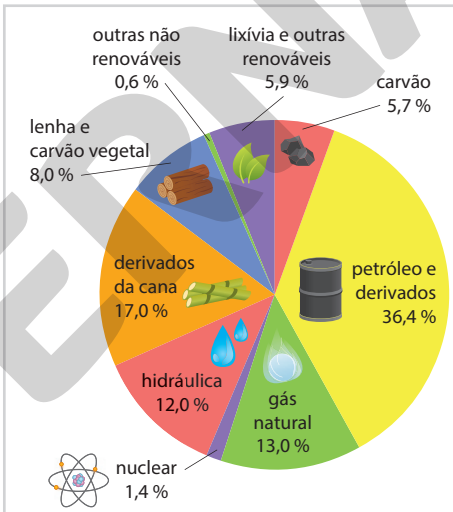
O petróleo é uma mistura de vários hidrocarbonetos, que vão do metano a compostos orgânicos com mais de trinta átomos de carbono. É comum encontrar na composição do petróleo grandes quantidades de alcanos (hidrocarbonetos formados apenas por ligações simples), aromáticos (derivados do benzeno) e compostos com enxofre e nitrogênio (que não se classificam como hidrocarbonetos).

Ao passar por um processo chamado destilação fracionada, o petróleo pode ser separado em diferentes misturas de composição mais homogênea, como o gás liquefeito de petróleo (GLP), formado principalmente por metano, etano e propano; a gasolina, composta por heptano (C_7H_{16}), octano (C_8H_{18}) e nonano (C_9H_{20}) e o diesel, formado por moléculas maiores e mais densas. A aplicação mais comum dos derivados do petróleo é como combustível para diversos tipos de máquinas, como automóveis, aviões e usinas termelétricas.

Já o gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos de baixa massa molecular, principalmente metano, etano, propano e butano, e é encontrado em jazidas naturais como resultado da degradação da matéria orgânica ao longo de milhares de anos. Assim sendo, é comumente encontrado junto ao petróleo. O metano é o combustível encontrado no GNV, o gás natural veicular, enquanto o propano e o butano são usados como gás de cozinha.

Os combustíveis fósseis são recursos naturais não renováveis, ou seja, que não podem ser repostos no ambiente em tempo suficiente para manter sua disponibilidade.

MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA (2017)



HELOÍSA PINTARELLI

Fonte: Matriz Energética e Elétrica. *Empresa de Pesquisa Energética*. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 11 ago. 2020.

Plataforma de extração de petróleo próximo ao município de Salvador, Bahia (2019). O petróleo, muitas vezes, encontra-se em camadas profundas do alto-mar. Para extraí-lo, são necessárias plataformas de extração.

STEFANO EMBER/SHUTTERSTOCK

Respostas no **Suplemento para o professor**.

a) Comente a importância de se diversificar a matriz energética do país.

b) Outro problema relacionado na reportagem é o predomínio do uso de rodovias no transporte de cargas. Que outros tipos de transportes poderiam ser usados?

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

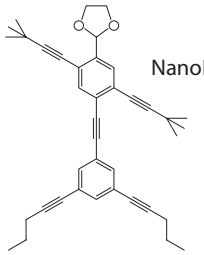
MODERNA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

Respostas das questões **3** e **6** no **Suplemento para o professor**

1. **(Enem)** As moléculas de nanoputians lembram figuras humanas e foram criadas para estimular o interesse de jovens na compreensão da linguagem expressa em fórmulas estruturais, muito usadas em química orgânica. Um exemplo é o NanoKid, representado na figura:



CHANTEAU, S. H.; TOUR, J. M. *The Journal of Organic Chemistry*, v. 68, n. 23, 2003 (adaptado).

Em que parte do corpo do NanoKid existe carbono quaternário?

a) Mãos. **c)** Tórax. **e)** Pés.

b) Cabeça. **d)** Abdômen.

Alternativa **a**.

2. **(Unesp-SP)** Os compostos orgânicos possuem interações fracas e tendem a apresentar temperaturas de ebulição e fusão menores do que as dos compostos inorgânicos. A tabela apresenta dados sobre as temperaturas de ebulição e fusão de alguns hidrocarbonetos.

Substância	TE (°C)	TF (°C)
metano	−162	−182
propano	−42	−188
eteno	−104	−169
propino	−23	−101

Na temperatura de −114 °C é correto afirmar que os estados físicos em que se encontram os compostos, metano, propano, eteno e propino, são, respectivamente, Alternativa **e**.

a) sólido, gasoso, gasoso e líquido.

b) líquido, sólido, líquido e sólido.

c) líquido, gasoso, sólido e líquido.

d) gasoso, líquido, sólido e gasoso.

e) gasoso, líquido, líquido e sólido.

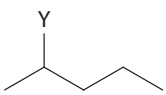
3. Responda os itens a seguir considerando as fórmulas moleculares C_2H_6, C_2H_4 e C_2H_2.

a) Represente as fórmulas estruturais simples.

b) Escreva as nomenclaturas dessas substâncias.

c) Como essas cadeias carbônicas podem ser classificadas?

4. Veja a estrutura a seguir.



Fórmula estrutural genérica.

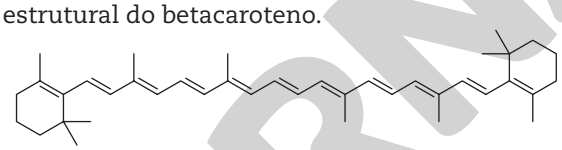
5. a) Espera-se que os estudantes respondam que o betacaroteno apresenta cadeia mista, não aromática, ramificada, homogênea e insaturada.

Considere que **Y** pode ser hidrogênio, bromo ou metil. Ao variarmos **Y**, muda o tipo de cadeia carbônica dessa estrutura. Associe **Y** com as cadeias carbônicas descritas a seguir:

a) Cadeia carbônica homogênea, saturada e sem ramificações. Hidrogênio e bromo.

b) Cadeia carbônica tipo homogênea, saturada e ramificada? Metil.

5. O betacaroteno é o pigmento que proporciona cor amarela aos vegetais como cenoura, batata-doce e pimentão amarelo e verde. Os animais vertebrados convertem essa substância em vitamina A, que é essencial para saúde. Veja a seguir a fórmula estrutural do betacaroteno.



Fórmula estrutural do betacaroteno.

a) Faça a classificação dessa cadeia carbônica.

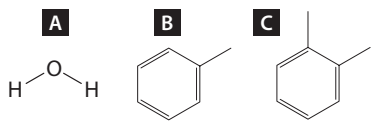
b) Qual é a sua fórmula molecular? A fórmula molecular é $C_{40}H_{56}$.

c) A maioria dos carbonos dessa molécula está ligada a quantos carbonos? Qual é o nome desse tipo de carbono? A maioria está ligada a outros 2 carbonos. São chamados carbonos secundários.

d) Existe algum anel benzênico na estrutura do betacaroteno? Não existe.

e) Quantas insaturações existem na estrutura do betacaroteno? 11 insaturações.

6. Em tintas e vernizes, o solvente é o responsável por dissolver ou dispersar os componentes utilizados nas formulações, que proporciona à tinta a consistência e viscosidade adequada para aplicação uniforme. Após certo tempo da aplicação da tinta, o solvente evapora e ocorre a formação do filme sobre a superfície aplicada. Dependendo da composição química da tinta, podem ser utilizados como solventes água, tolueno ou xileno. Veja a seguir a estrutura química dos solventes citados.



Fórmula estrutural da água (**A**), do tolueno (**B**) e do xileno (**C**).

a) Qual desses solventes são classificados como compostos orgânicos?

b) Escreva as fórmulas químicas desses compostos.

c) Qual desses solventes causa menos danos ao ambiente? Para saber mais detalhes, pesquise na internet as fichas técnicas desses materiais, conhecidas como FISPQ (ficha de informação de segurança para produtos químicos).

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

MODERNA

CAPÍTULO

3

Funções orgânicas II

1. Espera-se que os estudantes respondam que sim e argumentem que a sacarose é um composto formado por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio.

2. Espera-se que os estudantes reflitam sobre os malefícios do consumo excessivo de alimentos ricos em açúcar, como a obesidade, e respondam que o consumo de alimentos ricos em açúcar deve ser moderado e evitado.

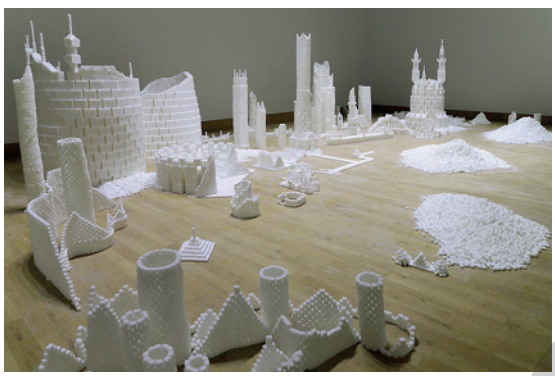
Funções oxigenadas

1. As esculturas mostradas na fotografia abaixo são feitas de sacarose $(C_{12}H_{22}O_{11})$, o mesmo açúcar que utilizamos em nosso cotidiano. Analisando a fórmula química da sacarose, você a classificaria como uma função orgânica oxigenada? Justifique sua resposta.

2. Para uma alimentação saudável, como você recomendaria o consumo de açúcar em nosso cotidiano?

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

© TONY COREY – MUSEU DE ULSTER, BELFAST, IRLANDA DO NORTE



Esculturas feitas de cubos de açúcar expostas no Museu Ulster, em Belfast, Irlanda do Norte (2013). Tais esculturas fazem parte do Projeto Metrópole de Açúcar, desenvolvido pelo escultor irlandês Brendan Jamison (1979-), e foram criadas com o auxílio dos mais de 5 mil visitantes.

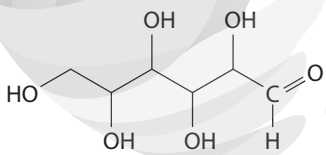
No capítulo anterior, você estudou os hidrocarbonetos, compostos que apresentam apenas átomos de carbono (C) e hidrogênio (H). Neste capítulo, serão estudadas as funções orgânicas oxigenadas, compostos formados por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio (O).

Muitos compostos desse tipo estão presentes em nosso dia a dia. O álcool combustível (etanol) e sua matéria-prima, o açúcar comum (sacarose), são dois exemplos. Podemos citar também solventes, como o éter etílico $(C_4H_{10}O)$ e a acetona (C_3H_6O), o ácido acético (CH_3COOH), responsável pelo sabor característico do vinagre, e todo um grupo de substâncias chamadas flavorizantes, que dão sabor e aroma de frutas para balas e doces, por exemplo.

Existem diferentes tipos de funções orgânicas oxigenadas, e cada uma delas é definida pela forma como os átomos de oxigênio estão ligados aos demais átomos de carbono e hidrogênio na molécula.

Um exemplo de composto oxigenado é a **glicose** $(C_6H_{12}O_6)$, um carboidrato presente nos seres vivos que tem como função fornecer energia para as células. O processo de obtenção de energia a partir da glicose é chamado **respiração celular**. Nesse processo, a glicose reage com o gás oxigênio (O_2), liberando energia e produzindo água (H_2O) e gás carbônico (CO_2). A equação que representa a respiração celular é dada por:

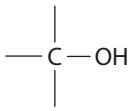
$$C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 \longrightarrow 6\,CO_2 + 6\,H_2O + \text{Energia}$$



Fórmula estrutural da glicose.

Na molécula de glicose, os átomos de oxigênio estão ligados aos átomos de carbono de duas formas: por meio de ligação simples, formando um grupo **hidroxila** $(-OH)$ e de ligação dupla, formando um grupo **carbonila** $(C=O)$. Cada uma dessas formas define uma função orgânica. Neste caso, a hidroxila caracteriza a função **álcool**, e a carbonila caracteriza a função **aldeído**.

Álcool



Fórmula estrutural do grupo funcional álcool.

O álcool mais comum presente em nosso dia a dia é o etanol ou álcool etílico (C_2H_5OH). É um composto incolor, inflamável e de odor característico que apresenta várias aplicações, como combustível, antisséptico, produto de limpeza e na produção de cosméticos. Os álcoois são compostos orgânicos que apresentam um grupo hidroxila $(-OH)$ ligado diretamente a um carbono saturado.

MODERNA

A nomenclatura oficial dos álcoois é dada de forma semelhante à dos hidrocarbonetos, utilizando o sufixo **ol**.

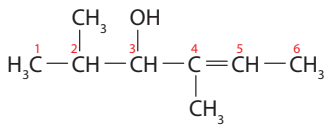
	Prefixo +	Parte intermediária +	ol
	De acordo com o número de carbonos na molécula.	De acordo com o tipo de ligação entre os carbonos: simples, dupla ou tripla.	Sufixo para a função álcool.
Exemplo: Metanol (CH_3OH)	met	an	ol

A parte intermediária também pode ser denominada infixo.

Se a estrutura apresentar ramificações e/ou insaturações na cadeia carbônica, é necessário indicar a posição do(s) grupo(s) hidroxila, da(s) insaturação(ões) e/ou da(s) ramificação(ões). A ordem de numeração deve priorizar:

- grupo funcional;
- insaturação;
- ramificação.

Veja o exemplo abaixo.



Fórmula estrutural do 2,4-dimetil-hex-4-en-3-ol.

No Brasil, a principal matéria-prima para a produção do etanol é a cana-de-açúcar. A produção de etanol é feita a partir da fermentação da sacarose, utilizando-se o fungo *Saccharomyces cerevisiae*. Sob a ação desse fungo, ocorre a fermentação alcoólica, em que a sacarose é transformada em etanol em duas etapas.

THOMAZ VITA NETO/PULSAR IMAGENS

Colheita de cana-de-açúcar no município de Frutal, Minas Gerais (2018).

Na primeira etapa, representada abaixo, a molécula de sacarose reage com a água, em uma reação chamada hidrólise. Os produtos dessa reação são dois outros açúcares, a glicose e a frutose ($C_6H_{12}O_6$):

$$\underset{\text{sacarose}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{invertase}} \underset{\text{glicose}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{frutose}}{C_6H_{12}O_6}$$

A invertase é uma enzima que catalisa a hidrólise da sacarose em frutose e glicose.

Na segunda etapa, a glicose e a frutose reagem formando duas moléculas de etanol e duas moléculas de gás carbônico.

$$\underset{\text{glicose/frutose}}{C_6H_{12}O_6} + H_2O \xrightarrow{\text{zimase}} 2\,\underset{\text{etanol}}{C_2H_6O} + 2\,\underset{\text{gás carbônico}}{CO_2}$$

A zimase é uma enzima que catalisa a conversão de açúcares em etanol e gás carbônico.

O etanol também pode ser obtido a partir de outros carboidratos, como o amido e a celulose. Nos Estados Unidos, por exemplo, a principal matéria-prima para a produção de etanol é o milho. No Brasil, algumas usinas produtoras de álcool já utilizam como matéria-prima, além da sacarose, o bagaço da cana-de-açúcar, que é constituído por um carboidrato chamado celulose. É possível produzir o etanol a partir da celulose, porém, trata-se de um processo mais complexo do que a fermentação da sacarose.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

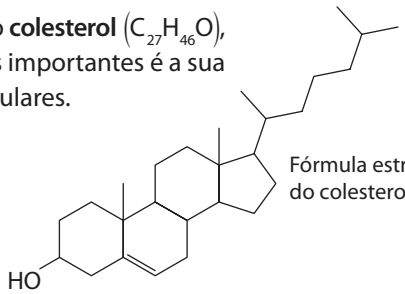
O uso do etanol apresenta vantagens e desvantagens relacionadas ao cultivo de sua matéria-prima e à sua produção e utilização como combustível.

- Discuta com seus colegas quais seriam essas vantagens e desvantagens, e escrevam uma conclusão sobre o uso do etanol como combustível, ressaltando os aspectos ambientais envolvidos.

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.

Outro composto que possui a função álcool em sua molécula é o **colesterol** $(C_{27}H_{46}O)$, que apresenta várias funções em nosso organismo. Uma das mais importantes é a sua participação na construção e na manutenção das membranas celulares.



Fórmula estrutural do colesterol.

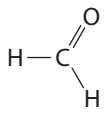
3. O que você sabe sobre o colesterol? Pergunte aos seus familiares se eles costumam controlar o nível de colesterol no sangue e qual é a importância de fazer esse controle.

Aldeídos

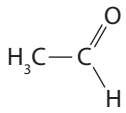
Os **aldeídos** são compostos que possuem o grupo carbonila (C=O) na extremidade de uma cadeia carbônica. Portanto, o grupo carbonila sempre está ligado também a um átomo de hidrogênio.

A nomenclatura oficial dos aldeídos segue aquela usada para os hidrocarbonetos, substituindo o sufixo por **al**. Veja alguns exemplos de estruturas e nomenclaturas de aldeídos.

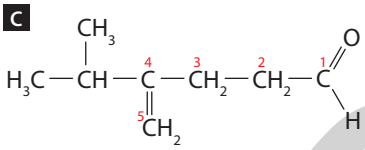
A



B



C



Fórmula estrutural do metanal (CH_2O), em (**A**), do etanal (C_2H_4O), em (**B**), e do 4-isopropilpent-4-enal $(C_8H_{14}O)$, em (**C**).

4. Observe a imagem ao lado. Qual é a substância usada em laboratórios que permite a conservação desses organismos por um longo tempo?

STEVE ALLEN/SHUTTERSTOCK

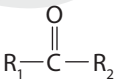
Réptil conservado em formol, em laboratório.

Em laboratórios e museus pode-se encontrar animais conservados em misturas líquidas dentro de recipientes. Esse líquido, chamado comercialmente de **formol**, é uma solução de metanal em água, com aproximadamente 40% em massa do aldeído, que possui ação desinfetante e conservante. O formol é altamente tóxico se for ingerido, inalado ou entrar em contato com a pele.

Cetona

Quem costuma esmaltar as unhas com frequência sabe que a remoção do esmalte é necessária para fazer outra aplicação. De forma geral, essa remoção é feita com uma solução chamada acetona, cuja composição inclui a propanona, um exemplo de cetona.

As **cetonas** são compostos que apresentam o grupo carbonila em um carbono secundário, isto é, entre outros dois carbonos da molécula.



Fórmula estrutural do grupo cetona, em que R_1 e R_2 são grupos orgânicos.

ADRAGAN/SHUTTERSTOCK

Pessoa utilizando acetona para remover o esmalte das unhas.

3. O objetivo dessa questão é incentivar os estudantes a expressarem seus conhecimentos prévios sobre o colesterol e refletirem sobre os problemas de saúde causados pelo alto índice do colesterol LDL no sangue, que está associado à aterosclerose.

4. Espera-se que os estudantes citem uma substância conhecida comercialmente como formol. Trata-se de uma solução aquosa de aldeído.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

O consumo de bebidas alcoólicas em excesso, além de prejudicar a saúde, causa muitos problemas à sociedade. Um dos produtos da oxidação do etanol no organismo humano é o acetaldeído, um aldeído que inibe a secreção do hormônio antidiurético ADH, provocando desidratação. Além desse sintoma, é comum quem consome bebidas alcoólicas de forma exagerada ter dor de cabeça, náusea, sudorese, fadiga e sede.

- Agora, converse com um colega sobre os problemas sociais que o consumo de bebidas alcoólicas pode provocar.

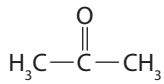
Resposta no **Suplemento para o professor**.

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

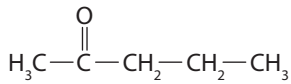
MODERNA

A nomenclatura oficial das cetonas também segue a usada para os hidrocarbonetos, substituindo o sufixo por **ona**. Veja alguns exemplos de estruturas e nomenclaturas de cetonas.

A



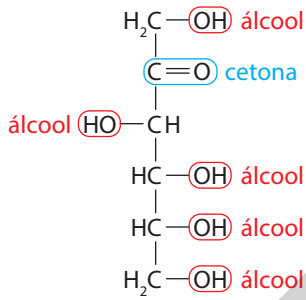
B



Fórmula estrutural da propanona (C_3H_6O), em (**A**), e da pentan-2-ona $(C_5H_{10}O)$, em (**B**).

> **!** Assim como ocorre com a sacarose, o consumo excessivo de frutose pode aumentar o nível de açúcar no sangue e, com o passar do tempo, provocar a obesidade e o surgimento do diabetes.

A frutose é um carboidrato encontrado no mel e em vários frutos, vindo daí o seu nome. Ela é metabolizada em nosso organismo e se transforma em glicose que, como foi visto, fornece energia para as células. A frutose apresenta, na sua estrutura, as funções **álcool** e **cetona**.

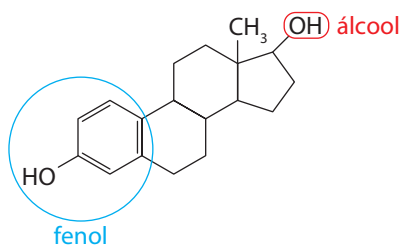


Fórmula estrutural da frutose.

Assim como ocorre nos álcoois, se a cetona apresentar ramificações e/ou insaturações na cadeia carbônica, é necessário indicar a sua posição, priorizando a ordem de numeração por grupo funcional, insaturação e, por último, a ramificação.

Fenol

O **estradiol** $(C_{18}H_{24}O_2)$ é um hormônio essencial para o desenvolvimento e manutenção dos tecidos reprodutores femininos, mas também é importante para muitos outros tecidos, incluindo o ósseo. Nos homens, seus níveis são mais baixos em comparação aos das mulheres, mas ele também apresenta funções importantes no organismo masculino, como a produção de espermatozoides. Além dos seres humanos, o estradiol é encontrado na maioria dos vertebrados. Observe a fórmula estrutural do estradiol.



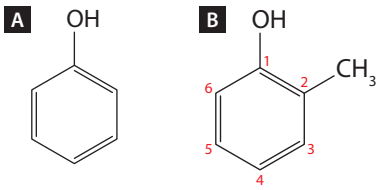
Fórmula estrutural do estradiol.

O estradiol apresenta as funções orgânicas **álcool** e **fenol**. Os fenóis são compostos que apresentam o grupo $-OH$ ligado diretamente a um carbono aromático. Na nomenclatura oficial dos fenóis, o grupo $-OH$ é denominado **hidroxi**, precedendo o nome do hidrocarboneto que lhe deu origem.

Em geral, em condições ambientais $(25\,°C$ e 1 atm$)$, os fenóis são sólidos, pouco solúveis em água, apresentam ação corrosiva, são tóxicos e, quando estão em contato com a pele, penetram rapidamente causando lesões teciduais severas.

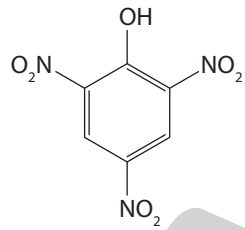
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Como ocorre com outras funções orgânicas, ao indicar as posições das ramificações nos fenóis, essas apresentam prioridade menor do que o grupo funcional.



Fórmula estrutural do hidroxibenzeno (C_6H_6O), em (**A**), e do 2-metil-hidroxibenzeno (C_7H_8O), em (**B**).

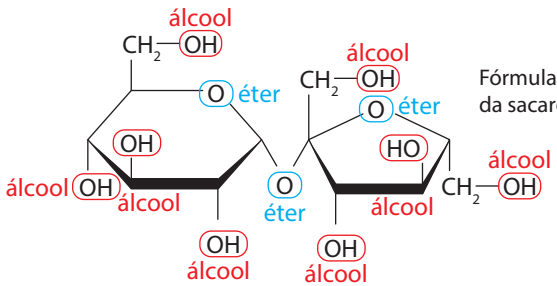
O hidroxibenzeno ou fenol comum é utilizado na produção de desinfetantes e de medicamentos. O 2,4,6-trinitrofenol $(C_6H_3N_3O_7)$ ou ácido pícrico, representado ao lado, é utilizado na fabricação de pomadas para queimaduras (picrato de butambeno) e na fabricação de detonadores de explosivos.



Fórmula estrutural do 2,4,6-trinitrofenol (ácido pícrico).

Éter

Voltando ao exemplo da sacarose, além da função álcool, a sacarose também apresenta a função orgânica **éter**.

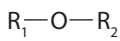


Fórmula estrutural da sacarose.

5. No organismo humano, a sacarose é transformada durante a digestão em glicose e frutose. Para que essas moléculas são utilizadas?

Espera-se que os estudantes respondam que essas moléculas são armazenadas e utilizadas pelo organismo para obter energia.

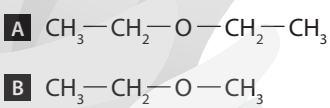
Os éteres são compostos que apresentam oxigênio como heteroátomo (entre dois átomos de carbono). Dessa forma, seu grupo funcional é representado da seguinte forma:



Fórmula estrutural do grupo éter.

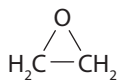
Veja a seguir como é elaborada a nomenclatura oficial dos éteres e alguns exemplos.

	Exemplos:	Prefixo do nome do grupo com menor número de carbonos.	+	oxi	+	Nome do hidrocarboneto.
A	etoxietano $(C_4H_{10}O)$	et		oxi		etano
B	metoxietano (C_3H_8O)	met		oxi		etano



Fórmula estrutural dos éteres etoxietano $(C_4H_{10}O)$, em (**A**), e metoxietano (C_3H_8O), em (**B**).

O **óxido de etileno** (epoxietano) é o menor éter cíclico conhecido. Ele pode ser utilizado como esterilizante em ambientes hospitalares, na formulação de fragrâncias, na fabricação de alguns xampus, protetores solares, esmaltes coloridos para unhas, cremes dentais, batons etc.



Fórmula estrutural do epoxietano (C_2H_4O).

OLGA SABAROVA/ SHUTTERSTOCK

Alguns produtos feitos com epoxietano.

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

MODERNA

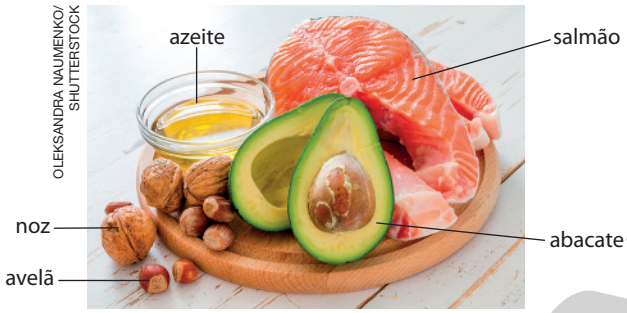
Ácido carboxílico

O **ômega-3**, como é conhecido o ácido linolenílico $(C_{18}H_{32}O_2)$, é um composto encontrado em alguns seres vivos. Ele não é produzido pelo organismo humano, e precisa ser obtido por meio da alimentação. A ação desse composto está relacionada com a redução das ações inflamatórias e a preservação do sistema imunológico, pois ele é capaz de alterar algumas propriedades das membranas celulares.

A imagem abaixo mostra alimentos que contêm ômega-3.

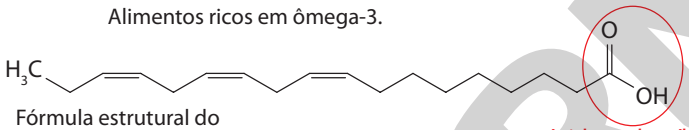
6. Alimentos ricos em ômega-3 fazem parte da sua alimentação? Caso não façam, quais deles você poderia inserir em sua alimentação?

Resposta pessoal. O objetivo desta questão é que os estudantes façam uma autoavaliação de sua alimentação e reflitam sobre medidas que podem ter para melhorá-la.



OLEKSANDRA NAUMENKO/SHUTTERSTOCK

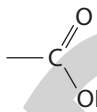
Alimentos ricos em ômega-3.



ácido carboxílico

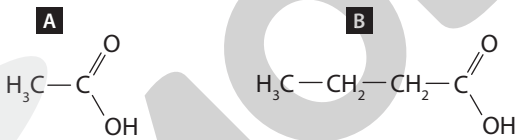
Fórmula estrutural do ácido linolenílico (ômega-3).

O ômega-3 apresenta a função **ácido carboxílico**. Os ácidos carboxílicos possuem uma carbonila ligada diretamente a uma hidroxila, formando o grupo carboxila.



Fórmula estrutural do grupo carboxila.

A nomenclatura oficial dos ácidos carboxílicos também segue a nomenclatura dos hidrocarbonetos, adicionando a palavra **ácido** e o sufixo **oico**. Veja os exemplos abaixo.



Fórmula estrutural do ácido etanoico (CH_3COOH), em (**A**), e do ácido butanoico $(C_4H_8O_2)$, em (**B**).

Os ácidos carboxílicos que apresentam a maior quantidade de aplicações são os ácidos metanoico $(CHOOH)$ e etanoico. O ácido metanoico, também conhecido como ácido fórmico, é usado no tingimento de tecidos e como desinfetante em hospitais. O ácido etanoico, também conhecido como ácido acético, é usado na preparação de perfumes, corantes e acetona, e como vinagre em soluções a 4% em volume.

Éster e enol

7. Alimentos ricos em vitamina C $(C_6H_8O_6)$, como os apresentados na fotografia ao lado, fazem parte da sua alimentação? Caso não façam, quais deles você poderia incluir?

Resposta pessoal. O objetivo desta questão é que os estudantes façam uma autoavaliação de sua alimentação e reflitam sobre medidas que podem ter para melhorá-la.

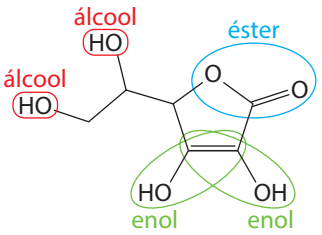
WASU WATCHARADACHAPHONG/SHUTTERSTOCK

Alimentos ricos em vitamina C.

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

MODERNA

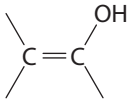
O ácido ascórbico, ou vitamina C, como é mais conhecido, é um composto solúvel em água. Entre seus papéis no organismo estão a manutenção do tecido conjuntivo, o fortalecimento do sistema imunológico contra processos infecciosos, a facilitação da absorção de ferro (Fe), a colaboração na síntese de alguns aminoácidos e o auxílio a conferir resistência aos ossos e dentes.



Fórmula estrutural da vitamina C.

Além da função álcool, que já foi estudada, esse composto apresenta mais duas funções orgânicas: **enol** e **éster**.

Quando, em um composto orgânico, o grupo −OH estiver ligado diretamente a um carbono insaturado por dupla ligação, tem-se a função **enol**.



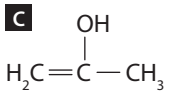
Fórmula estrutural do grupo enol.

A nomenclatura dos enóis segue a dos álcoois, alterando apenas o intermediário *an* para *en*, devido à presença da ligação dupla. Veja alguns exemplos a seguir.

A

B

C



Fórmula estrutural do etenol (C_2H_4O), em (**A**), do prop-1-en-1-ol (C_3H_5OH), em (**B**), e do prop-1-en-2-ol (C_3H_5OH), em (**C**).

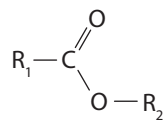
Agora, leia a tirinha abaixo.

BECK, A. *Armandinho Zero*. Florianópolis/SC: A. C. Beck, 2013. p. 37.

8. Você considera os conselhos da mãe de Armandinho adequados? Por quê?

8. Com esta questão, espera-se que os estudantes reflitam sobre hábitos relacionados à alimentação saudável e confirmem que a substituição de frutas por bolachas não é recomendada na alimentação, pois a bolacha é um alimento rico em açúcar e gordura e pobre em outros importantes nutrientes para nosso organismo, além de ser um alimento ultraprocessado. Portanto, os conselhos da mãe de Armandinho são adequados para uma alimentação saudável.

O cheiro e o sabor das bolachas que Armandinho sente ao comê-las são percebidos graças à presença de ésteres naturais ou industrializados. Os ésteres estão presentes também, por exemplo, no cheiro e/ou sabor de frutas, bebidas, cosméticos, flores, entre outros.



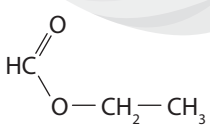
Fórmula estrutural do grupo éster, em que R_1 e R_2 são grupos orgânicos.

Os **ésteres** derivam dos ácidos carboxílicos pela substituição do hidrogênio da carboxila por um grupo orgânico.

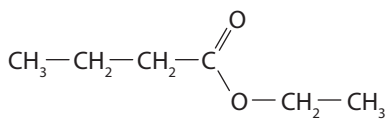
Veja abaixo como é determinada a nomenclatura oficial dos ésteres.

	Exemplos:	Hidrocarboneto.	+	ato	+	de	+	Nome do substituinte com terminação -ila.
A	metanoato de etila $(C_3H_6O_2)$	metano		ato		de		etila
B	butanoato de etila $(C_6H_{12}O_2)$	butano		ato		de		etila

A



B



Fórmula estrutural do metanoato de etila $(C_3H_6O_2)$, em (**A**), e do butanoato de etila $(C_6H_{12}O_2)$, em (**B**).

Além de serem usados como essência de frutas e aromatizantes na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética, os ésteres também constituem os óleos e as gorduras vegetais e animais. Uma aplicação recente, que está entre as mais importantes dos ésteres, tem sido como combustível: o biodiesel é uma mistura de ésteres de ácidos graxos (ácidos carboxílicos de cadeia longa).

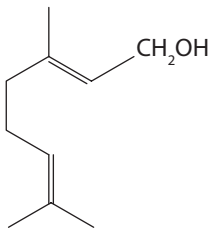
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

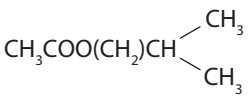
ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

1. **(Enem)** Uma forma de organização de um sistema biológico é a presença de sinais diversos utilizados pelos indivíduos para se comunicarem. No caso das abelhas da espécie *Apis mellifera*, os sinais utilizados podem ser feromônios. Para saírem e voltarem de suas colmeias, usam um feromônio que indica a trilha percorrida por elas (Composto **A**). Quando pressentem o perigo, expelem um feromônio de alarme (Composto **B**), que serve de sinal para um combate coletivo. O que diferencia cada um desses sinais utilizados pelas abelhas são as estruturas e funções orgânicas dos feromônios.



Composto **A**



Composto **B**

QUADROS, A. L. Os feromônios e o ensino de química. *Química nova na escola*, n. 7, maio 1998 (adaptado).

As funções orgânicas que caracterizam os feromônios de trilha e de alarme são, respectivamente,

a) álcool e éster.

b) aldeído e cetona.

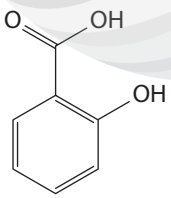
c) éter e hidrocarboneto.

d) enol e ácido carboxílico.

e) ácido carboxílico e amida.

Alternativa **a**.

2. **(IFPE-PE)** O ácido salicílico foi originalmente descoberto devido às suas ações antipirética e analgésica. Porém, descobriu-se, depois, que esse ácido pode ter uma ação corrosiva nas paredes do estômago. Para contornar esse efeito foi adicionado um radical acetil à hidroxila ligada diretamente ao anel aromático, dando origem a um éster de acetato, chamado de ácido acetilsalicílico (AAS), menos corrosivo, mas, também, menos potente.



Antipirético: composto que reduz ou elimina a febre, baixando a temperatura do corpo quando ela está acima de 37 °C.

A estrutura química do ácido salicílico, representada acima, apresenta

a) funções orgânicas fenol e ácido carboxílico.

b) um carbono com hibridação sp^3.

c) funções orgânicas éster e álcool.

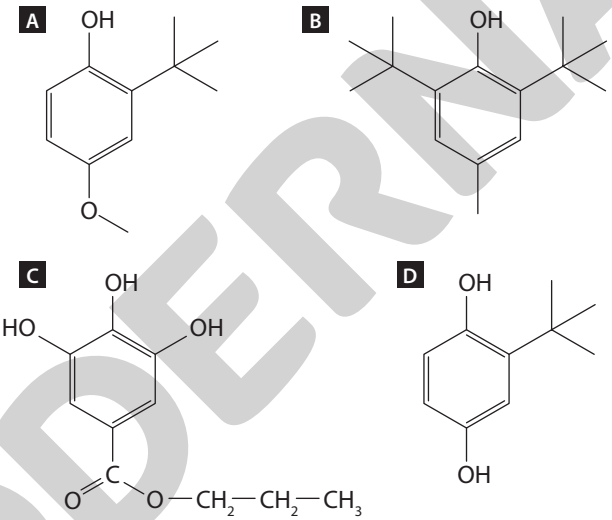
d) fórmula molecular $C_6H_2O_3$.

e) funções orgânicas fenol e álcool.

Alternativa **a**.

3. Os antioxidantes são compostos comumente adicionados em alimentos industrializados para aumentar o prazo de validade, pois reduzem a velocidade de algumas reações químicas que alteram as características do produto.

A seguir estão representadas as estruturas químicas de quatro antioxidantes.



Fórmula estrutural dos antioxidantes BHA (**A**), BHT (**B**), PG (**C**) e TBHQ (**D**).

Respostas no **Suplemento para o professor**.

a) Quais são as funções orgânicas presentes em cada um dos antioxidantes apresentados?

b) Qual é a função orgânica comum nos quatro compostos?

c) Pesquise o significado das siglas usadas para identificar cada um desses antioxidantes.

d) Quais são as nomenclaturas de cada antioxidante de acordo com a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC)?

e) Procure em sua casa rótulos de alimentos que contenham antioxidantes.

4. Para limpeza de equipamentos eletrônicos, recomenda-se utilizar uma solução de álcool isopropílico. Escolha a alternativa que apresenta a nomenclatura oficial e a fórmula química correspondente a esse composto.

a) Propan-2-ol e C_3H_8O.

b) Propanona e C_3H_8O.

c) Propanol e C_3H_6O.

d) Propanal e C_3H_6O.

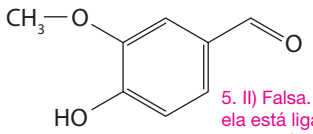
Alternativa **a**.

MODERNA

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

9. c) A testosterona é o hormônio sexual masculino, responsável pelo desenvolvimento dos órgãos genitais e das características masculinas na puberdade, além de estimular a taxa metabólica e influenciar na libido masculina. Já o estradiol é um hormônio sexual feminino que atua na regulação do ciclo menstrual.

5. A fava de baunilha é obtida da orquídea chamada *Vanilla planifólia*. Ela e o seu extrato são utilizados como flavorizantes em confeitos. O composto responsável por proporcionar o aroma é a vanilina e a sua estrutura química está representada a seguir.



Fórmula estrutural da vanilina.

5. II) Falsa. Apesar de possuir uma hidroxila, ela está ligada a um anel aromático, o que caracteriza a função fenol.

Sobre esse composto, escreva em seu caderno se cada informação é verdadeira ou falsa.

I) Esse composto tem a função orgânica de ácido carboxílico. Falsa. Para ter a função ácido carboxílico a estrutura precisaria ter um carbono ligado a um oxigênio (por meio de ligação dupla) e uma hidroxila.

II) Esse composto é um tipo de álcool.

III) Esse composto tem as funções orgânicas aldeído e éter.

Verdadeiro.

IV) O nome oficial da vanilina é 4-hidroxi-3-metoxi-benzaldeído.

Verdadeiro.

V) Esse composto é aromático e apresenta heteroátomo.

Verdadeiro.

6. Em alguns casos, a mesma fórmula química pode corresponder a compostos químicos diferentes.

I) Para a fórmula química C_2H_6O, é possível ter as funções:

a) álcool e ácido carboxílico.

b) ácido carboxílico e fenol.

c) éster e enol.

d) éter e álcool.

Alternativa **d**.

II) Quais as nomenclaturas dos possíveis compostos cuja fórmula química é $C_3H_6O_2$?

a) Metóxi-etano e ácido propanoico.

b) Propanol e propanal.

c) Ácido propanoico e etanoato de metila.

d) Propanona e metóxi-metano.

Alternativa **c**.

7. Escreva as estruturas químicas dos seguintes compostos: Respostas das questões **7** e **8** no **Suplemento para o professor**.

a) Etanol.

b) Etóxi-etano.

c) Metanal.

d) Propan-2-ol.

e) Butanona.

f) Ácido etanoico.

g) 3-metil-fenol.

h) Etanoato de butila.

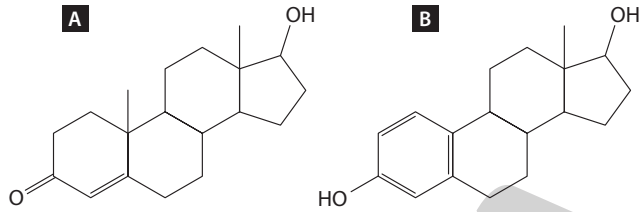
8. O ácido fórmico, também chamado ácido metanoico, é utilizado como defesa por insetos e plantas. No caso da planta urtiga, a folha, ao entrar em contato com a pele, causa ardência.

OREST LYZHECHKA/SHUTTERSTOCK

Urtiga (*Urtica dioica*). Essa planta pode atingir aproximadamente 1,5 m de altura.

Em alguns insetos, como abelhas e formigas, o ácido fórmico encontra-se no ferrão e nas estruturas responsáveis pelas picadas. Desenhe a estrutura química desse composto.

9. Observe as estruturas químicas abaixo, correspondentes aos hormônios testosterona e estradiol.



Fórmulas estruturais dos hormônios testosterona (**A**) e estradiol (**B**).

Em relação a essas estruturas, responda às seguintes questões:

a) Quais são as fórmulas químicas dos hormônios apresentados? Testosterona: $C_{19}H_{28}O_2$; estradiol: $C_{18}H_{24}O_2$.

b) Quais são as funções orgânicas presentes nas moléculas de testosterona e estradiol?

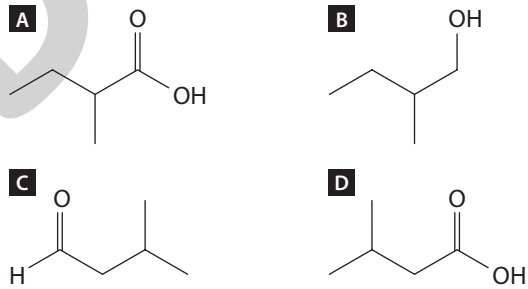
Testosterona: cetona e álcool. Estradiol: fenol e álcool.

c) Qual é a importância desses hormônios para o organismo? Se necessário, faça uma pesquisa.

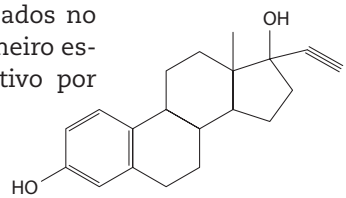
10. **(Uerj-RJ)** O acúmulo do ácido 3-metilbutanoico no organismo humano pode gerar transtornos à saúde.

A fórmula estrutural desse ácido é representada por:

Alternativa **d**.



11. **(UPM-SP)** O etinilestradiol é um estrogênio derivado do estradiol. É um contraceptivo e um dos medicamentos mais usados no mundo, sendo o primeiro estrogênio sintético ativo por via oral.



De acordo com a fórmula estrutural do etinilestradiol, ilustrada acima, é correto afirmar que:

a) é um hidrocarboneto formado por quatro ciclos, sendo um aromático.

b) apresenta dois grupos funcionais álcool.

c) possui cadeia carbônica mista, insaturada, heterogênea e ramificada.

d) possui 6 carbonos terciários e um quaternário.

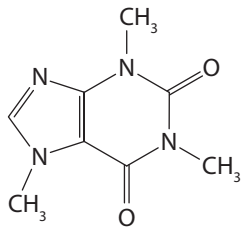
e) possui fórmula molecular $C_{20}H_{23}O_2$.

Alternativa **d**.

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

MODERNA

Funções nitrogenadas



Fórmula estrutural da cafeína $(C_8H_{10}N_4O_2)$.

1. Quais átomos estão presentes na composição da cafeína?
2. Você consome alimentos ricos em cafeína? Quais?
3. O que o consumo de cafeína em excesso pode provocar?

A erva-mate é rica em cafeína (teor entre 2% e 5%, maior que o do café, cujo teor está entre 1% e 2%) e em teobromina $(C_7H_8N_4O_2)$, que também pode ser encontrada no café e no chocolate. Ao ser consumido, tende a aumentar o estado de alerta da pessoa e lhe dá uma sensação de bem-estar, pois libera adrenalina $(C_9H_{13}NO_3)$ e dopamina $(C_8H_{11}NO_2)$ no sangue. Em muitos casos, pode comprometer o sono ou causar dores de cabeça, taquicardia, palpitações, gastrite e alterações de humor.

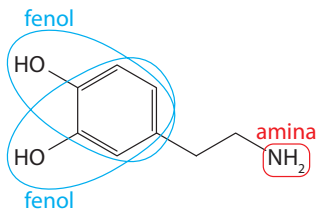
SAMUEL KOCHHAN/SHUTTERSTOCK

A erva-mate é bastante consumida em chimarrão e chá, principalmente em estados da região Sul do Brasil.

As funções orgânicas nitrogenadas são compostos que contêm átomos de carbono, hidrogênio e nitrogênio (N). A cafeína é um exemplo de função orgânica nitrogenada.

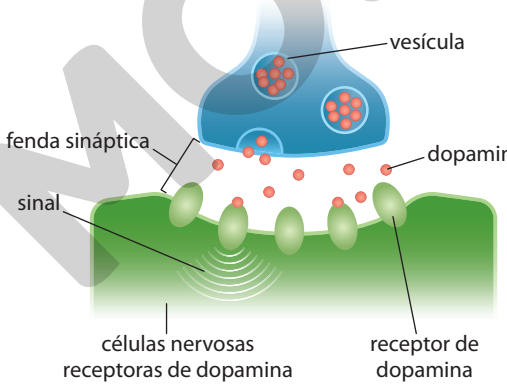
Existem diferentes tipos de funções nitrogenadas, e cada uma delas é definida pela forma como os átomos de nitrogênio estão ligados aos demais átomos de carbono e hidrogênio na molécula. A seguir serão apresentadas as características de algumas funções nitrogenadas.

Amina



Fórmula estrutural da dopamina.

A dopamina é um neurotransmissor encontrado nos seres vivos. Neurotransmissores são substâncias que funcionam como mensageiros químicos, levando informações de um neurônio para uma célula receptora. A dopamina está envolvida em processos como o controle motor, a cognição, o prazer, o humor e algumas funções endócrinas, entre outras. Observe a fórmula estrutural desse composto e sua ação no sistema nervoso do ser humano.



HELOÍSA PINTARELLI

Ilustração produzida com base em: WINSTON, R. (Ed.). *Human*. Londres: Dorling Kindersley, 2004. p. 116.

Representação da ação da dopamina no sistema nervoso. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Note que a dopamina apresenta a função orgânica fenol, com duas hidroxilas ligadas ao anel benzênico, e também a função **amina**, devido à presença do átomo de nitrogênio.

A amina é o grupo funcional que apresenta um átomo de nitrogênio ligado a um átomo de carbono por meio de ligações simples. Em geral, a nomenclatura das aminas é dada pela indicação do(s) grupo(s) orgânico(s) ligado(s) ao átomo de nitrogênio acrescida da palavra amina. Veja os exemplos:

A $CH_3—NH_2$

B $CH_3—CH_2—NH_2$

C $CH_3—NH—CH_3$

Fórmula estrutural da metilamina (CH_3NH_2), em (**A**), da etilamina $(C_2H_5NH_2)$, em (**B**), e da dimetilamina (C_2H_6NH), em (**C**).

1. Espera-se que os estudantes citem átomos de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio.
2. Resposta pessoal. O objetivo dessa questão é que os estudantes identifiquem e compartilhem informações.
3. Os estudantes podem responder que o consumo de cafeína em excesso pode provocar insônia, dor de estômago, tremor, alterações nos batimentos cardíacos, entre outros efeitos.

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

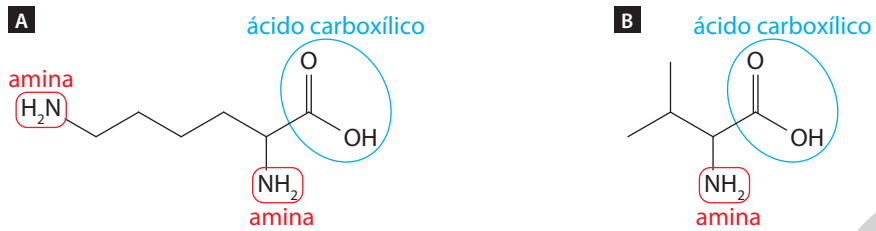
As aminas são compostos polares. As primárias e secundárias possuem, entre suas moléculas, ligações de hidrogênio como interações intermoleculares. Dessa forma, apresentam pontos de fusão e de ebulição mais elevados do que os de compostos apolares. Sob o ponto de vista de reatividade, quanto maior o caráter básico, maior será a reatividade da amina.

As aminas são utilizadas no preparo de vários tipos de medicamentos, como os psicotrópicos, farmacológicos etc. Algumas delas são utilizadas como tensoativos e as aminas aromáticas podem ser usadas na produção de explosivos e de corantes orgânicos.

Como estudado no Capítulo **1**, as proteínas são moléculas formadas por sequências de moléculas menores, os aminoácidos. Como podemos observar pelo seu nome, os aminoácidos são compostos que apresentam as funções **amina** e **ácido carboxílico**. Veja a fórmula estrutural de dois aminoácidos.

Psicotrópico: substância que atua na parte central do sistema nervoso, alterando temporariamente algumas características da pessoa, como percepção, comportamentos e humor.

Tensoativo: substância que altera a tensão superficial de misturas aquosas.



Fórmulas estruturais da lisina $(C_6H_{14}N_2O_2)$, em (**A**), e da valina $(C_5H_{11}NO_2)$, em (**B**).

Existem centenas de aminoácidos na natureza, mas apenas vinte deles, quando unidos, formam as proteínas. Todos apresentam as funções ácido carboxílico e amina, diferenciando-se pelo restante da sua cadeia carbônica. A imagem abaixo mostra alimentos ricos em proteínas.

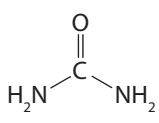
Alimentos de origem animal e vegetal ricos em proteínas.

4. Você ingere alimentos ricos em proteína? Se a resposta for negativa, quais alimentos você poderia inserir em sua alimentação?

Resposta pessoal. O objetivo desta questão é que os estudantes façam uma autoavaliação de sua alimentação e verifiquem o que poderiam mudar para melhorá-la.

Amida

Ao serem metabolizadas no organismo dos mamíferos, as proteínas são decompostas em outras substâncias, entre elas, a ureia (CH_4N_2O), que é excretada por meio da urina. Altos níveis de ureia na corrente sanguínea indicam possíveis problemas nos rins, pois não estão filtrando o sangue de forma eficaz.



Fórmula estrutural da ureia.

5. Converse com os colegas sobre a importância do bom funcionamento dos rins para o nosso organismo.

Espera-se que os estudantes comentem que os rins filtram o sangue, retirando do organismo o excesso de água e outras substâncias que precisam ser eliminadas. Como resultado dessa filtração é formada a urina.

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

MODERNA

A ureia também pode ser sintetizada industrialmente a partir do gás carbônico e do gás amônia (NH_3). Ela está muito presente no trabalho do agricultor, que a utiliza como adubo para suas plantações. Para esse uso, a ureia pode ser distribuída tanto manualmente como com auxílio de equipamentos agrícolas específicos, na forma de grânulos ou soluções fertilizantes, já que ela é solúvel em água. O agricultor também pode utilizar a ureia como um dos componentes para a alimentação do gado.

HEMEROCALLIS/SHUTTERSTOCK

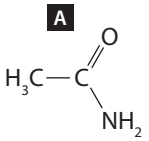
Esferas de carbamida, um fertilizante mineral que contém ureia. Cerca de 90% da produção mundial de ureia é destinada à composição de fertilizantes e produtos relacionados.

A ureia apresenta a função orgânica **amida**. As amidas são compostos orgânicos que apresentam a carbonila ligada diretamente ao átomo de nitrogênio.

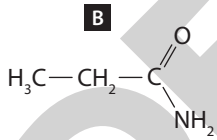
A nomenclatura oficial das amidas pode ser feita da seguinte forma:

	Prefixo (número de carbonos) +	Parte intermediária (tipo de ligação química) +	amida
Exemplo: Etanamida (C_2H_5NO)	et	an	amida

A



B



Fórmula estrutural da etanamida (**A**), e da propanamida (C_3H_7NO), em (**B**).

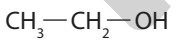
As poliamidas são materiais que têm uma ampla utilização na indústria têxtil. O náilon é um tipo de poliamida utilizada na fabricação de roupas íntimas, trajes de banho, bermudas, entre outras roupas. Essa fibra também é utilizada na medicina – em procedimentos médicos – como pontos cirúrgicos, e também na pescaria, por exemplo, no fio de pesca preso à vara.

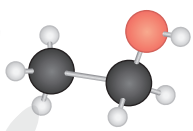
ALEXPHOTOGO/SHUTTERSTOCK

O náilon pode ser usado na confecção de várias roupas.

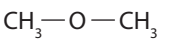
Isomerias

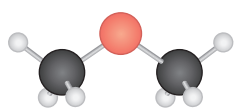
A fórmula molecular dos compostos etanol e metoximetano é C_2H_6O. Embora apresentem a mesma fórmula molecular, suas fórmulas estruturais são diferentes, conforme mostrado a seguir.





Fórmula estrutural plana e espacial do etanol. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.





Fórmula estrutural plana e espacial do metoximetano. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: CYNTHIA SEKIGUCHI

Além disso, as propriedades físicas e químicas dessas substâncias também se diferem. Veja algumas delas.

	Etanol	Metoximetano
Ponto de ebulição (°C)	78,5	−24,8
Densidade (g/cm^3)	0,79	0,67
Reação com o potássio	sim	não

Os compostos químicos que apresentam a mesma fórmula molecular e diferentes fórmulas estruturais são denominados **isômeros** (traduzido do grego, *isos* = igual, *meros* = partes).

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

MODERNA

Isomeria plana ou constitucional

Os isômeros planos podem apresentar diferenças quanto aos seguintes aspectos:

- tipo de cadeia;
- função orgânica;
- posição de heteroátomos, grupos funcionais, ramificações e insaturações.

O exemplo citado do etanol e do metoximetano é um caso de **isomeria de função**, pois os compostos apresentam funções orgânicas diferentes (álcool e éter).

Quando os isômeros apresentam cadeias diferentes (normal/ramificada ou aberta/fechada), trata-se de **isômeros de cadeia**. Veja a seguir.

A $CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$

B $CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}—CH_2—CH_3$

Fórmula estrutural do pentano (C_5H_{12}), em (**A**), e do 2-metilbutano (C_5H_{12}), em (**B**).

A mudança na posição de um grupo funcional, ramificação ou insaturação constitui uma **isomeria de posição**, como ocorre nos exemplos abaixo.

a) mudança na posição do grupo funcional

C $CH_3—CH_2—CH_2—OH$

D $CH_3—\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}—CH_3$

Fórmula estrutural do propan-1-ol (C_3H_7OH), em (**C**), e do propan-2-ol (C_3H_7OH), em (**D**).

b) mudança na posição de uma ramificação

E $CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}—CH_2—CH_2—CH_3$

F $CH_3—CH_2—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}—CH_2—CH_3$

Fórmula estrutural do 2-metilpentano (C_6H_{14}), em (**E**), e do 3-metilpentano (C_6H_{14}), em (**F**).

c) mudança na posição da instauração

G $HC\equiv C—CH_2—CH_3$

H $CH_3—C\equiv C—CH_3$

Fórmula estrutural do but-1-ino (C_4H_6), em (**G**), e do but-2-ino (C_4H_6), em (**H**).

A mudança na posição de um heteroátomo constitui uma **isomeria de compensação** ou **metameria**.

I $CH_3—O—CH_2—CH_2—CH_3$

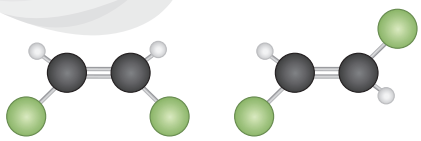
J $CH_3—CH_2—O—CH_2—CH_3$

Fórmula estrutural do metoxipropano $(C_4H_{10}O)$, em (**I**), e do etoxietano $(C_4H_{10}O)$, em (**J**).

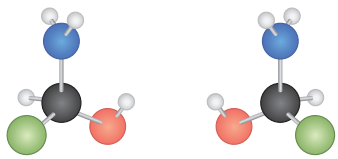
Estereoisomeria

Os estereoisômeros apresentam a mesma fórmula molecular e a mesma fórmula estrutural plana, diferenciando-se por suas **fórmulas estruturais espaciais**. Portanto, eles são constituídos pelos mesmos átomos e mesmas ligações químicas, mas em posições espaciais diferentes, o que lhes confere propriedades distintas. Eles podem ser classificados como diastereoisômeros e enantiômeros.

Os **diastereoisômeros** são compostos isômeros que não são a imagem um do outro em um espelho. Já os **enantiômeros** são isômeros que são a imagem um do outro em um espelho. Observe a seguir dois exemplos.



Fórmula estrutural espacial de diastereoisômeros. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.



Fórmula estrutural espacial de enantiômeros. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

ILUSTRAÇÕES: CYNTHIA SEKIGUCHI

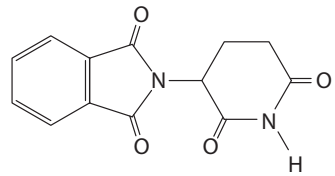
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Estereoisomeria

Existem isômeros com fórmulas estruturais bastante semelhantes e que são produzidos por meio da mesma reação química. É necessário ficar atento às propriedades desses isômeros, pois a história registra eventos trágicos causados pela ingestão de substâncias cujas propriedades químicas não eram totalmente conhecidas.

No início da década de 1960, a Alemanha apresentou diversos casos de crianças que nasciam com malformações. A origem desses problemas devia-se a uma substância que as mães haviam ingerido durante a gravidez para reduzir os sintomas de enjoo: a talidomida ($C_{13}H_{10}N_2O_4$).



Fórmula estrutural da talidomida.

A talidomida comercializada era uma mistura de estereoisômeros, e um deles causava malformações, o que chamamos de efeito teratogênico. A partir desse incidente, a indústria farmacêutica passou a aprimorar a produção de medicamentos seguros, cujas moléculas apresentavam esse tipo de isomeria. Para isso, investiu-se na pesquisa e no desenvolvimento de processos que levassem apenas ao isômero desejado.

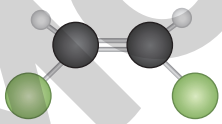
Respostas no **Suplemento para o professor**.

a) Converse com um colega sobre a importância de se realizar diversos testes envolvendo novos medicamentos, antes de comercializá-los. Anote as conclusões que vocês tiveram.

b) Pesquise qual é o órgão brasileiro responsável por fiscalizar e regular a comercialização dos medicamentos.

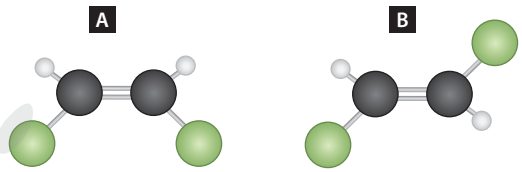
Diastereoisômeros

A diastereoisomeria ocorre quando há uma dupla ligação entre dois átomos de carbono. A presença da ligação dupla não permite a rotação entre eles, como é mostrado na imagem abaixo.



Representação de uma molécula com ligação dupla, que impede a rotação entre os carbonos. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

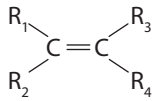
Isso também ocorre na ligação entre carbonos nas cadeias cíclicas. Não há rotação porque a ligação dupla é rígida, possibilitando a formação de dois sistemas: *cis* e *trans*.



ILUSTRAÇÕES: CYNTHIA SEKIGUCHI

Representação de isômeros *cis* (**A**) e *trans* (**B**). Imagens sem proporção e em cores-fantasia.

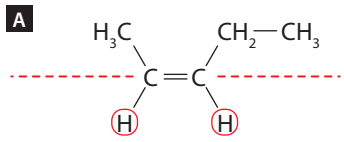
Para que a formação das estruturas *cis* e *trans* seja possível, é necessário que os ligantes de cada carbono da ligação dupla respeitem a seguinte condição: R_1 seja diferente de R_2, R_3 seja diferente de R_4, e que um ligante do lado esquerdo seja igual a um ligante do lado direito.

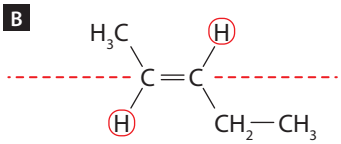


Fórmula estrutural de diastereoisômeros com grupo $R_1 \neq R_2$ e $R_3 \neq R_4$.

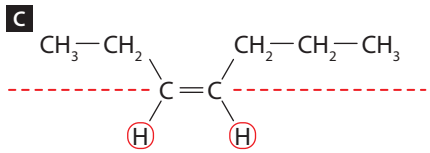
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

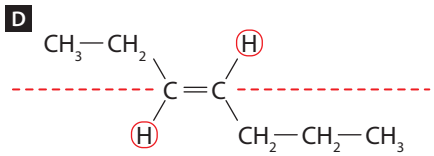
Veja alguns exemplos de como podem ser representados os isômeros *cis* e *trans*:





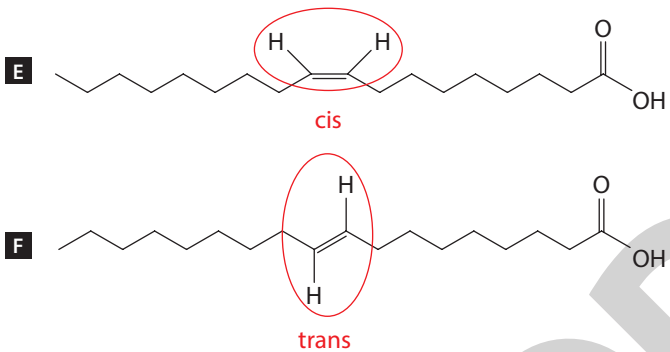
Fórmula estrutural do *cis*-pent-2-eno (C_5H_{10}), em (**A**), e do *trans*-pent-2-eno (C_5H_{10}), em (**B**).





Fórmula estrutural do *cis*-hept-3-eno (C_7H_{14}), em (**C**), e do *trans*-hept-3-eno (C_7H_{14}), em (**D**).

Os ácidos graxos insaturados, que são componentes das gorduras, podem apresentar-se na forma *cis* ou *trans*. Na configuração *cis*, os átomos de hidrogênio da dupla ligação encontram-se no mesmo lado da cadeia. Na configuração *trans*, os átomos de hidrogênio estão em lados opostos.

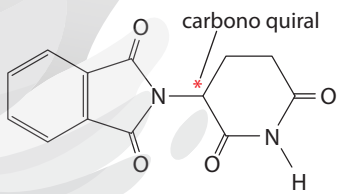


Representação das estruturas de ácido graxo *cis* (**E**) e ácido graxo *trans* (**F**).

Enantiômeros

Os enantiômeros são substâncias **opticamente ativas**, ou seja, desviam o plano da luz polarizada, e são formadas por estruturas assimétricas. Uma substância com estrutura assimétrica é aquela que não possui plano de simetria. A talidomida, citada anteriormente, é um exemplo desse tipo de substância.

O exemplo mais comum de molécula orgânica assimétrica apresenta, ao menos, um carbono assimétrico. É considerado **carbono assimétrico** (C*) aquele que contém quatro ligantes distintos entre si, podendo também ser chamado **carbono quiral**.



Representação da fórmula estrutural da talidomida.

A configuração espacial dos enantiômeros faz com que eles tenham efeitos diferentes no organismo. Para que uma substância produza qualquer efeito no organismo, ela precisa sofrer uma reação química.

Em muitos casos, essa combinação entre as substâncias só acontece se as moléculas possuem um formato específico, permitindo o contato entre elas de modo que a reação aconteça. Um isômero pode ser totalmente inerte em relação a uma substância porque o seu formato não permite o contato entre partes específicas de sua molécula e da substância com a qual ele reagiria.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

A gordura *trans* é pouco comum na natureza, mas é produzida a partir de gorduras vegetais para uso na indústria alimentícia. O consumo de gorduras *trans* tem sido associado a problemas de saúde, tais como aumento do risco de doenças cardiovasculares. Deve-se então evitar ao máximo o seu consumo.

a) Junte-se a um colega e pesquisem os principais problemas de saúde associados ao consumo de alimentos com gorduras *trans*. Em seguida, verifiquem nos rótulos de vários alimentos industrializados que vocês geralmente consomem a indicação da presença, ou não, de gordura *trans*.

b) Conversem sobre os malefícios do consumo da gordura *trans* e elaborem cartazes contendo informações sobre esses malefícios. Insiram no cartaz alguns alimentos que geralmente seus colegas consomem e que têm gordura *trans*, sugerindo opções de alimentos que não contêm esse tipo de gordura.

Exponham os cartazes na sala de aula.

Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

!

Um raio de luz natural é constituído de ondas eletromagnéticas que oscilam em infinitos planos de vibração que passam pelo eixo de propagação. Há certos materiais que, ao serem atravessados pela luz natural, deixam passar apenas as vibrações de um determinado plano, absorvendo as demais. Nesse caso, tem-se a luz polarizada.
A substância que desvia o plano da luz polarizada é uma substância opticamente ativa.

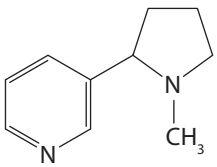
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

1. De acordo com o INCA (Instituto Nacional de Câncer), o tabagismo é considerado uma doença crônica causada pela dependência à nicotina, que está presente em produtos à base de tabaco. Também está associado a muitos tipos de câncer e aumenta o risco de contrair doenças crônicas não transmissíveis. A nicotina é um composto tóxico e viciante. Veja a estrutura desse composto.



Representação da estrutura química da nicotina.

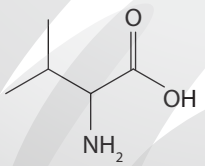
a) Qual é a fórmula química da nicotina? $C_{10}H_{14}N_2$

b) A nicotina apresenta em sua estrutura o anel benzênico? Não.

c) Qual é a principal função orgânica presente na estrutura da nicotina? Amina.

2. Os aminoácidos são os principais constituintes das proteínas. Os aminoácidos sintetizados pelo nosso organismo são chamados não essenciais e suprem as necessidades celulares. Já os aminoácidos não sintetizados pelo organismo humano precisam estar presentes em nossa alimentação e são conhecidos como aminoácidos essenciais.

A valina é um exemplo de aminoácido essencial. Carne, peixe, leite, feijão e castanha são alguns dos principais alimentos que contêm esse aminoácido. Escreva em seu caderno a alternativa que indica apenas as funções orgânicas encontradas na molécula de valina.



Fórmula estrutural da valina.

a) Álcool e amida.

b) Amida e amina.

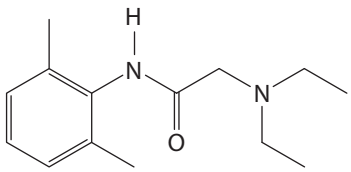
c) Cetona e amina.

d) Éster e éter.

e) Ácido carboxílico e amina.

Alternativa **e**.

3. A lidocaína é utilizada como anestésico de ação local, podendo também ser usada como tratamento para arritmias e outras doenças cardíacas.



Fórmula estrutural da lidocaína.

Pesquise os tipos de aminas – primária, secundária e terciária. Em seguida, analisando a fórmula estrutural da lidocaína, escreva em seu caderno a afirmativa correta quanto às funções nitrogenadas presentes nesse anestésico.

a) Amida e amina terciária.

b) Apenas grupos amidas.

c) Cetona e amina.

d) Apenas grupos aminas.

e) Amida e amina primária.

Alternativa **a**.

4. **(UEPG-PR)** Com respeito aos compostos: *cis*-2-penteno e *trans*-2-penteno, escreva em seu caderno a soma das sentenças corretas.

01) São isômeros geométricos.

02) Apresentam pontos de fusão diferentes.

04) Não apresentam carbono quiral.

08) São hidrocarbonetos.

Soma: 01 + 02 + 04 + 08 = 15

5. **(UEPG-PR)** Sobre carbono assimétrico e isomeria óptica, escreva em seu caderno a soma das sentenças corretas.

01) Carbono assimétrico é o átomo de carbono com quatro substituintes diferentes.

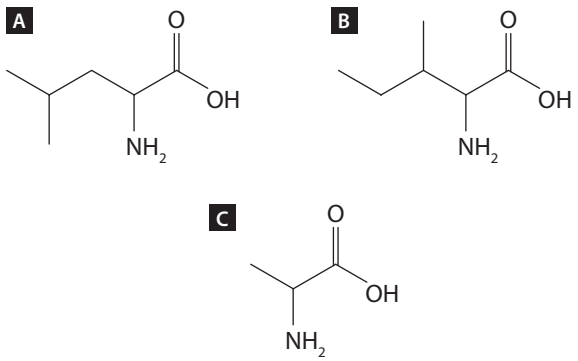
02) Não existem moléculas com mais de um carbono assimétrico.

04) Uma mistura racêmica é opticamente ativa.

08) Se a molécula possuir um carbono assimétrico, apresentará atividade óptica.

Soma: 01 + 08 = 09

6. Observe a estrutura dos aminoácidos abaixo.



Fórmula estrutural da leucina (**A**), da isoleucina (**B**) e da alanina (**C**).

a) Escreva o número de carbonos quirais existentes em cada aminoácido. Leucina, 1; Isoleucina, 2; Alanina, 1.

b) Quais são as funções orgânicas presentes nos compostos apresentados? Amina e ácido carboxílico.

MODERNA

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

CAPÍTULO 4

Introdução à Óptica

1. Cite uma situação em que você não conseguiu enxergar algum corpo por estar muito distante ou por ele ser muito pequeno.

Resposta pessoal. Os objetivos desta questão é aproximar o conteúdo estudado ao cotidiano dos estudantes.

Instrumentos de observação

O ser humano interage com o meio à sua volta, interpretando diversas informações por meio dos sentidos: visão, audição, tato, olfato e paladar. No entanto, os sentidos do ser humano são limitados.

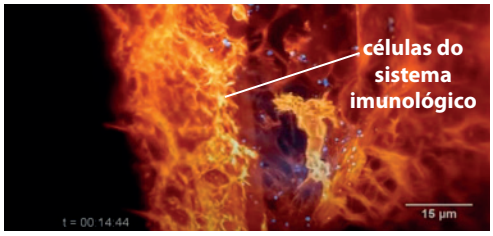
A visão humana, por exemplo, se limita a certa faixa de frequências de luz e depende das dimensões e da distância em relação aos corpos observados. A olho nu não conseguimos ver bactérias ou vírus nem diferenciar objetos que estão muito distantes, como alguns corpos celestes.

Para conseguirmos observar certas estruturas, foram criados instrumentos como microscópios e telescópios.

Observando as células

Leia a manchete a seguir.

BETZIG LAB/HHMI



Micrografia em 3D de células do sistema imunológico no interior do peixe-zebra (*Danio rerio*) em microscópio óptico com lâmina de luz treliçada.

> **Novo microscópio filma células se movendo dentro de organismos**
>
> *Essa é a primeira vez que o deslocamento de células vivas é registrado em alta qualidade e em três dimensões*
>
> Novo microscópio filma células se movendo dentro de organismos. *Galileu*, 23 abr. 2018. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2018/04/novo-microscopio-filma-celulas-se-movendo-dentro-de-organismos.html>. Acesso em: 16 maio 2020.

2. Você já usou um microscópio? O que você sabe sobre esses equipamentos? Resposta pessoal. O objetivo desta questão é aproximar o conteúdo estudado ao cotidiano dos estudantes.

Registre em seu caderno.

Trocando ideias

Um microscópio capaz de filmar células se movendo no interior de organismos vivos é um grande avanço tecnológico e uma ferramenta promissora para novos estudos.

- Junte-se a um colega para discutir quais benefícios esse novo microscópio pode trazer para estudos relacionados à medicina e para a saúde humana. Se necessário, vocês podem realizar uma pesquisa. Em seguida, divulguem suas conclusões para os colegas.

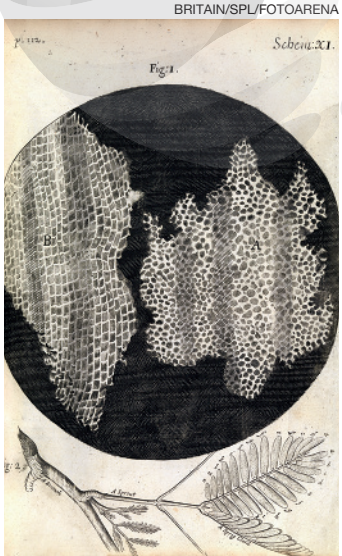
Resposta e orientações no **Suplemento para o professor**.

Os microscópios são importantes instrumentos de observação que nos permitem enxergar diversos microrganismos, partículas e estruturas muito pequenas, que não podem ser observadas a olho nu.

O termo célula, usado para se referir às menores unidades estruturais e funcionais dos seres vivos, foi utilizado pela primeira vez pelo cientista inglês Robert Hooke (1635-1703), que, utilizando um microscópio, observou estruturas as quais denominou célula.

Hooke aperfeiçoou microscópios existentes na época e realizou observações de plantas, insetos, gelo, neve, fósseis, publicando os resultados em seu livro *Micrographia*. Ao colocar as amostras de cortiça em seu microscópio, Hooke percebeu pequenas estruturas com espaços vazios que chamou de células.

ROYAL INSTITUTION OF GREAT BRITAIN/SPL/FOTOARENA



Representação das estruturas da cortiça no livro *Micrographia* de Robert Hooke, 1665.

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

MODERNA

O microscópio utilizado por Robert Hooke é chamado de microscópio óptico composto, que utiliza associação de lentes para produzir imagens aumentadas. Outros exemplos são o microscópio eletrônico e o atômico.

Acesse o *site Coleção de micrografias* da UFPR e veja algumas imagens obtidas por microscópios ópticos. Disponível em: <http://www.nuepe.ufpr.br/portal/?page_id=878>. Acesso em: 27 maio 2020.

Microscópio óptico

AFRICA STUDIO/SHUTTERSTOCK

Microscópio óptico.

Os microscópios ópticos ou de luz são amplamente utilizados em pesquisas nas Ciências da Natureza, na área da Medicina, na Engenharia e na Geologia, entre outras áreas.

O funcionamento deles se baseia na propriedade das lentes de desviar a trajetória da luz. Em sua forma mais simples, o microscópio possui duas lentes, uma próxima ao objeto (chamada objetiva) e uma mais próxima ao olho do observador (chamada ocular). Essas lentes desviam a luz que sai do objeto de modo que a imagem produzida é maior do que o objeto.

Os atuais microscópios compostos permitem aumentos de até 5 000 vezes. Esse número é obtido pela multiplicação entre os valores da capacidade de aumento da ocular e da objetiva. Por exemplo, combinando uma ocular de 5x com uma objetiva de 40x, o aumento total é de 200x.

Imagens sem proporção.

Microscópio eletrônico

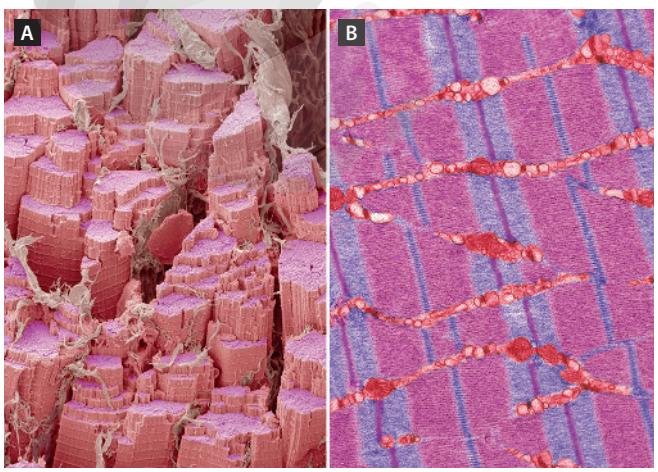
Os microscópios eletrônicos se diferenciam dos ópticos porque utilizam feixes de elétrons em vez de luz para produzir as imagens. Isso permite que o aumento produzido por esses microscópios chegue a 500 000 vezes.

ELIZAVETA GALITCKAIA/SHUTTERSTOCK

Microscópio eletrônico de varredura.

Existem dois tipos de microscópios eletrônicos, o microscópio eletrônico de varredura (MEV) e o microscópio eletrônico de transmissão (MET).

Em ambos, as amostras a serem observadas devem ser colocadas em uma câmara de vácuo, pois os elétrons interagem com o ar. Para focalizar o feixe de elétrons sobre a amostra, é utilizado um campo magnético que atua como se fosse uma lente. A imagem é gerada por um computador ligado a detectores.



STEVE GSCHMEISSNER/SPL/FOTOARENA

Micrografias de músculo esquelético humano em microscópio eletrônico de varredura (**A**) e de transmissão (**B**). Aumento aproximado: 10 000 vezes (**A**) e 2 500 vezes (**B**). Cores artificiais.

A diferença entre esses tipos de microscópios é que, no microscópio eletrônico de varredura, os elétrons são refletidos pela amostra, permitindo imagens tridimensionais com detalhes da superfície do objeto.

Já no microscópio eletrônico de transmissão, os elétrons atravessam a amostra, são desviados e atingem uma tela. As regiões atingidas por maior quantidade de elétrons ficam mais claras, pois captam os elétrons que atravessaram a amostra ou foram refletidos.

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

PROIBIDA

Observando os astros do Universo

Agora, observe a imagem a seguir.

Imagens sem proporção. Cores-fantasia.

ESA/HUBBLE & NASA

Galáxia NGC 2623. Sua forma diferenciada é resultado da colisão e fusão de duas galáxias. As caudas dessa galáxia se estendem por aproximadamente 50 000 anos-luz de ponta a ponta.

A fotografia acima, registrada pelo Telescópio Espacial Hubble, mostra uma galáxia que está a cerca de 250 milhões de anos-luz da Terra. Essa distância é 2,5 mil vezes o diâmetro da Via Láctea. A olho nu não conseguimos enxergá-la, mas o uso do telescópio possibilita o estudo dessas estruturas do Universo.

Os primeiros telescópios foram construídos na mesma época e de maneira independente por dois fabricantes de lentes holandeses: Hans Lippershey (1570-1619) e Zacharias Janssen (1580-1638). A montagem era simples, um tubo com uma lente em cada extremidade, e possibilitava observar objetos distantes. Inicialmente os telescópios não eram utilizados para observar corpos celestes no Universo, mas apenas objetos na Terra.

A utilização do telescópio na Astronomia ocorreu quando o físico e matemático italiano Galileu Galilei (1569-1642), aperfeiçoando os modelos existentes, criou o seu próprio telescópio, com o qual realizou observações da superfície da Lua, do Sol, de Saturno e de Júpiter. O instrumento desenvolvido por Galileu também é chamado luneta ou telescópio refrator, e utiliza somente lentes para produzir as imagens.

A partir daí, outros cientistas desenvolveram seus telescópios para observar astros e fenômenos astronômicos. Entre eles podemos destacar o físico e matemático holandês Christiaan Huygens (1629-1695), que descobriu a lua Titã de Saturno e descreveu os anéis desse planeta; e o físico inglês Isaac Newton (1642-1727), que desenvolveu o telescópio refletor, substituindo a lente objetiva por um espelho esférico ou parabólico.

A pesquisa e o desenvolvimento de novos telescópios continuam até hoje, inclusive em relação ao posicionamento dos aparelhos para produzir melhores imagens. Atualmente, são utilizados tanto telescópios terrestres, como o Keck, no Havaí, quanto telescópios espaciais, como o Hubble.

Ao colocar os telescópios em órbita, elimina-se a interferência da atmosfera, que pode deformar a imagem dos objetos e bloquear alguns comprimentos de onda da luz. Além disso, os telescópios espaciais não sofrem interferências da luminosidade das cidades.

3. A imagem acima foi obtida pelo Telescópio Espacial Hubble, que está orbitando a Terra. Que vantagem o Hubble tem sobre os telescópios localizados na superfície da Terra?

A vantagem do telescópio Hubble é que, por estar orbitando a Terra, ele não sofre interferência da atmosfera, que pode distorcer as imagens ou bloquear certos comprimentos de onda.

GRANGER, NYC./ALAMY/FOTOARENA

Luneta de Galileu ou telescópio refrator.

NASA

Telescópio Espacial Hubble (2009).

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

MODERNA

Tipos de telescópios

4. Cite diferenças entre lentes e espelhos.

Como foi mencionado, existem dois tipos básicos de telescópios para captar a luz visível: os que utilizam lentes (**telescópios refratores**) e os que utilizam espelhos (**telescópios refletores**).

Um dos modelos mais simples de telescópio refrator é constituído por duas lentes nas extremidades de um tubo, como a luneta construída por Galileu. A lente voltada para o objeto é chamada objetiva e a lente próxima ao olho do observador é chamada ocular, como no microscópio.

O maior telescópio refrator do mundo foi construído em 1897 e instalado no Observatório Yerkes, próximo a Chicago, nos Estados Unidos. A lente objetiva desse telescópio tem 1 m de diâmetro.

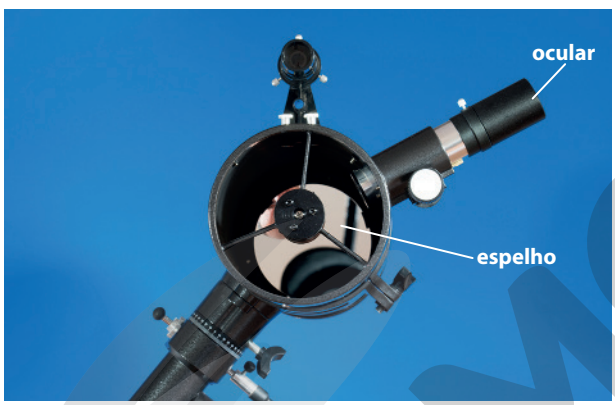
Versões maiores desse tipo de telescópio não foram construídas por causa de problemas que limitam sua utilização em pesquisas, como a aberração cromática, fenômeno causado pela diferença na refração das cores e que provoca distorção na imagem. Além desse problema, a lente precisa ser sustentada pelas bordas e isso pode bloquear parte da luz incidente ou permitir que o próprio peso da lente a deforme, prejudicando a formação da imagem.

Já os telescópios refletores são instrumentos constituídos por espelhos e lentes. Para reduzir os problemas apresentados pelo telescópio refrator, no telescópio refletor a lente objetiva foi substituída por um espelho côncavo parabólico, que se mostrou mais eficiente ao captar a luz incidente. Além de ser mais leve e ter a parte de trás disponível para sustentação, nesse telescópio a reflexão da luz não causa as aberrações cromáticas que ocorrem na refração da luz.

SANDRATSKY DMITRIY/ SHUTTERSTOCK

Telescópio refrator.

4. Espera-se que os estudantes citem que as lentes são dispositivos relacionados à refração da luz, desviando sua trajetória. Já os espelhos são dispositivos com uma superfície polida, relacionados à reflexão da luz.



WLADIMIR BULGAR/SPL/FOTOARENA

Telescópio refletor.

Um dos principais telescópios em operação é o Very Large Telescope (VLT), instalado no Observatório Paranal, no Chile. Ele tem quatro refletores de 8,2 m de diâmetro, os quais podem atingir resolução equivalente a um refletor de 200 m de diâmetro.

Existem também telescópios projetados para investigar outras formas de radiação emitida pelos astros celestes e não visíveis ao olho humano, como ondas de rádio, radiação infravermelha e ultravioleta, raios X e raios gama. Essa área é chamada de Astronomia não Óptica. Esses telescópios não utilizam espelhos e lentes como os outros, eles captam informações com antenas ou detectores que atuam nas faixas das ondas eletromagnéticas citadas anteriormente.

Com esse tipo de telescópio é possível observar fenômenos e estruturas que não são vistos com os telescópios ópticos, como a imagem ao lado.

X-RAY: NASA/CXC/SAO; OPTICAL: NASA/STSCI; INFRARED: NASA/JPL/CALTECH; RADIO: NSF/NRAO/VLA; ULTRAVIOLET: ESA/XMM-NEWTON

Nebulosa de Caranguejo, formada pela combinação de imagens produzidas com luz visível, raios X, infravermelho, ondas de rádio e ultravioleta. Essa nebulosa tem aproximadamente 10 anos-luz de diâmetro. Cores-fantasia.

MODERNA

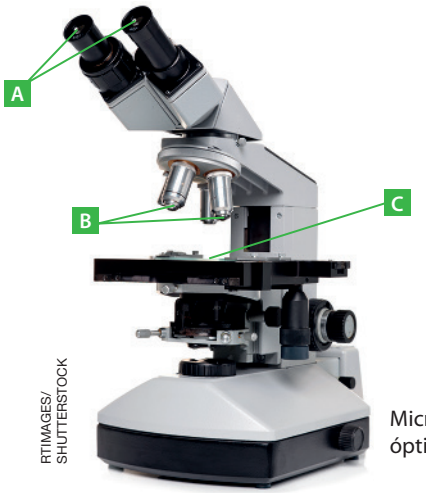
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

ATIVIDADES

Registre em seu caderno. Respostas das questões **4** e **5** no **Suplemento para o professor**.

2. c – O microscópio óptico é constituído basicamente por duas lentes ou conjuntos de lentes: a objetiva (**B**), próximo do objeto a ser observado; a ocular (**A**), que fica próximo do olho do observador.
d – O microscópio óptico utiliza lentes que desviam a luz para produzir as imagens do objeto observado.

1. A fotografia a seguir apresenta um microscópio óptico composto.



RTIMAGES/SHUTTERSTOCK

Microscópio óptico.

Sobre esse microscópio, julgue se as afirmativas são verdadeiras ou falsas.

a) Um aumento de 1 000x pode ser obtido combinando uma ocular de 10x com uma objetiva de 100x. Verdadeira.

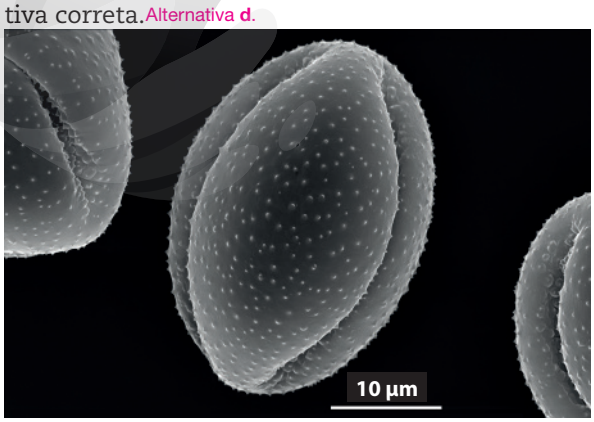
b) A imagem dos objetos colocados na lâmina (**C**) é produzida pela objetiva e ampliada pela ocular. Verdadeira.

c) O microscópio óptico é constituído basicamente por duas lentes ou conjuntos de lentes: a ocular (**B**), próxima do objeto a ser observado; a objetiva (**A**), que fica próxima do olho do observador. Falsa.

d) O microscópio óptico utiliza feixes de elétrons para produzir as imagens dos objetos observados. Falsa.

2. Corrija as afirmativas falsas da questão 1.

3. Em relação às características dos microscópios ópticos e eletrônicos, às unidades de medida e à imagem a seguir, escreva em seu caderno a afirmativa correta. Alternativa **d**.



BEARACREATIVE/SHUTTERSTOCK

Imagem de um grão de pólen produzida por um microscópio eletrônico de varredura.
A ampliação da imagem não foi inserida na legenda para não comprometer a resolução da atividade.

a) A escala mostrada na imagem indica que o grão de pólen foi aumentado 10 vezes.

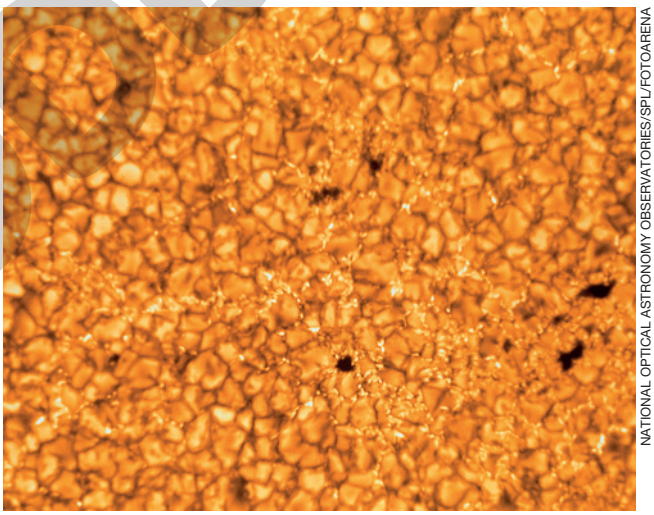
b) Para um microscópio óptico produzir um aumento de 160 vezes, podemos combinar uma objetiva de 40x com uma ocular de 5x.

c) A unidade de medida micrômetro (µm) corresponde a um centésimo de metro (m).

d) No microscópio eletrônico de transmissão, a imagem é produzida pelos elétrons que atravessam a amostra, e no microscópio eletrônico de varredura, a imagem é formada a partir dos elétrons refletidos pela superfície do material.

e) Os microscópios ópticos podem produzir imagens aumentadas desviando a luz visível e também elétrons em alta velocidade.

4. A imagem a seguir, que mostra detalhes da superfície solar, foi obtida pelo Telescópio Solar Richard B. Dunn, localizado no estado do Novo México, Estados Unidos. As estruturas parecidas com células são resultado dos movimentos que transportam energia do interior do Sol para a superfície.



NATIONAL OPTICAL ASTRONOMY OBSERVATORIES/SPL/FOTOARENA

Imagem do Sol registrada pelo Telescópio Solar Richard B. Dunn.

Imagens sem proporção.

Responda às perguntas abaixo e, se necessário, faça uma pesquisa sobre o assunto.

a) Que tipo de telescópio registrou essa imagem? Quais as vantagens desse tipo de telescópio?

b) Qual é a importância de conseguirmos observar a superfície do Sol com grandes detalhes?

5. Imagine que você foi encarregado de escolher um local para a instalação de um observatório terrestre que vai abrigar um grande telescópio refletor. Quais fatores você consideraria?

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

EDITORIA

1. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes. Eles podem responder que é necessário ter uma fonte de luz e que essa luz emitida ou refletida pelos objetos estimule nossos olhos.
2. Espera-se que os estudantes respondam que a Lua é uma fonte secundária de luz, pois ela reflete a luz proveniente do Sol.

1. O que é necessário ter no ambiente para conseguirmos enxergar um objeto?

2. A Lua é uma fonte primária ou secundária de luz? Justifique.

A luz

Para captar os estímulos do ambiente por meio do sentido da visão, é necessário que a luz atinja e estimule nossos olhos. Os instrumentos de observação que você estudou anteriormente contêm lentes e espelhos, que são dispositivos que desviam a luz de maneiras previsíveis.

Para compreendermos melhor como funcionam os espelhos e as lentes, precisamos conhecer o comportamento da luz no ambiente. Esse estudo faz parte da Óptica Geométrica.

Nossas concepções em relação à luz e sua natureza foram modificadas ao longo do tempo. Alguns filósofos da Grécia antiga, por exemplo, acreditavam que o olho emitia uma energia vital que tocava os objetos e depois retornava com informações sobre a forma e as cores daquele objeto. Outros filósofos acreditavam que o sentido da visão era como o olfato, e que os olhos absorviam pequenos pedaços que se desprendiam do objeto.

A compreensão de que os olhos são receptores de feixes de luz apareceu nos textos do físico iraquiano Ibn al-Haytham (965-1040), conhecido como Alhazen. Após observações e experimentos, ele propôs que nossa visão se dá quando a luz proveniente de uma fonte luminosa, ou refletida por um objeto, atinge nossos olhos.

Além disso, Alhazen também percebeu que a luz se propaga em linha reta após passar por um pequeno orifício, utilizando um experimento conhecido como câmara escura (veja ilustração no final da página).

As contribuições de Alhazen inspiraram pensadores europeus do século XIII e nos auxiliaram a entender e a explicar o sentido da visão. Principalmente a ideia de que precisamos de fontes de luz para iluminar os objetos.

As fontes de luz são classificadas de duas maneiras. Quanto ao tipo, as fontes de luz são classificadas como primárias ou secundárias, e quanto à sua dimensão, como pontuais ou extensas.

Quando o corpo emite luz própria, ou seja, é luminoso, ele é classificado como fonte primária de luz. O Sol e outras estrelas, a chama de uma vela ou uma lâmpada fluorescente acesa são exemplos de fontes primárias de luz.

Já os corpos que não emitem luz própria são fontes secundárias de luz, ou seja, refletem a luz que incide sobre eles. Alguns exemplos são: cadernos, livros, pessoas, lâmpadas apagadas e a lousa.

Comparando as dimensões das fontes de luz e a distância em que elas se encontram do observador e do objeto, elas podem ser classificadas em pontuais ou extensas.

As estrelas que observamos no céu noturno, apesar de muitas delas serem maiores que o Sol, parecem pequenos pontos luminosos quando observadas da Terra. Nesses casos, elas podem ser consideradas fontes pontuais. Pequenas lâmpadas de decoração também podem ser classificadas assim.

Se as dimensões da fonte luminosa não podem ser desprezadas em relação à distância que se encontra do objeto, ela é considerada uma fonte extensa. As lâmpadas fluorescentes ou de LED tubulares em um ambiente são exemplos de fontes extensas de luz.

Fotografia do pôr do sol no município de Salvador, Bahia (2019). Esse astro possui aproximadamente 1 390 000 km de diâmetro.

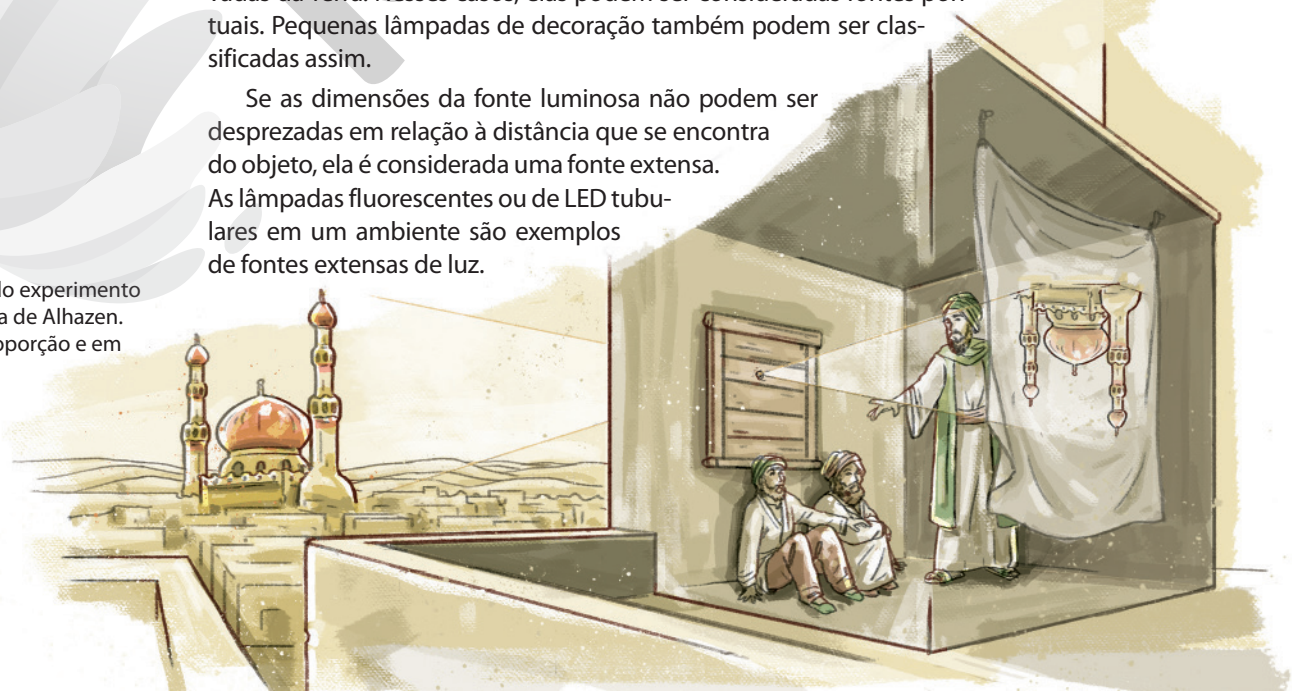
ANNA ART/SHUTTERSTOCK

Estrelas no céu noturno.

MIHAI-BOGDAN LAZAR/SHUTTERSTOCK

Imagens sem proporção. Cores-fantasia.

Representação do experimento da câmara escura de Alhazen. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.



ADRIEL CONTIERI

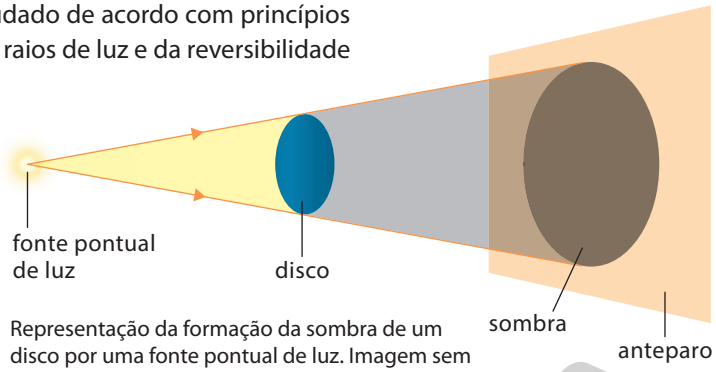
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Princípios da Óptica Geométrica

O funcionamento dos instrumentos ópticos é estudado de acordo com princípios da propagação retilínea da luz, da independência dos raios de luz e da reversibilidade dos raios de luz.

O **princípio da propagação retilínea da luz** afirma que a luz se propaga em linha reta em meios homogêneos, isotrópicos e transparentes. Isso possibilita a formação de sombra e de penumbra, por exemplo.

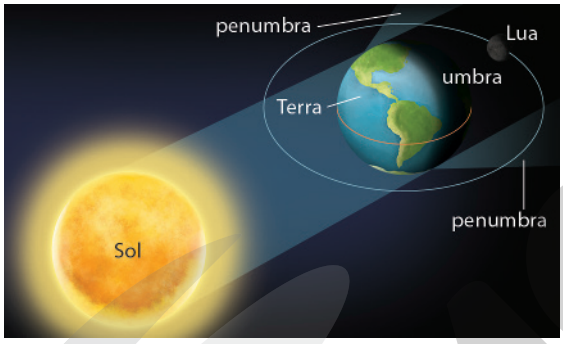
As sombras são formadas quando um objeto opaco bloqueia a passagem da luz proveniente de uma fonte, produzindo uma região que não recebe raios de luz.



Representação da formação da sombra de um disco por uma fonte pontual de luz. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

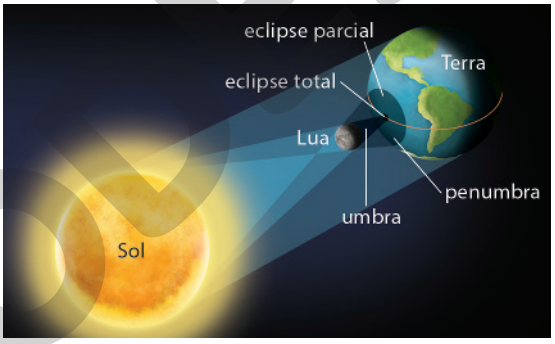
Em alguns casos, por causa do formato do objeto ou do tamanho da fonte de luz, forma-se uma região de sombra mais nítida, chamada **umbra**, e uma região menos nítida nas bordas da sombra, chamada **penumbra** (quase sombra). Podemos perceber a formação de umbra e penumbra em fenômenos como eclipses lunares e solares.

Ao passar pela sombra projetada pela Terra, a Lua pode ficar totalmente ou parcialmente obstruída.



Representação de um eclipse lunar. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

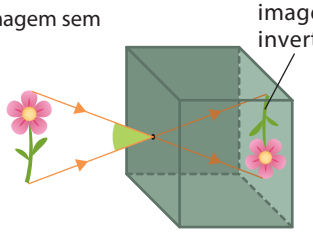
A sombra projetada pela Lua tem uma pequena região de umbra, na qual se observa o eclipse total do Sol, e uma região de penumbra, na qual se observa o eclipse parcial do Sol.



Representação de um eclipse solar. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

A propagação retilínea da luz também explica a formação de imagens em uma câmara escura, como proposto por Alhazen.

Note que, como os raios de luz percorrem trajetórias retilíneas, a imagem produzida pela câmara escura é invertida.



ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

Representação de uma câmara escura. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

De acordo com o **princípio da independência dos raios de luz**, quando dois ou mais raios se cruzam, a propagação deles não interfere um no outro, preservando suas propriedades, como podemos observar em iluminações de *shows* musicais.

Na região em que os raios de luz se interceptam há um aumento na intensidade luminosa, mas depois os raios seguem mantendo suas características originais.

A trajetória percorrida por um raio de luz independe do sentido da propagação, esse é o **princípio da reversibilidade dos raios de luz**. Isso implica que, quando o motorista de um carro olha pelo retrovisor e vê o passageiro, ao olhar para o mesmo espelho, o passageiro consegue ver o motorista do carro.

HXDYL/SHUTTERSTOCK

Show musical que ocorreu nos Estados Unidos, em 2017.

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

MODERNA

Meios físicos

O comportamento da luz varia de acordo com os meios físicos nos quais ela incide, de modo que ela pode ser transmitida, absorvida ou refletida. Com base nisso, os meios podem ser classificados como transparentes, translúcidos ou opacos.

3. A classificação dos materiais em transparentes e opacos vale somente para a luz visível?

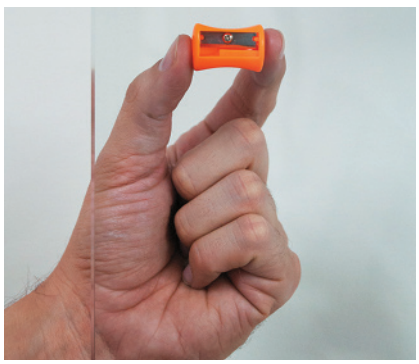
O objetivo da questão é que os estudantes percebam que utilizamos essa classificação principalmente para a luz visível, mas que pode ser aplicada para outros tipos de luz. O vidro, por exemplo, é transparente para a luz visível, mas é opaco para a luz infravermelha e para parte da luz ultravioleta. Alguns materiais são opacos para a luz visível e transparentes para os raios X.

São considerados **transparentes** os meios que permitem a passagem da luz em uma trajetória retilínea, ordenada. Nesses meios a maior parte da luz incidente é transmitida, de modo que é possível observar nitidamente objetos através deles. Alguns exemplos de meios transparentes para a luz são o ar, o vidro polido e a água (desde que possuam espessuras finas).

Já os meios **translúcidos** são aqueles que permitem a passagem da luz, mas que alteram sua trajetória de forma irregular ou desordenada, produzindo imagens borradas. Alguns vidros foscos utilizados em cozinhas ou boxes de banheiros, plásticos e papel vegetal são exemplos de meio translúcidos.

Quando o material bloqueia a propagação da luz de modo que não conseguimos ver corpos através dele, ele é classificado como **opaco**. Nesses casos, a luz incidente é absorvida ou refletida. A maior parte dos meios físicos é opaca para a luz visível, como a madeira, superfícies metálicas, o próprio corpo humano, entre outros.

FOTOS: JOSÉ VITOR ELORZA/ASC IMAGENS



Apontador visto através de um vidro transparente.

Apontador visto através de um vidro pontilhado.

A porta de madeira é um meio opaco e não permite a visualização através dela.

Apesar de essa classificação ter sido feita de maneira simplificada, destacando as interações com a luz visível e a possibilidade ou não de enxergar corpos através deles, meios transparentes, por exemplo, podem ter comportamento translúcido de acordo com algumas características. Uma fina camada de água limpa é transparente, mas, ao aumentar a espessura da camada ou a quantidade de impurezas, a água pode se tornar translúcida ou até mesmo opaca.

Além disso, a classificação de meios físicos também pode ser feita de acordo com outras faixas de luz além da visível. Nas imagens ao lado, a primeira foi registrada com luz visível e a segunda captando a luz infravermelha. Observe que o plástico é opaco para a luz visível e transparente para a luz infravermelha. Já o vidro da lente dos óculos da pessoa é transparente para a luz visível e opaco para a luz infravermelha. É por isso que as lentes ficam escuras na segunda fotografia.

FOTOS: JPL-CALTECH/R. HURT (SSC)/NASA

Fotografia obtida captando a luz visível.

Fotografia obtida captando a luz infravermelha.

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

MODERNA

Fenômenos ópticos

A interação da luz com a superfície dos objetos nos quais ela incide, ou com o meio pelo qual ela se propaga, pode provocar diferentes fenômenos ópticos, tais como **reflexão**, **refração**, **absorção** e **dispersão**. Geralmente ocorrem mais de um fenômeno simultaneamente, mas como um deles acaba se destacando, podemos analisá-los separadamente.

Quando a luz atinge a superfície de um objeto e retorna ao meio de propagação de onde veio, dizemos que ela sofreu reflexão. Como vimos anteriormente, a maioria dos corpos são fontes secundárias de luz, porque refletem parte da luz que incide sobre eles. Isso pode ocorrer de duas formas: reflexão regular e reflexão difusa.

CHALL_STUDIO/SHUTTERSTOCK

Pessoa segurando óculos em frente ao rosto.

4. O que causa o efeito de distorção da imagem na fotografia acima?

4. O objetivo desta questão é incentivar os estudantes a levantar hipóteses sobre a situação apresentada. Eles podem responder que é a refração da luz que, ao atravessar as lentes dos óculos, tem sua direção de propagação alterada.

Acesse o *site* disponível em: <http://projetoseeduc.cecierj.edu.br/eja/recurso-multimidia-professor/fisica/index.html>. Acesso em: 30 mar. 2020. Nele você encontrará alguns vídeos que mostram experimentos relacionados a refração, reflexão e decomposição da luz.

A **reflexão regular** ocorre em superfícies lisas ou polidas como as dos espelhos planos e dos espelhos esféricos dos telescópios, formando imagens nítidas. Já a **reflexão difusa** ocorre em superfícies irregulares, espalhando a luz incidente em todas as direções. É esse o princípio que possibilita enxergarmos a folha desse livro de qualquer posição ao redor.

Em alguns casos, quando o material é transparente, parte da luz que o atinge pode atravessar a interface de divisão entre os meios. Essa mudança de meio altera a velocidade de propagação da luz e também pode alterar a direção de sua propagação. As lentes dos óculos e dos telescópios refratam a luz que as atravessa, produzindo imagens com características diferentes dos objetos observados através delas.

A refração também é responsável pela dispersão cromática da luz, que é a separação do feixe de luz nas cores que o compõem, como ocorre no arco-íris. A luz proveniente do Sol é considerada branca, que nada mais é que a soma da luz de todas as cores.

5. O cabo da tesoura reflete em maior quantidade a luz laranja e absorve em maior quantidade as outras cores de luz.

Quando chove e a luz solar atinge as gotas de água da chuva, pode ocorrer a formação do arco-íris. Como as cores componentes da luz solar têm velocidades diferentes, no interior de cada gota de água da chuva ocorrem diferentes desvios da luz para cada cor. Com isso, a luz solar branca se decompõe ao sair da gota, formando o arco-íris. Esse fenômeno foi estudado por Isaac Newton por meio de experimento com a luz do Sol atravessando um prisma de vidro transparente.

KOSTENKO MAXIM/SHUTTERSTOCK

Prisma dispersando a luz branca.

Em todos os fenômenos descritos anteriormente, uma parte da luz é absorvida e transformada em energia térmica. As cores que identificamos ao observar um objeto são resultado da combinação entre a absorção da luz e a reflexão difusa.

Esse fenômeno também depende da cor da luz que ilumina o corpo. Observe a fotografia ao lado.

Objetos sobre uma mesa em um ambiente iluminado com luz branca.

VICTORIA43/SHUTTERSTOCK

5. Que cor de luz o cabo da tesoura reflete em maior quantidade?

6. Caso esse ambiente fosse iluminado com luz monocromática azul ele seria percebido de maneira diferente? Em caso afirmativo, cite algumas alterações.

Sim, a folha branca seria percebida na cor azul, o cabo laranja da tesoura se mostraria preto, assim como a capa dos cadernos amarelo e verde, a capa do caderno azul seria percebida na cor azul.

1. Percebemos a capa do caderno na cor amarela, porque ela reflete em maior quantidade a luz amarela e absorve em maior quantidade a luz de outras cores.
2. A parte branca da folha é percebida dessa forma porque reflete todas as cores.
3. A parte preta da calculadora é percebida dessa forma porque absorve todas as cores.

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

MODERNA

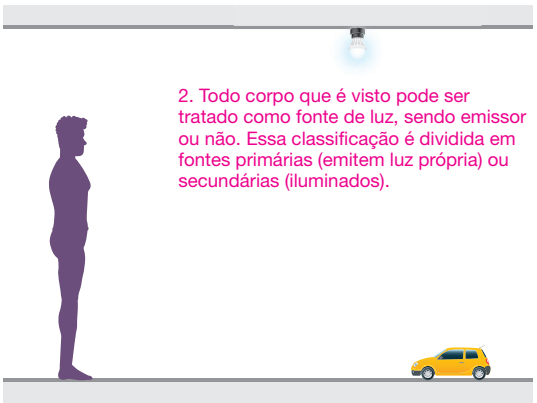
ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

Resposta das questões **1** e **3** no **Suplemento do professor**.

5. Espera-se que os estudantes concordem, pois o vácuo é o meio no qual não há matéria para se opor à passagem de luz.

1. Observe a ilustração abaixo.



2. Todo corpo que é visto pode ser tratado como fonte de luz, sendo emissor ou não. Essa classificação é dividida em fontes primárias (emitem luz própria) ou secundárias (iluminados).

HELOÍSA PINTARELLI

Representação de uma pessoa observando um carrinho. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

a) Reproduza essa ilustração em seu caderno e represente os raios de luz que possibilitam o observador enxergar a lâmpada e o carrinho de brinquedo.

b) Quais são as fontes primária e secundária de luz na imagem, para o observador?

2. Explique por que podemos afirmar que todo corpo pode ser uma fonte de luz.

3. Julgue as afirmações abaixo como verdadeiras ou falsas, corrigindo as falsas.

I. O Sol, como emite luz própria, é uma fonte secundária.

II. As estrelas, por não emitirem luz própria, são fontes primárias.

III. A Lua, por não emitir luz própria, é considerada uma fonte secundária.

IV. Alguns dos planetas do Sistema Solar, por emitirem luz própria, são considerados fontes primárias.

4. De acordo com a classificação dos meios físicos, julgue as afirmações abaixo e escolha a verdadeira. Alternativa **b**.

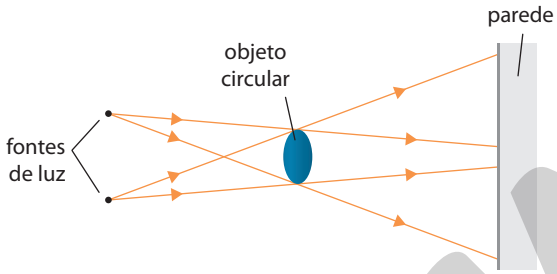
a) Os únicos meios transparentes são o vácuo e o vidro de grande espessura.

b) O meio opaco absorve e reflete a luz que incide sobre ele, por exemplo, a madeira, o papelão, entre outros.

c) Os meios translúcidos permitem a visualização de objetos através deles sem qualquer distorção na imagem.

5. Uma pessoa argumenta que a velocidade de propagação da luz em qualquer meio será sempre menor que a velocidade de propagação da luz no vácuo. Você concorda com ela? Explique.

6. Um objeto circular é colocado entre duas fontes pontuais de luz e uma parede, de acordo com o esquema representado a seguir.



HELOÍSA PINTARELLI

Representação de um objeto circular diante de duas fontes pontuais de luz e uma parede.

A imagem que melhor representa a sombra do objeto sobre a parede é: Alternativa **a**.

a)

b)

c)

d)

e)

ILUSTRAÇÕES: HELOÍSA PINTARELLI

As legendas das imagens não foram inseridas para não comprometer a resolução da atividade.

7. **(Enem)** Algumas crianças, ao brincarem de esconde-esconde, tapam os olhos com as mãos, acreditando que, ao adotarem tal procedimento, não poderão ser vistas.

Essa percepção da criança contraria o conhecimento científico porque, para serem vistos, os objetos Alternativa **a**.

a) refletem partículas de luz (fótons), que atingem os olhos.

b) geram partículas de luz (fótons), convertidas pela fonte externa.

c) são atingidos por partículas de luz (fótons), emitidas pelos olhos.

d) refletem partículas de luz (fótons), que se chocam com os fótons emitidos pelos olhos.

e) são atingidos pelas partículas de luz (fótons), emitidas pela fonte externa e pelos olhos.

MODERNA

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

CAPÍTULO

5

Reflexão da luz

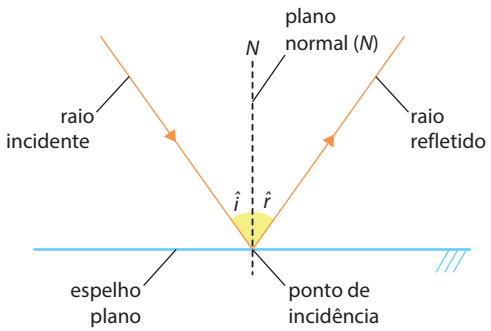
Formação da imagem

A reflexão é o fenômeno no qual a luz que incide em uma superfície retorna ao meio de onde veio. Sendo assim, a reflexão não ocorre apenas em espelhos, mas em qualquer corpo que não emite luz própria.

Para compreender o fenômeno de reflexão luminosa e as leis que a regem, observe a imagem a seguir. Ela apresenta a superfície lisa e polida de um espelho e um raio luminoso que é refletido ao incidir sobre ela.

O fenômeno da reflexão é ilustrado usando setas, que representam os raios de luz incidente e refletido, lembrando sempre que a propagação da luz é retilínea. O ângulo de incidência $(\hat{i})$ é definido pela orientação que o raio incidente faz com uma direção perpendicular ao espelho, conhecida como normal (*N*). De forma análoga, o ângulo de reflexão $(\hat{r})$ é o ângulo formado pela orientação que o raio refletido faz com essa mesma direção. Tais ângulos se relacionam por meio de regras simples, formando as leis da reflexão, que valem tanto para a regular como para a difusa.

Enfatize para os estudantes que os três traços representam a parte de trás do espelho.



Representação de um raio de luz incidindo em uma superfície lisa e polida.

Primeira lei: os raios de luz incidente e refletido e a normal estão no mesmo plano.

Segunda lei: o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão.

Formação da imagem em espelhos planos

1. Como ocorre a formação de imagens em um espelho?

Os espelhos são superfícies nas quais a luz sofre reflexão regular, ou seja, ela não é refletida em todas as direções como ocorre em superfícies irregulares. Um espelho plano corresponde a uma superfície plana, lisa e polida que reflete o raio luminoso em uma direção definida.

Considere que uma pequena lâmpada esteja localizada em frente a um espelho plano, emitindo raios de luz em várias direções. Na imagem abaixo, estão representados apenas três desses feixes, que saem de determinado ponto da lâmpada.

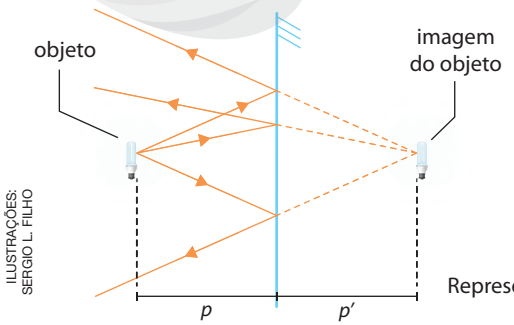
O feixe de luz emitido é divergente e, após ser refletido pelo espelho, mantém essa organização, aparentando ter sido emitido de um ponto atrás do espelho.

Na imagem ao lado, as linhas contínuas que partem da lâmpada representam os raios de luz. As linhas pontilhadas são imaginárias e correspondem aos prolongamentos dos raios refletidos no espelho, mostrando geometricamente o trajeto que a luz percorreria se o corpo estivesse atrás do espelho.

1. Reposta pessoal. O objetivo desta questão é levar os estudantes a expor seus conhecimentos prévios sobre o funcionamento de um espelho. Eles podem comentar que o espelho é uma superfície lisa e polida, que reflete os raios de luz de forma regular, formando as imagens.

JOSÉ VITOR ELORZA/ASC IMAGENS

Pessoa em frente a um espelho plano, com sua imagem refletida nele.



ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

Representação da formação de imagem em um espelho plano.

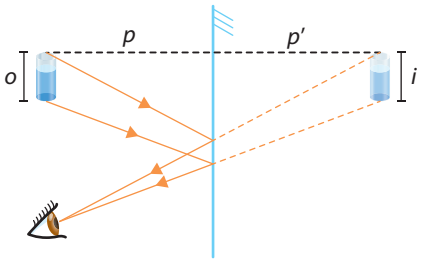
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Para um observador, a imagem da lâmpada está exatamente no ponto de encontro das linhas pontilhadas, ou seja, ele a vê "atrás" do espelho. Como a luz não vem realmente desse ponto, dizemos que a imagem formada é virtual.

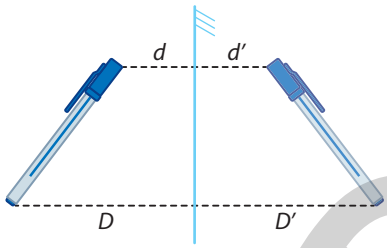
Assim, a imagem se forma "atrás" do espelho e a sua distância em relação a ele (p') é igual à distância do corpo em relação ao espelho (p), existindo uma simetria entre o objeto e a imagem conjugada por um espelho plano, além de apresentarem o mesmo tamanho.

Quando se trata de um corpo extenso diante de um espelho plano, de comprimento *o*, a imagem observada terá comprimento *i*.

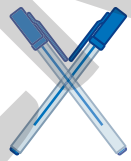


Representação da formação da imagem de um corpo extenso por um espelho plano. Nesta imagem, é possível identificar os raios de luz que saíram da parte inferior e superior do corpo extenso e chegaram ao observador por meio da reflexão, revelando, assim, que o observador consegue ver a imagem de toda a extensão do objeto.

Outra característica observada na formação de imagens em um espelho plano é que o objeto e sua imagem conjugada não se sobrepõem, ou seja, são enantiomorfos.



Representação da reflexão de uma caneta em um espelho plano.



Representação da sobreposição do objeto e sua imagem. Apesar de terem mesmo tamanho e orientação, o objeto e a imagem não se encaixam perfeitamente.

ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

Agora, observe novamente a fotografia de uma pessoa em frente a um espelho plano, mostrada na página anterior. Note que a imagem formada tem as mesmas características da pessoa, no entanto, enquanto o dedo indicador dela aponta para o espelho, sua imagem aponta para a pessoa, ou seja, é invertida em profundidade.

Formação da imagem em espelhos esféricos

De maneira distinta dos espelhos planos, os espelhos curvos formam imagens com características diferentes daquelas do corpo que está à sua frente. Alguns espelhos curvos formam imagens maiores quando o corpo ou objeto está próximo a eles. Existem também espelhos curvos que produzem imagens menores que o objeto, geralmente utilizados em estabelecimentos comerciais e em saídas de estacionamento, pois aumentam o campo de visão do local.

As características das imagens formadas pelos espelhos curvos são determinadas pela forma como eles direcionam a luz refletida.

Neste capítulo, vamos estudar os espelhos esféricos, que têm a forma de uma pequena região da superfície de uma esfera.

2. Resposta pessoal. O objetivo desta questão é levantar os conhecimentos prévios dos estudantes e promover a interação entre eles. Espera-se que eles percebam que a imagem formada em um espelho esférico não é idêntica ao corpo.

2. Você já teve a oportunidade de observar sua imagem em um espelho esférico? Ela era idêntica a você?

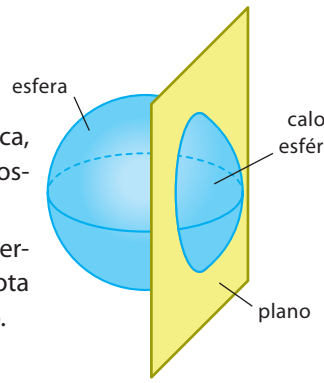
TETIANA MELNYK/SHUTTERSTOCK

Espelho curvo utilizado em um cruzamento de trânsito em Sesto Calende, Itália (2018).

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

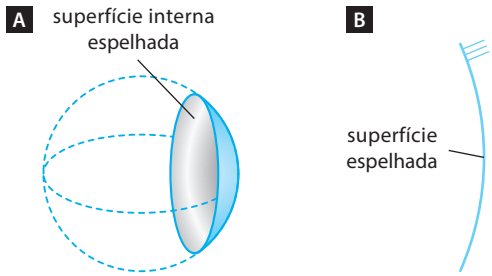
Elementos geométricos de um espelho esférico

Podemos obter espelhos esféricos a partir de uma calota esférica, isto é, a região de uma esfera delimitada por um plano, como mostrado ao lado.



Representação da interseção entre esfera e plano, gerando uma calota esférica. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Um **espelho côncavo** é obtido quando a calota tem a região interna espelhada (lisa e polida), e um **espelho convexo**, quando a calota possui sua região externa espelhada, conforme as imagens abaixo.

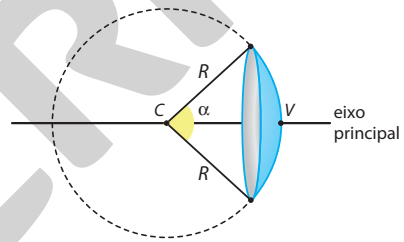


Representação de um espelho côncavo, em (**A**), e representação esquemática de um espelho côncavo, em (**B**).

Representação de um espelho convexo, em (**C**), e representação esquemática de um espelho convexo, em (**D**).

Agora, veja os principais elementos geométricos de um espelho esférico.

- **Centro de curvatura** (*C*): centro da esfera que originou o espelho.
- **Raio de curvatura** (*R*): raio da esfera que originou o espelho.
- **Vértice** (*V*): polo da calota esférica.
- **Eixo principal**: reta que passa pelo centro de curvatura (*C*) e pelo vértice (*V*).
- α: ângulo de abertura do espelho.

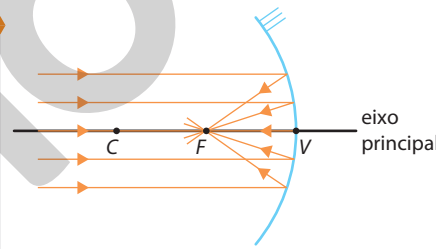


Representação dos elementos geométricos de um espelho esférico.

Diga aos estudantes que a lei da reflexão também é válida para a reflexão da luz nos espelhos esféricos, de modo que os ângulos de incidência e de reflexão em relação à direção da normal ao espelho são iguais.

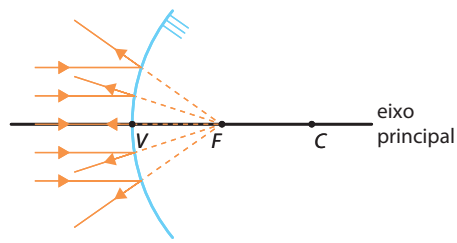
Outro elemento geométrico importante em um espelho esférico é seu **foco principal** (*F*), que pode ser chamado apenas **foco**. Ele corresponde ao ponto para o qual os raios incidentes paralelos ao eixo principal convergem; dizemos que os raios se encontram nesse local.

No espelho côncavo, os feixes de luz que se aproximam do espelho paralelamente ao eixo principal refletem e formam um feixe convergente, com os raios refletidos se encontrando no foco (*F*) do espelho; por isso o foco do espelho côncavo é denominado foco real.



Representação de feixe de raios paralelos incidindo em um espelho côncavo.

No espelho convexo, os feixes de luz que se aproximam do espelho paralelamente ao eixo principal refletem e formam feixes divergentes, com os raios de luz se distanciando uns dos outros. O foco (*F*) desse espelho corresponde ao ponto em que os prolongamentos dos raios refletidos se encontram, por isso o foco do espelho convexo é classificado como virtual.



Representação de feixe de raios paralelos incidindo em um espelho convexo.

ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

O foco (*F*) de um espelho esférico está sempre localizado geometricamente no ponto médio entre o centro de curvatura (*C*) e o vértice (*V*) do espelho. Como a distância entre *C* e *V* corresponde ao raio da esfera (*R*) que originou o espelho, a distância entre o foco e o vértice, chamada distância focal *f*, é dada por:

$$f = \frac{CV}{2} \therefore \quad f = \frac{R}{2}$$

Diga aos estudantes que, nos espelhos esféricos, o procedimento para obter geometricamente a imagem de um objeto refletida é o mesmo que em espelhos planos, mas como cada um dos raios incide no espelho com ângulos diferentes, os espelhos esféricos não configuram imagens iguais e simétricas ao objeto, como ocorre naqueles espelhos planos.

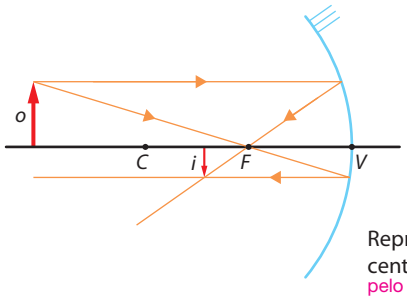
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Espelho esférico côncavo

O espelho côncavo produz imagens com caraterísticas diferentes dependendo da distância (*p*) a que o objeto se encontra do espelho.

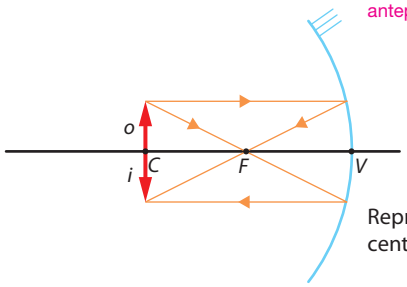
Quando um objeto de comprimento (*o*) é colocado sobre o eixo principal de um espelho esférico côncavo, **além do centro de curvatura**, sua imagem será real, invertida e menor que o objeto. Uma das formas de determinar a imagem de um objeto produzida por um espelho esférico é representá-lo por uma seta e traçar, pelo menos, dois dos raios notáveis que saem de sua ponta.



Representação da formação da imagem com o objeto além do centro de curvatura de um espelho côncavo. Diga aos estudantes que as imagens reais são formadas pelo encontro efetivo dos raios refletidos por um espelho, que, por sua natureza, podem ser projetadas em um anteparo, diferentemente das imagens virtuais, que não podem ser projetadas.

Se o objeto estiver **sobre o centro de curvatura** do espelho, a imagem formada é real, invertida e tem o mesmo tamanho que o objeto ($i = o$).

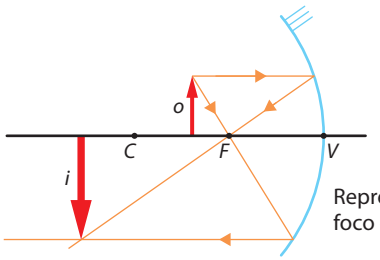
Diga aos estudantes que na determinação da imagem ao lado, foram utilizados os mesmos raios notáveis da representação anterior.



Representação da formação da imagem com o objeto sobre o centro de curvatura.

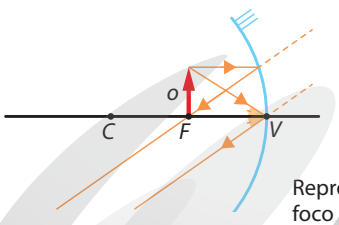
Se o objeto estiver **entre o centro de curvatura e o foco do espelho**, a imagem formada é real, invertida e maior que o objeto.

Diga aos estudantes que, para a determinação dessa representação gráfica, foram utilizados os mesmos raios notáveis das situações anteriores.



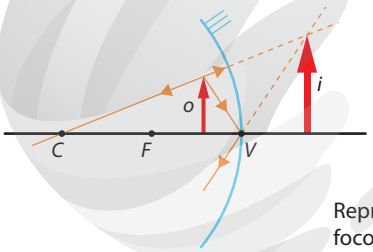
Representação da formação da imagem com o objeto entre o foco e o centro de curvatura.

Se o objeto é colocado **sobre o foco**, a imagem formada é chamada imprópria. Utilizando o raio que incide no espelho paralelamente ao eixo principal e reflete, passando pelo foco, e o raio que incide pelo vértice, temos que tanto os raios refletidos quanto seus prolongamentos são paralelos entre si, não ocorrendo formação de imagem.



Representação da formação da imagem com o objeto sobre o foco de um espelho côncavo.

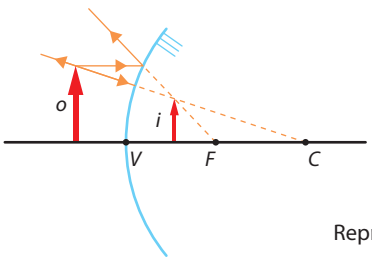
Quando o objeto se encontra **entre o foco e o vértice do espelho**, a imagem formada é virtual, direita e maior que o objeto. Utilizando o raio que incide no espelho pelo centro de curvatura e o raio que incide pelo vértice, temos que os raios refletidos divergem, de modo que a imagem formada é virtual, determinada pelo prolongamento dos raios refletidos.



Representação da formação da imagem com o objeto entre o foco e o vértice.

Espelho esférico convexo

Os espelhos convexos formam somente um tipo de imagem, **independentemente da posição do objeto**. Utilizando o raio que incide pelo centro de curvatura e o raio que incide paralelamente ao eixo principal, verificamos que a imagem formada é virtual, direita e menor que o objeto.



Representação da formação da imagem em um espelho convexo.

Diga aos estudantes que o espelho apresentado na fotografia do final da página **138** é um exemplo de espelho convexo.

MODERNA

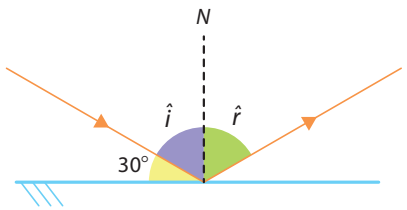
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

1. Um feixe de luz incide sobre um espelho formando um ângulo de 30° de acordo com o esquema:



SERGIO L. FILHO

Representação de feixe de luz incidindo sobre um espelho plano.

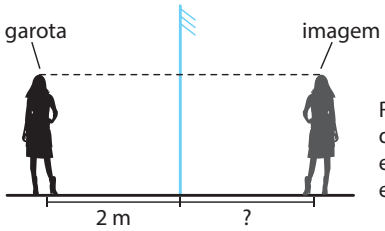
Determine:

a) O ângulo de incidência. $\hat{i} = 60°$

b) O ângulo de reflexão. $\hat{r} = 60°$

c) O ângulo entre o raio incidente e o refletido. 120°

2. Uma garota observa sua imagem diante de um espelho plano. Sabendo que ela está a 2 m do espelho, qual a distância entre a garota e sua imagem?



SERGIO L. FILHO

Representação de uma garota em frente a um espelho plano.

3. A tela a seguir é a última grande obra do pintor francês Édouard Manet (1832-1883). Nela, Manet representa uma garçonete, chamada Suzon, em um grande e movimentado salão de música de Paris, Folies-Bergère. Muitos consideram que Manet fez uso de um espelho plano em sua obra. Identifique a localização desse espelho e analise se a imagem refletida corresponde à imagem que Manet observaria nesse espelho.

REPRODUÇÃO – COURTAULD INSTITUTE OF ART, LONDRES, INGLATERRA

Um bar no Folies-Bergère, Édouard Manet. Óleo sobre tela, 96 cm x 130 cm. Courtauld Institute of Art, Londres. 1882.

Nesta obra há a impressão de que o reflexo do espelho localizado atrás da garçonete está errado, pois ela aparenta estar de frente a Manet, enquanto seu reflexo está de lado.

4. A respectiva imagem conjugada de um objeto real, quando colocado entre o foco principal e o centro de curvatura de um espelho esférico côncavo, terá as seguintes características: Alternativa **a**.

a) real, invertida e maior que o objeto.

b) real, invertida e menor que o objeto.

c) real, direita e maior que o objeto.

d) virtual, invertida e maior que o objeto.

e) virtual, direita e menor que o objeto.

5. Analise as imagens a seguir e julgue as afirmações como verdadeiras ou falsas, justificando as identificadas como falsas.

a)

Peça "cavalo" do jogo de xadrez diante de um espelho convexo, em (**1**), e de um espelho côncavo, em (**2**).

b)

Peça "cavalo" do jogo de xadrez diante de um espelho convexo.

c)

Peça "cavalo" do jogo de xadrez diante de um espelho côncavo.

FOTOS: JOSÉ VITOR ELORZA/ASC IMAGENS

I) Na fotografia **a**, de acordo com a reflexão, o objeto está localizado antes do foco do espelho côncavo (**2**).

II) Na fotografia **a**, o espelho (**1**) conjuga uma imagem virtual, direita e menor.

III) A peça da fotografia **b** possui uma imagem real, direita e do mesmo tamanho.

IV) A peça da fotografia **c** foi colocada atrás do centro de curvatura do espelho côncavo, pois sua imagem é real, invertida e maior.

Resposta no **Suplemento para o professor**.

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

MODERNA

CAPÍTULO

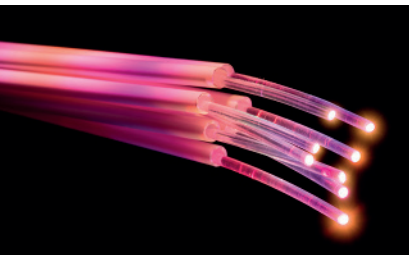
6

2. O objetivo desta questão é verificar se os estudantes relacionam as miragens com a diferença de temperatura entre as camadas de ar que se formam próximo às superfícies, e também à refração da luz entre elas por causa da mudança da densidade do ar. Eles podem responder que, no caso da miragem, as camadas de ar mais próximas do chão estão mais quentes, por isso menos densas. Ao atravessar camadas de ar com diferentes índices de refração, a luz tem sua trajetória desviada. Na fotografia, a região que se parece com água sobre a areia é uma ilusão de óptica, na qual vemos a imagem do céu e de regiões acima do solo produzida pelas sucessivas refrações da luz proveniente desses objetos.

Refração da luz

1. Espera-se que os estudantes respondam que a fibra óptica é utilizada para transferir dados de telefonia, televisão e internet, bem como em exames e procedimentos médicos como endoscopias, por exemplo.

Formação da imagem por refração da luz



ASHARKYU/SHUTTERSTOCK

Conjunto de fibras ópticas.

1. Na fotografia ao lado podemos ver um conjunto de fibras ópticas. Você conhece alguma utilização para essa tecnologia?

Como vimos anteriormente, a refração da luz ocorre quando ela passa de um meio para outro. Isso altera a velocidade de propagação da luz e pode também mudar a sua trajetória. Esse fenômeno é o princípio de funcionamento das fibras ópticas, que transmitem informações em alta velocidade, na forma de luz.

A luz se propaga com velocidade máxima no vácuo, e essa velocidade é de, $3 \cdot 10^8$ m/s, aproximadamente. No ar, sua velocidade é muito próxima disso, portanto, podemos considerar o mesmo valor em nossos cálculos. Já na água, a velocidade de propagação da luz é cerca de $2{,}25 \cdot 10^8$ m/s, e no vidro é cerca de $2 \cdot 10^8$ m/s.

A propriedade dos meios físicos responsável por indicar o quanto a velocidade da luz é reduzida é chamada **refringência**. Em um meio diferente do vácuo, a velocidade da luz (v) será sempre menor que c, e tal característica é dada pelo seu **índice de refração absoluto** (n), que apresenta a relação entre a velocidade da luz no vácuo (c) e a velocidade da luz no meio (v), ou seja:

$$n = \frac{c}{v}$$

Como o índice de refração (n) é determinado pela razão entre duas velocidades, seu valor numérico é adimensional, isto é, sem unidade de medida.

Conforme já apresentado, na água, a luz tem velocidade de aproximadamente $2{,}25 \cdot 10^8$ m/s, portanto, seu índice de refração pode ser calculado como:

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow n = \frac{3 \cdot 10^8}{2{,}25 \cdot 10^8} \therefore n \simeq 1{,}33$$

Veja na tabela ao lado o índice de refração de alguns meios para a luz de sódio amarela $(\lambda = 589 \text{ nm})$. Note que o menor índice de refração é o do vácuo $(n_{vácuo} = 1)$, pois nesse caso a velocidade da luz é igual a c. Na prática, consideramos o índice de refração do ar também igual a 1 $(n_{ar} = 1)$.

A atmosfera terrestre é dinâmica e, por isso, pode apresentar camadas com diferentes temperaturas e densidade. Esse índice pode variar por causa da temperatura e densidade do ar.

! Consideramos que a luz se propaga em meios físicos transparentes, homogêneos (com composição uniforme) e isotrópicos (com as mesmas propriedades físicas), pois dessa forma sua velocidade é a mesma em todas as direções.

! A velocidade da luz no meio é inversamente proporcional ao índice de refração n. Quanto maior for o índice de refração de um material, menor será a velocidade da luz nesse meio.

Índice de refração de alguns meios

Meio	Índice de refração
vácuo	1
ar (CNTP)	1,00029
água (H_2O)	1,33
álcool etílico (C_2H_6O)	1,36
vidro (baixa dispersão)	1,52
diamante	2,42

Fonte: HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física*: óptica e física moderna. 9. ed. Trad. e rev. Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC, 2012. p. 18. v. 4.

LOSKUTNIKOV/SHUTTERSTOCK

2. Na fotografia ao lado podemos ver uma miragem, na qual aparentemente há uma porção de água no meio do deserto. Por que você acha que isso ocorre?

Refração da luz causada pela alta temperatura do ar próximo à superfície em Aswan, Egito (2018).

MODERNA

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

As leis da refração

Os microscópios ópticos são utilizados para observar pequenas estruturas que não podem ser observadas a olho nu. Eles produzem imagens aumentadas desses objetos por meio da refração da luz nas associações de lentes. Observe os conjuntos de lentes que auxiliam na formação da imagem por esse aparelho.

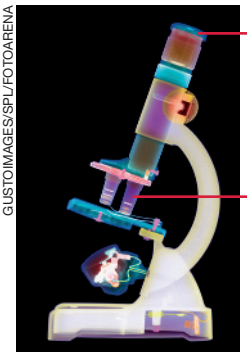
Vimos que o fenômeno da refração ocorre quando a luz passa de um meio de propagação para outro, como do ar para a água, do ar para o vidro e, por causa dessa mudança, a luz tem sua velocidade de propagação alterada.

Quando um raio de luz incide obliquamente em uma superfície que separa dois meios homogêneos transparentes diferentes, a refração da luz é evidenciada por um desvio em sua trajetória, como representado na imagem ao lado.

O raio que chega à superfície é denominado raio incidente, e o raio que atravessou a superfície e teve sua velocidade alterada é o raio refratado. Tanto o ângulo de incidência $(\hat{i})$ quanto o ângulo de refração $(\hat{r})$ devem ser medidos em relação a uma direção normal (N) à superfície de separação dos meios, considerando o ponto em que ocorreu a refração. Se essa interface for plana, dizemos que o conjunto corresponde a um dioptro plano, assunto que será abordado mais adiante.

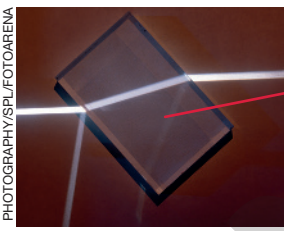
Com base no princípio da propagação retilínea da luz, na relação entre os índices de refração absolutos dos meios e nos ângulos de incidência e refração, é possível compreender as leis que regem esse fenômeno.

GUSTOIMAGES/SPL/FOTOARENA

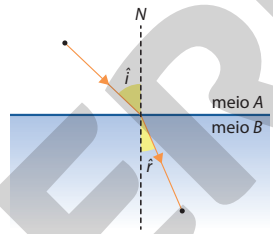


Radiografia de um microscópio óptico.

ANDREW LAMBERT PHOTOGRAPHY/SPL/FOTOARENA



A luz sofre refração ao mudar o meio de propagação.



Representação de um raio de luz refratando de um meio para outro.

Primeira lei: os raios de luz incidente e refratado e a normal pertencem ao mesmo plano.

Segunda lei ou lei de Snell-Descartes: o ângulo de incidência, o ângulo de refração e os índices de refração dos meios envolvidos *A* e *B* estão relacionados da seguinte forma:

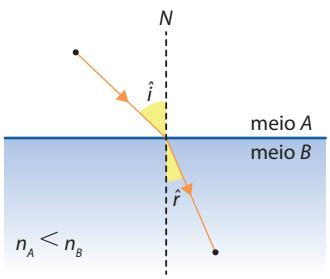
$$n_A \cdot \operatorname{sen} \hat{i} = n_B \cdot \operatorname{sen} \hat{r}$$

!

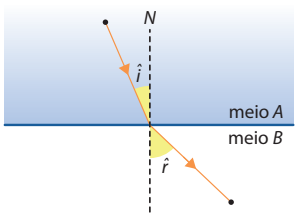
Acesse o *site* do *PhET Interactive Simulations* e explore o comportamento da luz ao refratar entre dois meios com diferentes índices de refração. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html>. Acesso em: 18 maio 2020.

Pela lei da refração de Snell-Descartes é possível determinar o desvio da trajetória de um raio de luz emitido em certo ponto do meio *A* que refrata para um meio *B*. Veja a seguir algumas características desses desvios.

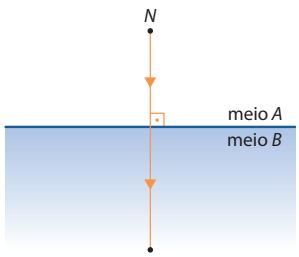
Representação de um raio passando do meio *A* para o meio *B*. O raio refratado se aproxima da reta normal quando passa de um meio menos refringente para um mais refringente, ou seja, $\hat{i} > \hat{r}$, por causa da redução da velocidade da luz.



Representação de um raio passando do meio *A* para o meio *B*. O raio refratado se afasta da normal quando passa de um meio mais refringente para um menos refringente, ou seja, $\hat{i} < \hat{r}$, por causa do aumento da velocidade da luz.



Representação do raio de luz refratando de um meio para outro sem sofrer desvio. O raio refratado não sofrerá desvio na trajetória se o raio incidente atingir perpendicularmente a superfície de separação entre os meios, ou seja, se o ângulo de incidência em relação à normal for 0°.



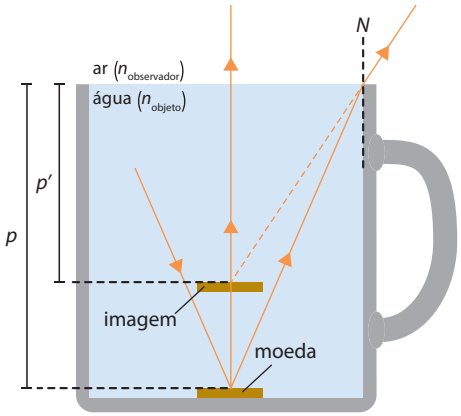
ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

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

MODERNA

FOTOS: JOSÉ VITOR ELORZA/ASC IMAGENS

Canecas (**A**) e (**B**) com moeda em seu interior.



Representação da situação da moeda no interior da caneca com água.

Refração em um dioptro plano

3. Espera-se que os estudantes respondam que foi devido à refração da luz, que causou a mudança na sua trajetória de propagação.

Observe as fotografias ao lado. Elas foram registradas com a câmera fotográfica e a caneca nas mesmas posições, em dois momentos distintos. A fotografia (**A**) mostra a caneca com uma moeda em seu interior, embora ela não esteja visível. Na fotografia (**B**), ao acrescentar água à caneca, foi possível observar parte da moeda.

3. Se a moeda não mudou de posição, por que você acha que foi possível enxergá-la na fotografia **B**?

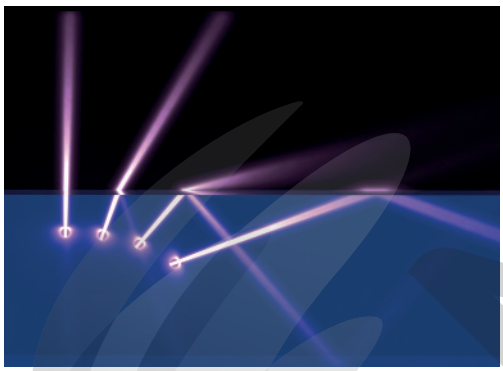
Quando a água foi adicionada, a luz refletida pela moeda sofreu refração ao passar da água para o ar, afastando-se da normal e atingindo a câmera fotográfica ou os olhos do observador.

Nesse e em outros casos, a água e o ar configuram um **dioptro plano**, ou seja, dois meios transparentes e homogêneos separados por uma superfície plana. Essa configuração é utilizada para representar os desvios da trajetória da luz causados pela refração.

Por causa desse fenômeno, o observador da imagem ao lado vê a imagem da moeda acima de onde ela realmente está.

Para pequenos ângulos de incidência, ou seja, visualizações próximas à normal (*N*), a relação entre a profundidade real (p) de um objeto e a profundidade aparente (p') da imagem, em um dioptro plano, é dada por:

$$\frac{n_{observador}}{n_{objeto}} = \frac{p'}{p}$$



RUSSELL KIGHTLEY/SPL/FOTOARENA

Representação da refração e da reflexão interna quase total. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

Ângulo limite e reflexão total da luz

Em certas circunstâncias a luz pode ser totalmente refletida em uma interface que separa dois meios, mesmo quando o segundo material é transparente, como na utilização das fibras ópticas. A fotografia ao lado mostra como isso ocorre, fazendo incidir vários raios de luz na interface que separa dois meios. Observe que a partir de certo ângulo de incidência ocorre a reflexão interna total.

Quando o ângulo de incidência $\hat{i}$ atinge o **ângulo limite** para a refração, representado por $\hat{L}$, o ângulo de refração é igual a 90°.

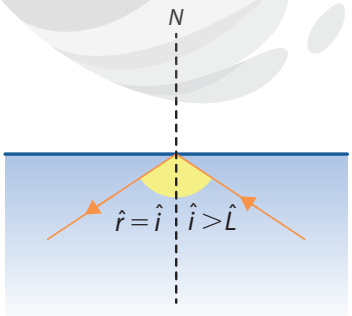
Quando o ângulo de incidência $\hat{i}$ assume um valor maior que o ângulo limite $\hat{L}$, a luz não mais irá refratar do meio mais refringente para o meio menos refringente, ocorrendo a chamada **reflexão total**. A reflexão total da luz só ocorre quando a luz tem sentido de propagação de um meio com maior índice de refração para um meio com menor índice de refração.

De acordo com a lei da refração, lei de Snell-Descartes, o ângulo limite pode ser obtido da seguinte forma:

$$n_{maior} \cdot \operatorname{sen}\hat{i} = n_{menor} \cdot \operatorname{sen}\hat{r} \Rightarrow n_{maior} \cdot \operatorname{sen}\hat{L} = n_{menor} \cdot \operatorname{sen} 90° \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n_{maior} \cdot \operatorname{sen}\hat{L} = n_{menor} \cdot 1 \therefore \operatorname{sen}\hat{L} = \frac{n_{menor}}{n_{maior}}$$

Da água para o ar, o ângulo limite é cerca de 49°.



ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

Representação da reflexão total da luz.

MODERNA

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

Formação da imagem em lentes esféricas

Assim como a reflexão da luz produz imagens nos espelhos planos e nos curvos, a refração da luz produz imagens por meio do uso de lentes.

4. Cite alguns instrumentos nos quais lentes são utilizadas.

Reposta pessoal. Os estudantes podem citar óculos, máquinas fotográficas, microscópios, lunetas, entre outros.

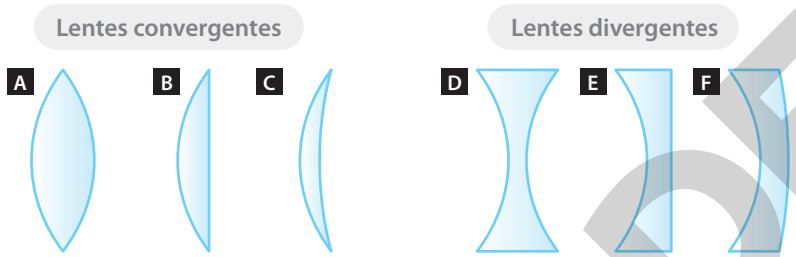
As **lentes** são sistemas ópticos transparentes, homogêneos e limitados por duas superfícies, das quais ao menos uma delas é curva. Dependendo das características da lente, índice de refração do material e curvatura da superfície, a luz refratada por ela pode produzir imagens nítidas.

Entre alguns usos das lentes podemos destacar os óculos, as lentes de contato, as lentes de aumento ou lupas, as lunetas astronômicas ou telescópios, as máquinas fotográficas, entre outros dispositivos.

Quando a lente possui pelo menos uma das superfícies ou faces com forma equivalente à de uma calota esférica, dizemos que ela é uma **lente esférica**.

Se a espessura das bordas é menor que a espessura da região central, temos uma lente chamada convergente. Se a espessura das bordas é maior que a da região central, temos uma lente chamada divergente.

O nome de cada lente é composto primeiro pelo nome da curvatura da face de maior raio. No caso das faces planas, consideramos que possuem raio de curvatura infinito.

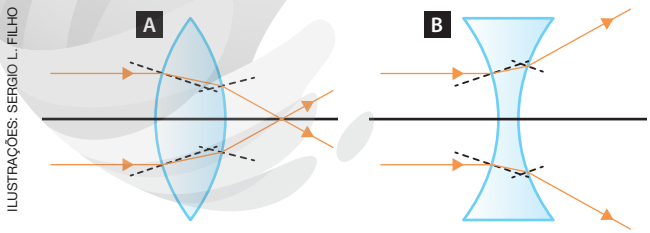


Representação de lentes convergentes: biconvexa, em (**A**), plano-convexa, em (**B**) e côncavo-convexa, em (**C**).

Representação de lentes divergentes: bicôncava, em (**D**), plano-côncava, em (**E**) e convexo-côncava, em (**F**).

As lentes esféricas podem ser classificadas com relação ao seu comportamento óptico, ou seja, de acordo com o modo como elas desviam a trajetória dos raios de luz. São consideradas **lentes convergentes** quando um feixe de raios paralelos é refratado formando um feixe de raios convergentes. São consideradas **lentes divergentes** quando o feixe de raios paralelos refratado forma um feixe de raios divergentes.

Considere uma lente em que a espessura das bordas é menor que a da região central e outra em que as bordas são maiores no ar, como nas imagens abaixo.

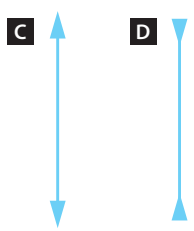


ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

Representação da refração da luz em uma lente convergente, em (**A**) e em uma lente divergente, em (**B**). Os tracejados representam a direção normal.

Quando imersas em um meio menos refringente como o ar, as lentes, cuja espessura das bordas é menor que a da região central, têm comportamento convergente, e as de bordas maiores têm comportamento divergente.

Adotaremos representações esquemáticas simplificadas para as lentes, com base em seu comportamento, independentemente de seu formato.



Representação de lente convergente, em (**C**) e de lente divergente, em (**D**).

LIFE-LITERACY/SHUTTERSTOCK

Pessoa colocando uma lente de contato.

Se você usa óculos ou lentes de contato para enxergar de perto e ler este livro, você está vendo essas palavras por meio de lentes delgadas.

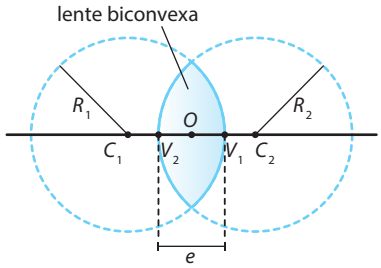
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Elementos geométricos das lentes esféricas

Para estudar o comportamento da luz refratada por uma lente, é necessário definir seus elementos geométricos.

- Os pontos C_1 e C_2 correspondem ao **centro de curvatura** das faces da lente.
- Os pontos V_1 e V_2 são os **vértices** da face.
- A distância entre os vértices $(V_1$ e $V_2)$ corresponde à sua **espessura** (e).
- A linha que passa pelos centros de curvatura de suas duas superfícies representa o **eixo principal**.
- O ponto O corresponde ao **centro óptico** da lente.



ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

Representação dos elementos geométricos de uma lente biconvexa.

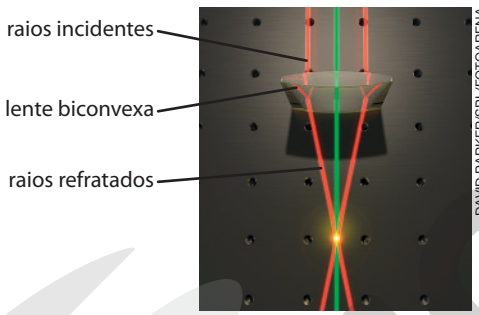
Foco principal e distância focal

Um ponto que merece destaque nas lentes esféricas é o **foco principal** ou **foco**.

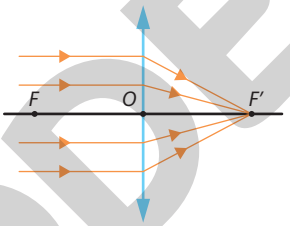
Quando um feixe de raios luminosos incide de forma paralela ao eixo principal de uma lente convergente, os raios refratados convergem e encontram-se em um ponto chamado **foco principal imagem** (F'). Nesse tipo de lente, F' possui natureza real, pois corresponde ao encontro efetivo dos raios refratados.

O ponto do eixo principal, simetricamente oposto a F' em relação ao centro O, é definido como **foco principal objeto** (F). Para a lente convergente, F também é real.

Por serem superfícies refratoras, é importante destacar que as lentes podem receber a luz proveniente de qualquer uma de suas faces.



DAVID PARKER/SPL/FOTOARENA

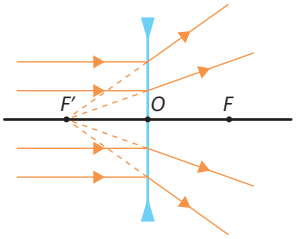


Raios paralelos convergindo após refratar em uma lente.

Representação de raios paralelos refratando em uma lente convergente.

Nas lentes divergentes, F' possui natureza virtual, pois é formado a partir do encontro dos prolongamentos dos raios de luz refratados. O foco principal objeto F também possui natureza virtual nessas lentes, já que se trata do prolongamento dos raios incidentes que passam por esse foco.

RUSSELL KIGHTLEY/SPL/FOTOARENA



Raios paralelos divergindo após refratar em uma lente.

Representação de raios paralelos refratando em uma lente divergente.

Considerando tanto as lentes convergentes como as divergentes, a distância entre F' e o centro O da lente é chamada de **distância focal imagem** f', e a distância entre F e o centro O da lente é definida como **distância focal objeto** f. Essas distâncias são iguais.

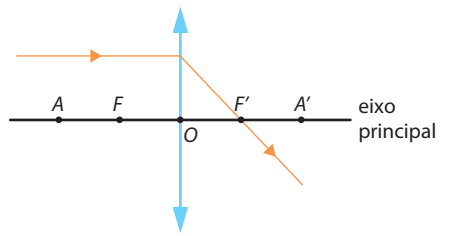
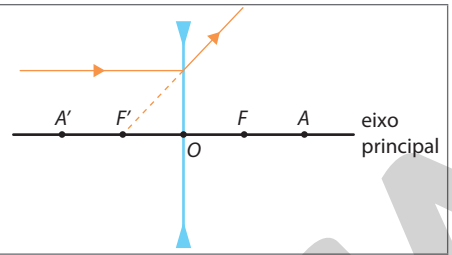
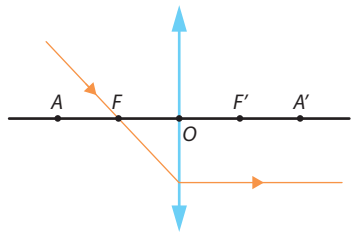
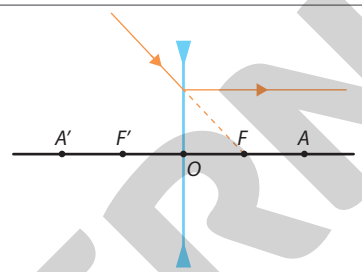
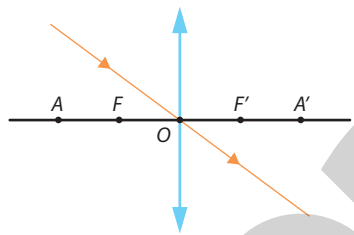
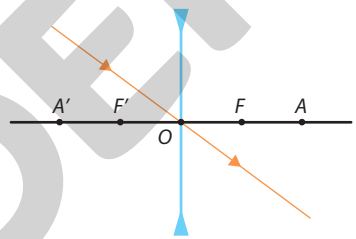
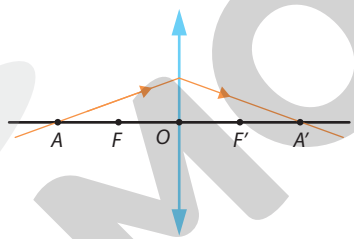
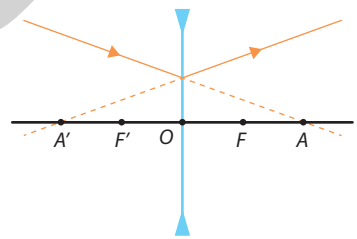
Nem sempre as lentes conjugam imagens nítidas, sem deformações. Para as lentes produzirem imagens nítidas, elas devem obedecer às condições de nitidez de Gauss, isto é, as lentes devem ser delgadas e os raios de luz devem incidir com pequena inclinação e próximos ao seu eixo principal.

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

Construção geométrica de imagens em lentes esféricas

Para determinar geometricamente a imagem conjugada por uma lente, é necessário conhecer o cruzamento de dois raios de luz ou de seus prolongamentos que, partindo do objeto, foram refratados pela lente.

Todos os raios refratados obedecem à lei da refração, tanto ao entrarem nas lentes como ao saírem delas, mas não precisamos determinar a direção de propagação de todos os raios incidentes e refratados. Podemos utilizar somente os **raios notáveis**.

1 - Raio de luz que incide na lente paralelamente ao eixo principal é refratado na direção do foco imagem *F′*.		
2 - Raio de luz que incide na lente passando pelo foco objeto *F*, ou na direção do foco objeto, é refratado paralelamente ao eixo principal.		
3 - Raio de luz que incide na lente passando pelo centro óptico *O* é refratado sem sofrer desvio.		
4 - Raio de luz que incide na lente passando pelo ponto antiprincipal *A* é refratado em direção ao ponto antiprincipal *A′*.		
	Representações de refração de raios de luz em lentes convergentes.	Representações de refração de raios de luz em lentes divergentes.

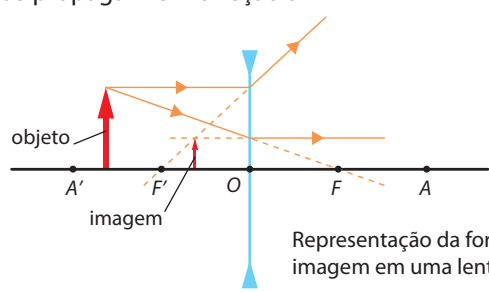
ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

O quarto raio notável é determinado com base nos pontos antiprincipais, como mostrado no quadro acima. Nas lentes, esses pontos são representados por *A* e *A′*, e se encontram a uma distância do vértice da lente equivalente ao dobro da distância focal (*f*), isto é, $(A = A' = 2 \cdot f)$.

Note que o ponto antiprincipal (A') da lente divergente fica antes da lente, por isso temos que prolongar os raios incidentes e refratados que se propagam em direção a esses pontos ou se afastam deles.

Imagem em lente divergente

As lentes divergentes conjugam somente um tipo de imagem, independentemente da posição do objeto. Por causa das características da lente, os raios não se cruzam após serem refratados, e a imagem é obtida a partir de seus prolongamentos, sendo virtual, direita e menor.



Representação da formação de uma imagem em uma lente divergente.

SERGIO L. FILHO

Diga aos estudantes que o olho mágico, dispositivo de segurança utilizado em portas de residências, é formado por um conjunto de lentes que se comporta como uma lente divergente, formando uma imagem virtual, menor e direita dos objetos à sua frente.

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

MODERNA

Imagem em lentes convergentes

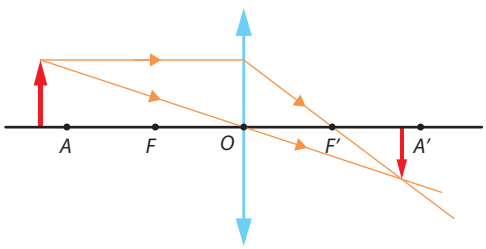
As lentes convergentes produzem imagens com características diferentes, dependendo da distância (*p*) que o objeto está da lente. Para a construção de todas as imagens da lente convergente, utilizaremos o raio que incide paralelamente ao eixo e é refratado, passando pelo foco objeto, e o raio que passa pelo centro óptico e não sofre desvio.

> Para determinar as imagens formadas pelas lentes, siga os mesmos procedimentos utilizados nos espelhos esféricos. Os objetos são representados por uma seta e os raios notáveis são traçados a partir de sua extremidade.

Objeto além do ponto antiprincipal

Quando um objeto de tamanho (*o*) está sobre o eixo principal de uma lente convergente, além de seu ponto antiprincipal, a imagem conjugada é formada pelo cruzamento efetivo dos raios refratados pela lente, portanto ela é real, invertida e menor. Imagens desse tipo são vistas quando observamos objetos distantes através de uma lupa, por exemplo.

ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

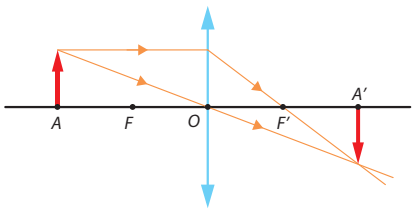


Representação da formação da imagem de um objeto posicionado antes do ponto antiprincipal.

> As imagens virtuais produzidas pelas lentes ficam do mesmo lado que o objeto, e as imagens reais ficam do lado oposto, diferentemente do que ocorre nos espelhos esféricos.

RONALDO NESPOLO/SHUTTERSTOCK

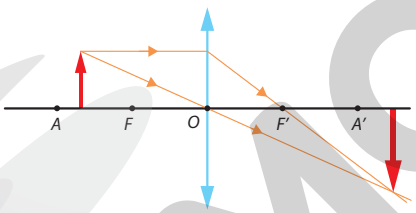
Lupa produzindo a imagem, invertida e menor, de árvores que estão distantes.



Representação da formação de uma imagem com o objeto sobre o ponto antiprincipal.

Objeto sobre o ponto antiprincipal

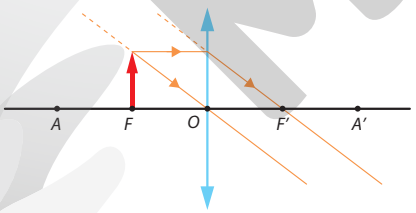
Se o objeto estiver sobre o ponto antiprincipal, novamente a imagem será real, invertida, mas agora do mesmo tamanho que o objeto, portanto ($i = o$).



Representação da formação de imagem com o objeto entre o ponto antiprincipal e o foco.

Objeto entre o ponto antiprincipal e o foco

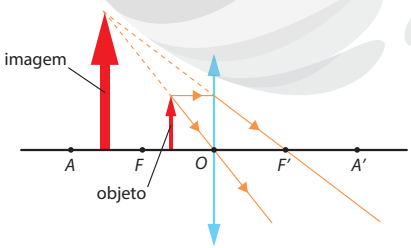
Quando o objeto fica entre o ponto antiprincipal e o foco da lente convergente, a imagem formada é real, invertida e maior. Por exemplo, em um projetor, o objeto é colocado invertido entre o ponto antiprincipal e o foco da lente. A lente produz uma imagem real, maior e invertida, por isso a imagem projetada aparece direita na tela.



Representação da formação de imagem com o objeto sobre o foco de uma lente convergente.

Objeto sobre o foco

Se o objeto for posicionado sobre o foco de uma lente convergente, os raios refratados e seus prolongamentos serão paralelos.



Representação da formação de imagem com o objeto entre o foco e a lente.

Objeto entre o foco e a lente

Com o objeto colocado entre o foco e a lente convergente, os raios refratados não se cruzam. Portanto, devemos fazer seu prolongamento, o que produz uma imagem virtual, direita e maior.

Essa é a principal função das lupas. Colocando uma lupa próxima ao objeto, ela fornece uma imagem direita e aumentada, proporcionando a visualização de detalhes imperceptíveis a olho nu.

RAWPIXEL/SHUTTERSTOCK

Botânico utilizando a lupa para observar detalhes de uma folha.

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

MODELO

Respostas e orientações no **Suplemento para o professor**.

Imagens em lentes e espelhos esféricos

EDSON GRANDISOLI/PULSAR IMAGENS

Projeção de imagens na fachada do Mosteiro de São Bento, no município de São Paulo (2018).

Contextualização

O uso de imagens para o entretenimento, para transmitir conhecimento ou informações está presente em nosso cotidiano e se relaciona com o desenvolvimento da Óptica, das lentes e dos espelhos.

Em alguns festivais ou comemorações, são feitas projeções de imagens nas fachadas de prédios, que se tornam grandes telas e deixam o espetáculo mais bonito.

a) É possível projetar imagens com espelhos?

b) Que tipo de lente deve ser usada para projetar imagens?

Orientações

Junte-se a quatro colegas e pesquisem em *sites* confiáveis maneiras de construir superfícies refletoras esféricas. Providenciem também algumas lupas de tamanhos diferentes e outros tipos de lentes, se possível.

Em seguida, elaborem um roteiro para a atividade de maneira a contemplar as seguintes questões:

- Quais são os materiais necessários?
- Que tipos de espelhos e lentes serão utilizadas?
- Como vamos analisar a luz incidente e a luz refletida ou refratada pelos espelhos e lentes?
- Como vamos determinar as características dos espelhos esféricos, como distância focal e centro de curvatura?
- Como vamos determinar as características das lentes, como distância focal e pontos antiprincipais?
- Como podemos utilizar espelhos esféricos e lentes esféricas para projetar imagens?

Realizem a atividade de investigação buscando soluções para os possíveis problemas que surgirem. Durante a execução da atividade, registrem cada etapa do processo. É possível registrar os resultados obtidos por meio de ilustrações, fotografias ou vídeo, identificando as características dos espelhos e lentes utilizadas e a formação de imagens.

Análise e divulgação dos dados

Divulguem os resultados obtidos para o restante da turma. Para isso, apresentem as fotografias ou vídeo das imagens obtidas com os espelhos e lentes, demonstrando detalhadamente o método e os materiais necessários para a obtenção de cada uma delas. Apresentem também as respostas para as questões a seguir.

1. Que fatores influenciam as características dos espelhos esféricos e as imagens formadas por eles?
2. Que fatores influenciam as características das lentes esféricas e as imagens conjugadas por elas?
3. Que materiais você utilizou para construir os espelhos esféricos?
4. Vocês conseguiram projetar imagens com as lentes e com os espelhos?
5. Retornem às respostas das questões iniciais, alterando-as se necessário.

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

MODERNA

ATIVIDADES

Registre em seu caderno.

1. De acordo com a velocidade da luz nos diferentes meios materiais, julgue as afirmações a seguir como verdadeiras ou falsas, justificando as falsas.

I) A velocidade de propagação da luz depende do meio material no qual está inserida.

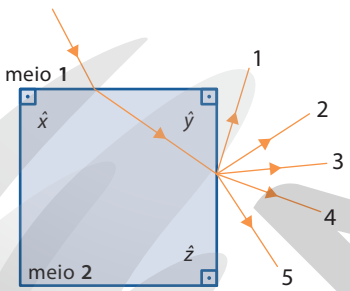
II) O feixe de luz, ao atravessar de um meio mais refringente para um meio menos refringente, sofre o efeito de refração e vice-versa.

III) Ao incidir sobre uma superfície de separação de meios, o feixe de luz sofre alteração na sua velocidade de propagação, que diminui quando passa para um meio de maior refringência.

IV) A velocidade da luz em qualquer meio sempre será maior que a velocidade da luz no vácuo.

I) Verdadeira; II) Verdadeira; III) Verdadeira; IV) Falsa. A velocidade da luz nunca será maior do que no vácuo.

2. Na figura abaixo, um raio de luz partindo do meio **1** refrata-se ao penetrar o meio **2** e refrata-se novamente ao atravessar mais uma vez para o meio **1**. Os ângulos $\hat{x}$, $\hat{y}$ e $\hat{z}$ são ângulos retos. Qual é a opção que melhor representa o caminho ou a trajetória do raio de luz após a segunda refração sofrida?



SERGIO L. FILHO

Raio de luz refratando-se ao passar de um meio para outro.

a) 1

b) 2

c) 3

d) 4

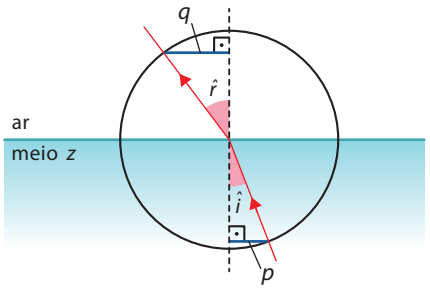
e) 5

Alternativa **d**.

3. Qual é a velocidade da luz no silício (Si), sabendo que a velocidade da luz no gelo é $2{,}3 \cdot 10^8$ m/s e que a razão entre o índice de refração do gelo e do silício é de, aproximadamente, 0,39? Qual é o índice de refração do silício? Qual é o índice de refração do gelo?

$v_{Si} = 0{,}9 \cdot 10^8$ m/s $\quad n_{Si} = 3{,}33$ e $n_g \simeq 1{,}30$.

4. Um raio de luz propagando-se do meio material *z* para o ar é descrito na imagem abaixo.



SERGIO L. FILHO

Representação de um raio de luz refratando-se do meio *z* para o ar.

Foram medidas as distâncias $p = 30$ cm e $q = 50$ cm. Calcule o índice de refração no meio *z*.

$n_z \simeq 1{,}67$

5. **(Enem)** Alguns povos indígenas ainda preservam suas tradições realizando a pesca com lanças, demonstrando uma notável habilidade. Para fisgar um peixe em um lago com águas tranquilas, o indígena deve mirar abaixo da posição em que enxerga o peixe.

Ele deve proceder dessa forma porque os raios de luz

a) refletidos pelo peixe não descrevem uma trajetória retilínea no interior da água.

b) emitidos pelos olhos do índio desviam sua trajetória quando passam do ar para a água.

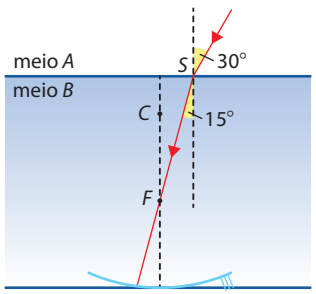
c) espalhados pelo peixe são refletidos pela superfície da água.

d) emitidos pelos olhos do índio são espalhados pela superfície da água.

e) refletidos pelo peixe desviam sua trajetória quando passam da água para o ar.

Alternativa **e**.

6. Um raio de luz incide no ponto *S* com um ângulo de incidência de 30° na superfície de separação entre o meio *A* e *B*, com índices de refração 1 e n_B, respectivamente. No interior do meio *B*, o raio passa pelo foco principal *F* de um espelho côncavo. Observe a figura abaixo.



SERGIO L. FILHO

Representação de um raio de luz refratando-se de um meio *A* para um meio *B*.

MODERNA

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

Determine o índice de refração n_B e o ângulo de refração quando o raio volta para o meio A após a reflexão sobre o espelho côncavo. Utilize $\text{sen}\,30° = \frac{1}{2}$ e $\text{sen}\,15° = 0{,}26$. $n_B \approx 1{,}92$ e $\hat{r} = 0$.

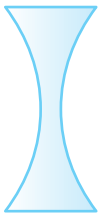
7. Um estudante deseja concentrar a luz do Sol em um único ponto a fim de obter um forno solar. Para que tal feito seja realizado com sucesso, qual das lentes listadas abaixo o estudante deverá utilizar? Justifique as escolhas.

A legenda da imagem não foi inserida para não comprometer a resolução da atividade.

I

IV

II



V

III

ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

a) Somente I e III.

b) Somente I e IV.

c) Somente I e V.

d) Somente II e III.

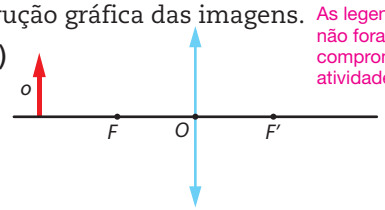
e) Somente II, III e V.

Alternativa **a**.

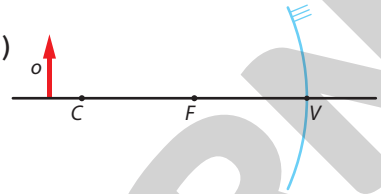
8. Em seu caderno, classifique a imagem do objeto para cada caso apresentado abaixo e faça a construção gráfica das imagens.

As legendas das imagens não foram inseridas para não comprometer a realização da atividade.

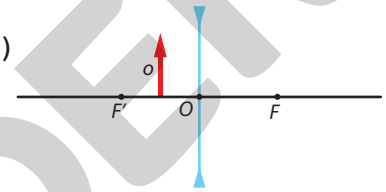
a)



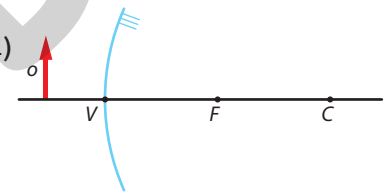
b)



c)



d)



ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

Resposta no **Suplemento para o professor**.

RETOMANDO O QUE ESTUDEI

Respostas no **Suplemento para o professor**.

Refletindo sobre o que estudou nesta unidade, responda às questões a seguir.

1. Suponha que você irá explicar a uma pessoa como a alimentação variada e equilibrada é essencial para o funcionamento adequado das células humanas e, consequentemente, do organismo. Utilizando um editor de apresentação, elabore um esquema com imagens e textos explicativos que represente a importância de diferentes nutrientes para a célula, bem como a fonte alimentar de cada um deles.

2. A fórmula química do etanol e do metoximetano é C_2H_6O. O que diferencia essas substâncias? Como é chamada essa situação?

3. Qual é a principal diferença entre uma função orgânica oxigenada e uma função orgânica nitrogenada? Cite exemplos de compostos de cada uma delas.

4. Explique quais são as principais estruturas e fenômenos responsáveis pela formação das imagens nos microscópios ópticos, nos telescópios refratores e nos telescópios refletores.

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

MODERNA

SER CONSCIENTE Atlas de células humanas

Leia a manchete a seguir.

> **Projeto internacional mapeia todas as células do corpo humano**
>
> Projeto internacional mapeia todas as células do corpo humano. *Jornal da USP*, 5 set. 2019. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-biologicas/projeto-internacional-mapeia-todas-as-celulas-do-corpo-humano/> Acesso em: 15 maio 2020.

Ao ler a manchete acima, você pode estar se perguntando qual é a importância de mapear cada uma das trilhões de células que compõem o corpo humano. Antes de responder, vamos refletir sobre outra situação: por que algumas pessoas não respondem a tratamentos convencionais contra câncer, como quimioterapia e radioterapia, apresentando células resistentes? Essa é apenas uma das inúmeras questões relacionadas às células que os cientistas visam compreender.

Embora os estudos a respeito das células tenham obtido grandes avanços ao longo dos anos, desde sua identificação no século XVII, pouco se sabe a respeito dessas unidades formadoras dos seres vivos. Nesse contexto, diversos cientistas defendem que é preciso mapear cada uma das células humanas, conhecer todos os tipos celulares, sua localização e os papéis que desempenham no organismo, conhecer o funcionamento celular em nível molecular, bem como as moléculas que compõem as células e os genes que elas expressam, entre tantas outras informações.

Gene: trecho da molécula de DNA que orienta a produção de proteína específica; unidade hereditária.

O termo "atlas", nesse caso, é utilizado para se referir a um conjunto de dados sobre determinado assunto, nesse caso, as células humanas, organizado de modo sistemático.

Atualmente, cientistas de vários países, inclusive do Brasil, estão empenhados na elaboração de um atlas de células humanas, por meio do projeto *Human Cell Atlas* (HCA, sigla em inglês).

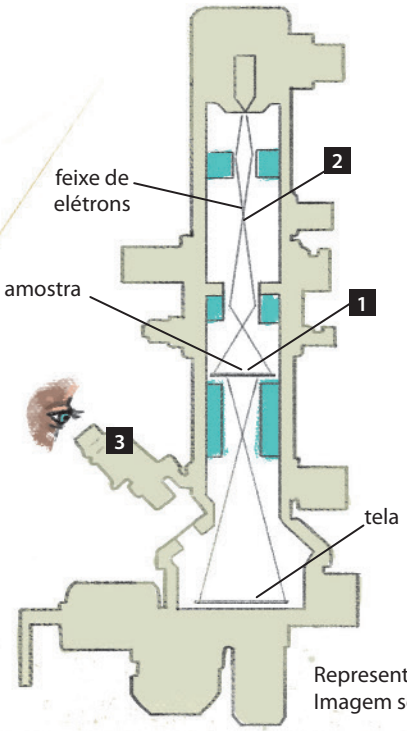
O projeto se baseia no uso de tecnologias avançadas, como a microscopia crio-eletrônica, que possibilita tanto observar estruturas celulares em nível molecular como a dinâmica de suas moléculas. Além disso, requer o trabalho conjunto de diversos profissionais, como biólogos, químicos, físicos, matemáticos e profissionais de informática, que analisam e interpretam a grande quantidade de dados resultantes das análises.

ADRIEL CONTIERI

Representação de cientistas em um laboratório realizando análise de amostra por meio de microscopia crio-eletrônica. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

MODERNA

Os cientistas envolvidos no projeto HCA consideram que, ao compreender onde os genes associados às doenças estão ativos no organismo e como as alterações moleculares se relacionam com o desenvolvimento de diferentes doenças, por exemplo, será possível melhorar a compreensão a respeito da saúde humana, bem como a respeito das doenças, auxiliando o diagnóstico, o monitoramento e o tratamento de doenças. Há cientistas, inclusive, que afirmam que tais informações possibilitarão tratamentos personalizados a determinadas doenças, como diferentes tipos de câncer.

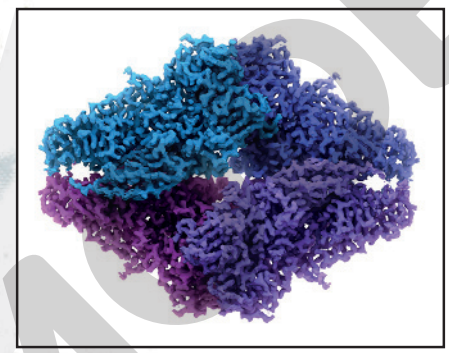


Representação do microscópio eletrônico em corte. Imagem sem proporção e em cores-fantasia.

1 As amostras preparadas a partir de tecidos ou células são mergulhadas em um fluido à baixa temperatura (aproximadamente −200°C), para serem congeladas rapidamente. O congelamento interrompe a atividade das biomoléculas, conservando sua forma natural. A amostra é colocada no microscópio eletrônico.

2 No microscópio eletrônico, a amostra é bombardeada por um feixe de elétrons, que a atravessa, produzindo imagens em uma tela.

3 Um microscópio óptico, que usa lentes para formar imagens, pode ser utilizado para observar a amostra na tela, possibilitando enxergar seus detalhes e/ou reposicionar a amostra.



VERONICA FALCONIERI, SRIRAM SUBRAMANIAM/ NATIONAL CANCER INSTITUTE/SPL/FOTOARENA

Modelo molecular da enzima β-galactosidase, também chamada lactase, produzido em computador a partir de dados de microscopia crio-eletrônica. As diferentes cores representam as subunidades proteicas.

4 Por meio de métodos computacionais, as inúmeras imagens bidimensionais (2D) das biomoléculas analisadas, obtidas pelo microscópio eletrônico, são utilizadas para gerar uma imagem tridimensional (3D). Essa imagem de alta resolução possibilita aos cientistas determinar as estruturas das biomoléculas.

Respostas no **Suplemento para o professor**.

A Os dados obtidos no projeto HCA ficam disponíveis em plataformas universais, para acesso dos cientistas envolvidos. Que característica da produção do conhecimento científico está representada nesse contexto?

B A Bioinformática é uma área essencial para a elaboração do atlas de células humanas. Faça uma pesquisa sobre essa área de estudo e elabore um texto sucinto a respeito de sua contribuição para o estudo das moléculas.

C A técnica da microscopia crio-eletrônica, utilizada no mapeamento celular, foi utilizada para a determinação do sítio de ligação do vírus SARS-CoV-2, causador da pandemia de COVID-19, com a célula humana. Qual é a importância dessa tecnologia para a saúde humana?

MODERNA

Ampliando seus conhecimentos

Para ler

REPRODUÇÃO

- ***Vida na Terra***: conhecer para proteger, de Rosicler Martins Rodrigues. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013.

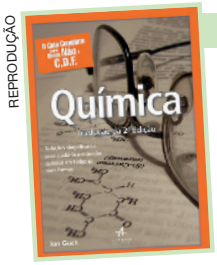
  O livro aborda a interferência do ser humano na natureza, com temas variados e amplos e texto de fácil leitura, com fotografias mostrando a natureza e a importância de preservá-la.

REPRODUÇÃO

- ***Física II para Leigos***, de Steven Holzner. Rio de Janeiro: Alta Books, 2012.

  Livro que mostra conceitos de maneira simples e compreensível. Saiba como as ondas de luz interferem entre si, como elas passam através do vidro e interagem com lentes e espelhos, como se formam os campos magnéticos e outros temas essenciais da Física.

REPRODUÇÃO



- ***O guia completo para quem não é C.D.F.***: Química, de Ian Guch. 2. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2013.

  O livro apresenta itens que facilitam a compreensão da Química, fornecendo instruções sobre os mais variados tópicos dessa Ciência, como compostos iônicos e covalentes, química orgânica, entre outros. Além disso, são propostos problemas práticos que auxiliam na visualização da Química no dia a dia.

Para assistir

REPRODUÇÃO

O óleo de Lorenzo. Direção de George Miller. Estados Unidos: Universal Pictures Brasil, 1992 (129 min).

Nesse filme é mostrada a batalha de uma família para salvar o filho de seis anos, que enfrenta diversos problemas neurológicos que foram diagnosticados como ALD (adrenoleucodistrofia), uma doença genética degenerativa cerebral raríssima, que leva à morte em poucos anos. Por conta própria, os pais resolvem pesquisar e descobrem, após estudos bioquímicos, uma mistura de óleos capaz de impedir a progressão da doença.

REPRODUÇÃO

Contágio. Direção de Steven Soderbergh. Estados Unidos: Warner Bros. (South) Inc., 2011 (106 min).

Longa-metragem que conta a história de uma pandemia causada por um vírus, inspirado em um vírus real que atinge morcegos e porcos. O filme aborda características da contaminação e da prevenção da doença, servindo como exemplo para muitas outras patologias causadas por vírus. Além disso, retrata o desenvolvimento de uma vacina, que é uma das formas de combate à contaminação. É possível observar também como a disseminação de doenças causadas por vírus é rápida e como os seres vivos estão expostos ao contágio.

REPRODUÇÃO

Os sem-floresta. Direção de Tim Johnson e Karey Kirkpatrick. Estados Unidos: Paramount Home Entertainment (Brazil) Ltda./ Videolar S/A., 2006 (83 min).

Essa animação enfatiza a importância da floresta e da biodiversidade para o mundo quando um grupo de animais acorda da hibernação e descobre que construíram uma cidade ao redor da floresta onde moram. O fato causa preocupação e muitos transtornos para o futuro do grupo.

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

MODERNA

Respostas

Veja a seguir as respostas das atividades de múltipla escolha, as que envolvem cálculos e das questões de provas oficiais.

UNIDADE 1 Do átomo à vida

CAPÍTULO 1
A união dos átomos

Página 21

3. Alternativa **b**.

II) Falsa. As ligações covalentes ocorrem entre os elementos químicos não metálicos; não metálicos e hidrogênio; e entre átomos de hidrogênio, ocorrendo compartilhamento de elétrons. Os compostos com esse tipo de ligação, em geral, não são bons condutores de eletricidade.

4. Alternativa **c**. Única alternativa que não apresenta elemento pertencente ao grupo dos gases nobres.

CAPÍTULO 2
As interações entre as moléculas

Páginas 28 e 29

2. I) O gás oxigênio (O_2) é uma substância simples.

II) Correta.

III) Correta.

IV) Correta.

V) A temperatura de ebulição da água (H_2O) é maior que a do dióxido de carbono (CO_2), devido à presença de interações do tipo ligação de hidrogênio.

4. Alternativa **c**. Dos materiais disponíveis, o detergente é o único que apresenta uma região polar (hidrofílica) e outra apolar (hidrofóbica).

5. Alternativa **d**. A molécula de gás carbônico (CO_2) apresenta ligações covalentes polares, geometria linear e é uma substância apolar.

7. Alternativa **b**. O revestimento (1) repele a urina devido ao caráter hidrofóbico das cadeias carbônicas. O revestimento (2) teria afinidade com a urina, pois possui hidroxilas (grupos polares) no final das cadeias carbônicas.

CAPÍTULO 3
Formação do Universo

Página 37

1. Soma: 01 + 02 + 08 = 11

01) Correta.

02) Correta.

04) Incorreta. A revolução da Terra em torno do Sol não tem relação com o campo magnético terrestre.

08) Correta.

16) Incorreta. Quanto mais próximo dos polos, mais intenso é o campo magnético.

2. Alternativa **c**. O alumínio não é um material ferromagnético, portanto, não é atraído por ímãs.

3. Alternativa **d**. Pela análise visual do campo magnético, percebe-se que a polaridade das extremidades **3** e **4** são diferentes (há limalha de ferro sendo atraída entre as extremidades), **5** e **6** são diferentes (há limalha de ferro sendo atraída entre as extremidades) e **1** e **2** são iguais (as limalhas de ferro estão se afastando do espaço entre os polos).

4. Alternativa **a**. Como as linhas de campo magnético saem do polo norte e entram no polo sul, a agulha da bússola colocada no ponto *D* se alinhará de forma tangente às linhas de campo, com o norte em sentido ao sul magnético do ímã.

5. Soma: 01 + 04 + 08 + 16 = 29

01) Verdadeira.

02) Falsa. A bússola é orientada por meio do campo magnético terrestre. Assim, em sua ausência, não há orientação.

04) Verdadeira.

08) Verdadeira.

16) Verdadeira.

32) Falsa. Não é um processo de imantação.

Página 44

1. Alternativa **a**. Como a Terra comporta-se como um grande ímã, ela gera em seu entorno um campo magnético, devido às correntes elétricas de seu núcleo externo. Além disso, o vento solar e o campo magnético terrestre promovem uma "deformação" característica no campo magnético do planeta, formando a magnetosfera terrestre.

2. Alternativa **c**. Com o formato em barra, um rompimento na direção do plano π manteria os polos norte e sul nas extremidades do ímã. Dessa forma, ao aproximar as partes que se formaram com a quebra do ímã, os polos iguais tendem a se afastar, não permitindo o encaixe.

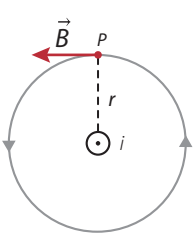
3. Alternativa **d**. As linhas de campo formam circunferências no espaço quando são considerados pontos próximos a um fio condutor retilíneo infinito, percorrido por uma corrente elétrica.

4. I) Verdadeira.

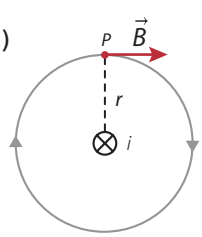
II) Falsa. Um transformador é capaz de gerar um campo magnético quando está em funcionamento.

III) Verdadeira.

5. a)



b)



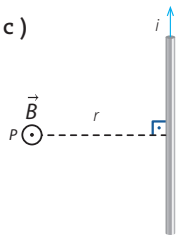
ILUSTRAÇÕES: KEITHY MOSTACHI

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

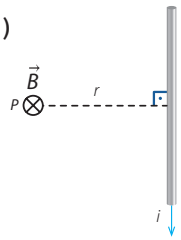
MODERNA

ILUSTRAÇÕES: KEITHY MOSTACHI

c)



d)



6. $B = 2{,}5 \cdot 10^{-6}\,T$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot r} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 3}{2 \cdot \pi \cdot 24 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B = 2{,}5 \cdot 10^{-6} \therefore B = 2{,}5 \cdot 10^{-6}\,T$$

7. I) Falsa. A força magnética só existe se a partícula estiver em movimento com velocidade não paralela ao campo magnético externo.

II) Falsa. Quando a partícula se move paralelamente a um campo magnético externo, a força magnética sobre ela é nula.

III) Falsa. As intensidades da velocidade da partícula e do campo magnético externo são inversamente proporcionais.

IV) Verdadeira.

CAPÍTULO 4
Diversidade de seres vivos I

Páginas 58 e 59

3. Alternativa **e**. As bactérias presentes no tubo **1** são anaeróbicas obrigatórias, pois, ao serem submetidas ao fornecimento de gás oxigênio, morreram; já na ausência desse recurso, elas sobreviveram. As bactérias presentes no tubo **2** são anaeróbicas facultativas, pois foram capazes de sobreviver tanto na presença quanto na ausência de gás oxigênio. As bactérias do tubo **3** são aeróbicas, pois foram privadas de gás oxigênio e não sobreviveram. Já as bactérias do tubo **4** são fotossintetizantes, pois foram submetidas à ausência de luz e morreram, sendo a luz um fator essencial para sua sobrevivência. Portanto, o fator limitante para as bactérias dos tubos **1**, **2** e **3** é a presença ou a ausência de gás oxigênio, independentemente da luminosidade. Já nas bactérias do tubo **4**, o fator limitante é a presença ou a ausência de luz.

5. Gráfico **IV**. Na fase exponencial do crescimento bacteriano, existe disponibilidade suficiente de nutrientes, situação essa em que as bactérias se reproduzem de maneira rápida. Já na fase estacionária, a disponibilidade de alimentos diminui, não sendo suficiente para manter a mesma taxa de crescimento acelerado. Dessa maneira, o tempo de geração deve ser maior na fase estacionária, o que é observado no gráfico **IV**.

6. **a)** A transmissão do *Trypanosoma cruzi* por via oral ocorre pela ingestão de alimentos contaminados com parasitas. As medidas profiláticas para reduzir essa forma de transmissão envolvem a higiene, o cozimento e a pasteurização dos alimentos.

b) Impedindo que o *Trypanosoma cruzi* saia do intestino do inseto vetor, o parasita ficará restrito ao tubo digestivo, assim as fezes do inseto não estarão contaminadas. Logo, há redução do ciclo de transmissão vetorial da doença por via vetorial, pois o *Trypanosoma cruzi* não penetrará a pele da pessoa pela ferida. Reduzindo a contaminação dos ovos da fêmea vetor com *Trypanosoma cruzi*, bem como a quantidade de ovos, também será reduzida a transmissão vetorial da doença, em razão do menor número de insetos contaminados pelo parasita.

7. Alternativa **c**. As bactérias são seres vivos que apresentam todas as características descritas nos itens **I**, **II** e **III**, ou seja, elas são unicelulares (**I**), apresentam material genético (**II**) e suas populações se modificam ao longo do tempo (**III**). Já os vírus, apesar de apresentarem as características **II** e **III**, precisam utilizar a maquinaria da célula hospedeira, ou seja, não preenchem ao requisito **I**.

8. Alternativa **c**. Algumas bactérias quimioautotróficas, como a *Nitrossomonas* spp., participam do ciclo biogeoquímico do nitrogênio. Esses microrganismos se associam às células das raízes de algumas plantas, como as leguminosas, auxiliando na fixação e absorção do gás nitrogênio, que não pode ser absorvido diretamente do ambiente pelas plantas.

Páginas 65 e 66

4. Alternativa **d**. Os fungos são seres vivos eucariontes heterotróficos e realizam respiração na presença de gás oxigênio e fermentação em sua ausência. Alguns fungos absorvem os nutrientes de matéria orgânica viva, causando doenças, os chamados parasitas, enquanto outros alimentam-se de matéria orgânica morta, desempenhando um papel essencial na ciclagem de nutrientes no ambiente, os chamados decompositores ou sapróbios. Alguns fungos também são comestíveis, como certas espécies de cogumelos, os quais formam corpos de frutificação, já outros são capazes de se associar a raízes de plantas, as chamadas micorrizas. Essa associação é mutuamente benéfica, por conta da troca de nutrientes.

5. Soma: 02 + 04 = 06

01) Incorreta. Os fungos são seres heterotróficos, com parede celular composta de quitina, diferentemente das plantas e algas, que possuem parede celular composta de celulose.

08) Incorreta. Os fungos podem ser unicelulares, filamentosos ou apresentarem ambas as formas. As espécies de fungos unicelulares são chamadas leveduras, capazes de realizar a fermentação, processo bioquímico utilizado na produção de alimentos, como pães. Algumas espécies de bactérias também realizam a fermentação e são utilizadas na fabricação de iogurtes.

16) Incorreta. Algumas plantas também possuem lignina associada a celulose em sua parede celular.

CAPÍTULO 5
Diversidade de seres vivos II

Páginas 74 a 76

3. **a)** Falsa, pois as briófitas são plantas que, geralmente, vivem em ambientes úmidos por causa de sua dependência da água para se reproduzir. Todos os grupos possuem representantes aquáticos.

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

EM CONSTRUÇÃO

b) Verdadeira.

c) Falsa, pois as pteridófitas não apresentam grãos de pólen e, consequentemente, não realizam polinização. Além disso, atualmente, as angiospermas são o grupo dominante.

d) Verdadeira.

e) Falsa, pois uma das diferenças entre briófitas e pteridófitas é a presença de vasos condutores nestas últimas.

f) Falsa, pois as gimnospermas distinguem-se das pteridófitas por possuírem sementes.

5. Alternativa **e**. As briófitas dependem diretamente da água para sua reprodução; os fungos não são vegetais; as pteridófitas e as gimnospermas não possuem flores nem frutos; após a fecundação, o ovário se transforma em fruto e os óvulos, em sementes.

10. Alternativa **c**. As bromélias são plantas epífitas. Elas se associam a outras plantas para obter luminosidade e ar suficientes para o processo de fotossíntese, não causando dano à planta a qual está fixada. Também não captam água da planta na qual está apoiada, e sim água armazenada em suas folhas, que, por conta de sua conformação, formam "tanques", em que acumulam a água da chuva.

12. Alternativa **e**. As plantas dos grupos das gimnospermas são vasculares traqueófitas, que produzem sementes, mas não formam frutos por não apresentarem ovários envolvendo seus óvulos.

15. Alternativa **d**. A estrutura amarela é uma flor, estando diretamente relacionada à reprodução da planta. Já as estruturas cor-de-rosa são sépalas, que auxiliam na reprodução da planta ao atrair animais polinizadores.

CAPÍTULO 6

Diversidade de seres vivos III

Páginas 84 e 85

3. Alternativa **d**. O âmnio forma a cavidade amniótica ao redor do embrião. Essa cavidade é preenchida por líquido amniótico que impede a desidratação do embrião e amortece contra impactos mecânicos. O armazenamento de vitelo e o armazenamento de resíduos metabólicos tóxicos ocorrem no saco vitelínico e no alantóide, respectivamente. Já as trocas gasosas entre o embrião e o meio externo ocorrem por meio do cório; o cordão umbilical é o responsável por desenvolver a rede de vasos que transporta nutrientes para o embrião.

5. Alternativa **d**. A pele dos anfíbios é úmida e permeável para possibilitar a respiração cutânea. O fato de a pele ser permeável torna os anfíbios suscetíveis a contaminação por outras substâncias nocivas, pois a permeabilidade da pele favorece a entrada dessas substâncias no corpo do animal.

UNIDADE 2 Estudando a célula

CAPÍTULO 1

Célula

Páginas 99 e 100

1. Alternativa **a**. Os vírus são seres acelulares, característica que leva muitos cientistas a considerá-los como seres não vivos. De acordo com a teoria celular, uma célula só pode se originar de outra célula, não sendo possível a geração espontânea – teoria esta refutada pelos experimentos do médico italiano Francesco Redi (1626-1697) e do químico francês Louis Pasteur (1822-1895), os quais validaram a biogênese. Ainda de acordo com a teoria celular, a célula é a menor unidade estrutural e funcional de todo ser vivo, na qual ocorrem diversas reações químicas referentes a seu metabolismo.

7. Alternativa **d**. Ao restringir a ingestão de carnes e derivados, os produtores rurais deixaram de ingerir diversos aminoácidos essenciais, isto é, aqueles que o corpo não produz naturalmente e devem ser ingeridos na dieta. Já os aminoácidos naturais são aqueles produzidos naturalmente pelo corpo, não havendo necessidade de ingestão. Ao ingerir legumes e verduras, os produtores recebem nutrientes como vitaminas A e E. Ao ingerir arroz, eles recebem carboidratos, não sendo necessária a complementação com ingestão de mais carboidratos, como frutose e sacarose. Os ácidos graxos essenciais são aqueles que devem ser ingeridos na dieta, como é o caso do ácido linoleico e do ácido linolênico.

8. Alternativa **e**. O arroz e o feijão são alimentos ricos em carboidratos. Já alimentos como o contrafilé, o camarão, o frango e o ovo são ricos em proteínas.

CAPÍTULO 2

Funções orgânicas I

Página 110

1. Alternativa **a**. Existem apenas dois carbonos quaternários na estrutura, localizados um em cada mão e ligados a três metilas.

2. Alternativa **e**.
Para o metano: $-114\ °C > T_e > T_f$.
Para o propano: $T_e > -114\ °C > T_f$.
Para o eteno: $T_e > -114\ °C > T_f$.
Para o propino: $T_e > T_f > -114\ °C$.

CAPÍTULO 3

Funções orgânicas II

Páginas 118 e 119

1. Alternativa **a**. O composto **A** apresenta uma hidroxila $(-OH)$ em uma extremidade de sua estrutura, portanto apresenta função álcool. O composto **B** apresenta a função éster $(-COOC-)$ no meio da estrutura.

2. Alternativa **a**.

a) Correto.

b) Incorreto. Todos os átomos de carbono apresentam hibridação sp^2.

c) Incorreto. Não há função éster na estrutura.

d) Incorreto. A fórmula molecular correta é $C_7H_6O_3$.

e) Incorreto. Não há função álcool na estrutura.

4. Alternativa **a.** Propan-2-ol e C_3H_8O.

5. **I)** Falso. Para ter a função ácido carboxílico a estrutura precisaria ter um carbono ligado a um oxigênio (por meio de ligação dupla) e uma hidroxila.

II) Falso. Apesar de possuir uma hidroxila, ela está ligada a um anel aromático, o que caracteriza a função fenol.

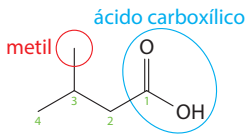
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MOD PNA

III) Verdadeiro.
IV) Verdadeiro.
V) Verdadeiro.

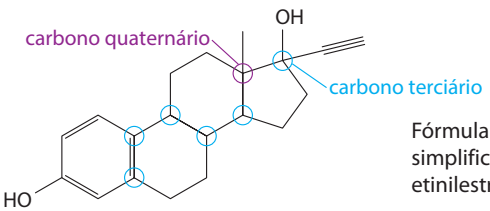
6. I) Alternativa **d**. É possível formar compostos com a função éter e álcool.
II) Alternativa **c**. O item **c** é o único que contém dois compostos possíveis para a fórmula química apresentada.

10. Alternativa **d**.



Fórmula estrutural simplificada do ácido 3-metilbutanoico e seus grupos funcionais.

11. Alternativa **d**.



Fórmula estrutural simplificada do etinilestradiol.

Página 126

2. Alternativa **e**. A molécula possui as funções ácido carboxílico e amina.

3. Alternativa **a**. A molécula possui as funções amida e amina terciária.

4. Soma: 01 + 02 + 04 + 08 = 15
01) Correto.
02) Correto.
04) Correto.
08) Correto.

5. Soma: 01 + 08 = 09
01) Correto.
02) Incorreto. Essa limitação não existe. Diversas substâncias naturais apresentam mais de um átomo de carbono quiral, tal como o aminoácido isoleucina, que possui dois átomos de carbono quirais.
04) Incorreto. Uma mistura racêmica é formada por porcentagens iguais do isômero dextrógiro e levógiro, resultando em uma mistura opticamente inativa.
08) Correto.

CAPÍTULO 4
Introdução à Óptica
Página 131

1. **a)** Verdadeira.
b) Verdadeira.
c) Falsa. O microscópio óptico é constituído basicamente por duas lentes ou conjuntos de lentes: a objetiva (**B**), próxima do objeto a ser observado; a ocular (**A**), que fica próxima do olho do observador.
d) Falsa. O microscópio óptico utiliza lentes que desviam a luz para produzir as imagens do objeto observado.

3. Alternativa **d**.
a) Incorreta. A escala mostrada na imagem indica que cada medida da cota corresponde a 10 μm.
b) Incorreta. Para um microscópio óptico produzir um aumento de 160 vezes, podemos combinar uma objetiva de de 40x com uma ocular de 4x.
c) Incorreta. A unidade de medida micrômetro (μm) corresponde a um milionésimo de metro (m).
d) Correta.
e) Incorreta. Os microscópios ópticos podem produzir imagens aumentadas desviando a luz visível.

Página 136

3. I) Falsa. Por emitir luz própria, o Sol é caracterizado como uma fonte primária.
II) Falsa. Por elas emitirem luz própria, são fontes primárias.
III) Verdadeira.
IV) Falsa. Nenhum planeta do Sistema Solar emite luz própria, por isso são fontes secundárias de luz.

4. Alternativa **b**.
a) Falsa. O vidro é considerado um meio transparente apenas com espessuras muito pequenas, além de existir outros meios transparentes.
c) Falsa. Os meios translúcidos permitem a propagação da luz, mas em uma trajetória irregular ou desordenada, assim é possível observar apenas contornos ou visão borrada dos objetos.

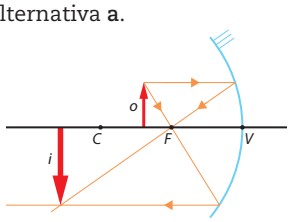
6. Alternativa **a**. Considerando o esquema apresentado, temos campos claros nas extremidades da parede maior que a sombra no centro.

7. Alternativa **a**. Todo corpo chamado iluminado (fonte secundária de luz) reflete a luz que recebe de outras fontes e pode ser visto por um observador.

CAPÍTULO 5
Reflexão da luz
Página 141

1. **a)** $\hat{i} = 60°$
$\hat{i} = 90 - 60 = 60 \therefore \hat{i} = 60°$
b) $\hat{r} = 60°$
A medida do ângulo de reflexão é igual à medida do ângulo de incidência, portanto, $\hat{r} = 60°$.
c) A medida do ângulo entre o raio incidente e o refletido é $\hat{r} = 120°$. Devemos somar as medidas dos ângulos de incidência e reflexão, ou seja, 60 + 60 = 120.

4. Alternativa **a**.



SERGIO L. FILHO

Representação da formação da imagem em um espelho côncavo com o objeto entre o foco e o centro de curvatura.

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

5. I) Verdadeira.
II) Verdadeira.
III) Falsa. Na fotografia **b**, a imagem da peça é virtual, direita e menor que o objeto.
IV) Falsa. Na fotografia **c**, a imagem da peça é direita, maior e virtual, assim ela foi colocada entre o foco e o vértice do espelho.

CAPÍTULO 6
Refração da luz

Páginas 150 e 151

1. I) Verdadeira.
II) Verdadeira.
III) Verdadeira.
IV) Falsa. A velocidade da luz em outro meio nunca será maior do que no vácuo.

2. Alternativa **d**. O raio de luz 4.

3. $n_{Si} = 3{,}33$ e $n_g = 1{,}30$.
Podemos calcular a velocidade da luz no silício (v_{Si}) por meio da relação dos índices de refração do gelo (n_g) e do silício (n_{Si}).

$$n_{gSi} = \frac{\frac{c}{v_g}}{\frac{c}{v_{Si}}} = \frac{v_{Si}}{v_g} \Rightarrow 0{,}39 = \frac{v_{Si}}{2{,}3 \cdot 10^8} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{Si} = 0{,}39 \cdot 2{,}3 \cdot 10^8 \simeq 0{,}9 \cdot 10^8 \therefore v_{Si} \simeq 0{,}9 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

O índice de refração do silício é:

$$n_{Si} = \frac{c}{v_{Si}} = \frac{3 \cdot 10^8}{0{,}9 \cdot 10^8} = 3{,}33 \therefore n_{Si} = 3{,}33$$

O índice de refração do gelo é dado por:

$$n_g = \frac{c}{v_g} = \frac{3 \cdot 10^8}{2{,}3 \cdot 10^8} = 1{,}30 \therefore n_g = 1{,}30$$

4. $n_z \simeq 1{,}67$
De acordo com a ilustração, a hipotenusa é o próprio raio da circunferência.

$$n_z \cdot \operatorname{sen} \hat{i} = n_{ar} \cdot \operatorname{sen} \hat{r} \Rightarrow n_z \cdot \frac{30}{h} =$$

$$= 1 \cdot \frac{50}{h} \Rightarrow n_z = \frac{50}{30} \simeq 1{,}67 \therefore n_z \simeq 1{,}67$$

5. Alternativa **e**. Em razão do efeito da refração, o indígena enxerga uma imagem virtual do peixe, cuja profundidade aparente é menor que a real.

6. $n_B \simeq 1{,}92$ e $\hat{r} = 0$.
Utilizando a lei de Snell-Descartes, tem-se:

$$n_A \cdot \operatorname{sen} \hat{i} = n_B \cdot \operatorname{sen} \hat{r} \Rightarrow$$

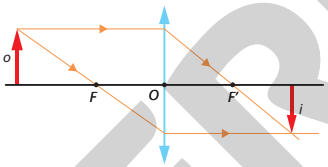
$$1 \cdot \operatorname{sen} 30° = n_B \cdot \operatorname{sen} 15° \Rightarrow 1 \cdot \frac{1}{2} = n_B \cdot 0{,}26 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n_B = \frac{1}{2 \cdot 0{,}26} \simeq 1{,}92 \therefore n_B \simeq 1{,}92$$

Como o raio que incide sobre o espelho passa pelo foco do mesmo, o raio será refletido paralelamente ao eixo principal do espelho, ou seja, perpendicular à superfície de separação dos dois meios. Assim, a medida do ângulo de reflexão do espelho côncavo é zero, portanto não terá refração, pois, quando um raio de luz incide perpendicularmente à superfície de separação, não há refração.

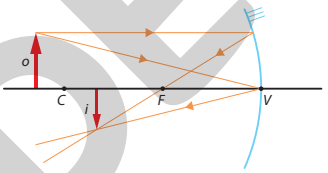
7. Alternativa **a**. As lentes de bordas finas que convergem os raios de luz incidentes, ou seja, que são convergentes, neste caso.

8. **a)** Real, invertida e menor.



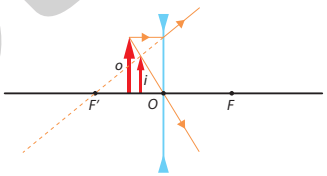
Representação da formação da imagem de um objeto posicionado antes do ponto antiprincipal, em uma lente convergente.

b) Real, invertida e menor.



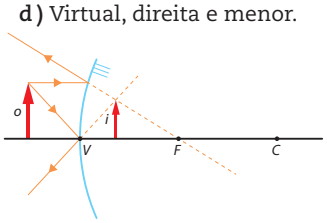
Representação da formação da imagem em um espelho côncavo com o objeto antes do centro de curvatura.

c) Virtual, direita e menor.



Representação da formação de uma imagem em uma lente divergente.

d) Virtual, direita e menor.



Representação da formação da imagem em um espelho convexo.

ILUSTRAÇÕES: SERGIO L. FILHO

Siglas

Enem › Exame Nacional do Ensino Médio
FGV › Fundação Getúlio Vargas
Fuvest › Fundação Universitária para o Vestibular
IFPE › Instituto Federal de Pernambuco
ITA › Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Mackenzie › Instituto Presbiteriano Mackenzie
PUC-Rio › Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
Udesc › Universidade do Estado de Santa Catarina
UEM › Universidade Estadual de Maringá
UEPG › Universidade Estadual de Ponta Grossa
Uerj › Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFMT › Universidade Federal de Mato Grosso
UFSC › Universidade Federal de Santa Catarina
Unesp › Universidade Estadual Paulista
Unicamp › Universidade de Campinas

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

MODERNA

Referências bibliográficas comentadas

Livros

ALBERTS, B. et al. *Biologia molecular da célula*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

Um livro completo sobre biologia celular, com conhecimento científico, explicações claras e ilustrações de qualidade.

BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. de M. (Org.). *Ensino híbrido*: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015.

O livro dá possibilidades de integração entre as tecnologias digitais e o currículo escolar, auxiliando em um maior engajamento dos estudantes no aprendizado por meio de intervenções efetivas.

CAMPBELL, N. A. et al. *Biology*. 8. ed. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings, 2009.

Traz uma introdução completa sobre todas as áreas da Biologia.

CARVALHO, A. M. P. de et al (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 um conhecimento científico para auxiliá-los na compreensão do mundo.

FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. *Metodologias inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa*. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

Este livro procura esclarecer os principais aspectos das inovações em educação por meio de metodologias ativas de ensino-aprendizagem, apresentando casos práticos e estratégias.

HALLIDAY, D. RESNICK, R. WALKER, J. *Fundamentos de física*: eletromagnetismo. 9. ed. São Paulo: LTC, 2012. v. 3.

HALLIDAY, D. RESNICK, R. WALKER, J. *Fundamentos de física*: óptica e física moderna. 9. ed. São Paulo: LTC, 2012. v. 4.

Coleção que apresenta teoria com exercícios ligados às aplicações práticas do mundo real.

HAYNES, W. M. (Ed.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 95 ed. Oakville: CRC Press LLC, 2014.

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.

KOTZ, J. C et al. *Química geral e reações químicas*. 5. ed. São Paulo: Editora Thomson Learning, 2006. v. 1 e 2.

Este livro procura mostrar a relação entre as observações químicas e físicas em laboratório e na natureza, denotando que a Química é dinâmica.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. *Ensino de biologia*: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo: Cortez, 2009.

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.

NELSON, D. L. et al. *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.

PALMER, D. *Evolução*: a história da vida. Trad. Ana Carolina Nogueira. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

Este livro traz a história da evolução da vida na Terra.

PURVES, W. K. et al. *Vida*: a ciência da biologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

Obra de introdução à Biologia, com informações detalhadas, iniciando os capítulos sempre com uma história. Tem o propósito de intrigar os estudantes, auxiliando-os a relacionar a teoria ao mundo à sua volta.

RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

O livro ilustra a diversidade de hábitats e a biodiversidade da Terra, enfatizando a interconexão da vida com o mundo físico e fornecendo uma visão geral dos problemas ambientais e algumas soluções.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. *Zoologia dos invertebrados*: uma abordagem funcional-evolutiva. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005.

Este livro aborda tanto a diversidade como as características estruturais dos invertebrados, enfatizando a fisiologia e a morfologia.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

Um livro clássico e completo sobre Microbiologia.

Sites

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular. Versão final. Brasília*: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 18 maio 2020.

Neste *site* é possível acessar a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que orienta este livro. Esse documento define o conjunto de aprendizagens essenciais que os estudantes devem desenvolver durante a Educação Básica.

COHEN, K. M. et al. International chronostratigraphic chart. *International Commission on Stratigraphy*. Disponível em: <https://stratigraphy.org/icschart/ChronostratChart2019-05.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2020.

O *site* apresenta as subdivisões do tempo geológico.

EARLY life on Earth: animal origins. *National Museum of Natural History*. Disponível em: <https:/naturalhistory.si.edu/education/teaching-resources/life-science/early-life-earth-animal-origins>. Acesso em: 12 jun. 2020.

O *site* apresenta a origem cronológica da vida animal no planeta e as mudanças que ocorreram ao longo dos anos.

NASA. *A planet's transmission spectrum*. Disponível em: <https://exoplanets.nasa.gov/resources/297/a-planets-transmission-spectrum/>.

NASA. *Kepler and K2*. Disponível em: <https://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/main/index.html>.

NASA. *Looking for life in all the right places*. Disponível em: <https://exoplanets.nasa.gov/what-is-an-exoplanet/how-do-we-find-life/>. Acessos em: 15 jun. 2020.

Conteúdos com imagens e informações de exoplanetas feitas pelo telescópio espacial Kepler, além de técnicas para determinar a massa de exoplanetas e informações sobre a busca de vida em outros planetas.

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

MODERNA

MODERNA

ISBN 978-65-5779-061-8

MODERNA