SÔNIA LOPES
SERGIO ROSSO

Editora responsável:
MAÍRA ROSA CARNEVALLE

CIÊNCIAS DA NATUREZA LOPES & ROSSO

Água, Agricultura e Uso da terra

MATERIAL DE DIVULGAÇÃO.
VERSÃO SUBMETIDA À AVALIAÇÃO.
Código da coleção: 0194P21203
Código da obra: 0194P21203135

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza
e suas Tecnologias

MODERNA

MODERNA

SÔNIA LOPES

Bacharel e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo.
Licenciada em Ciências pela Universidade de São Paulo.
Mestre em Oceanografia Biológica pela Universidade de São Paulo.
Doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo.
Professora universitária aposentada.

SERGIO ROSSO

Licenciado em Ciências pela Universidade de São Paulo.
Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo.
Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo.
Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo. Professor.

Editora responsável:
MAÍRA ROSA CARNEVALLE
Bacharel e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos. Editora.

CIÊNCIAS DA NATUREZA LOPES & ROSSO

Água, Agricultura e Uso da terra

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

MANUAL DO PROFESSOR

1ª edição

São Paulo, 2020

MODERNA

Elaboração de originais:

Artur Guazzelli Leme Silva

Bacharel em Química Ambiental pela Universidade de São Paulo (SP). Doutor em Ciências no programa: Ciências Biológicas (área de concentração: Bioquímica) pela Universidade de São Paulo (SP). Editor.

Bianca Trama Freitas

Licenciada em Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental pela Universidade de São Paulo, Escola de Artes, Ciências e Humanidades (SP). Mestra em Ciências (Programa de Pós-graduação em Biologia Química) pela Universidade Federal de São Paulo (SP). Doutora em Ciências dos Materiais (área de Química dos Materiais) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (SP). Professora.

Carlos Mariz de Oliveira Teixeira

Bacharel em Física pela Universidade de São Paulo (SP). Licenciado em Física pelo Instituto de Física e pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (SP). Doutor em Ciências no programa: Física pela Universidade de São Paulo (SP). Professor.

Fabio Rizzo de Aguiar

Bacharel em Ciências com habilitação em Química pelas Faculdades Oswaldo Cruz (SP). Licenciado pleno em Química pelas Faculdades Oswaldo Cruz (SP). Doutor em Química pela Universidade do Porto revalidado pela Universidade de São Paulo (SP). Professor.

Graciele Almeida de Oliveira

Bacharel em Química e doutora em Ciências no programa: Ciências Biológicas (área: Bioquímica) pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (SP). Pesquisadora e professora.

Ivo Bernardi de Freitas

Bacharel e licenciado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (SP). Mestre em Química na área de Química Inorgânica pela Universidade Estadual de Campinas (SP). Químico.

Joana Guilares de Aguiar

Bacharel e licenciada em Química pela Universidade Estadual de Campinas (SP). Mestra em Ensino de Ciências no programa: Ensino de Ciências (área de concentração: Ensino de Química) pela Universidade de São Paulo (SP). Doutora em Ciências no programa: Ensino de Ciências (área de concentração: Ensino de Química) pela Universidade de São Paulo (SP). Professora.

Juliana Maia

Licenciada em Química pela Universidade Estadual de Santa Cruz (BA). Licenciada em Pedagogia pela Faculdade da Aldeia de Carapicuíba (SP). Mestra em Ensino de Ciências no programa: Ensino de Ciências (área de concentração: Ensino de Química) pela Universidade de São Paulo (SP). Editora.

Lina M. Almeida-Silva

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia (BA). Doutora em Ciências (área de concentração: Zoologia) pela Universidade de São Paulo (SP). Professora.

Livia Aceto

Bacharel em Física pela Universidade de São Paulo (SP). Mestra em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (SP). Editora.

Nathália Helena Azevedo

Bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Paulo (SP). Licenciada pelo Programa Especial de Formação Pedagógica em Biologia pelo Centro Universitário Claretiano – CEUCLAR (SP). Mestra em Ciências no programa: Ecologia (área de concentração: Ecologia: Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) pela Universidade de São Paulo (SP). Bióloga.

Oliveira-Junior, M. M.

Licenciado em Química pelos Instituto de Química e pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (SP). Mestre em Ensino de Ciências no programa: Ensino de Ciências (área de concentração: Ensino de Química) pela Universidade de São Paulo (SP). Professor.

Patrícia Araújo dos Santos

Bacharela e licenciada em Química pela Universidade de São Paulo (SP). Doutora em Ciências no programa: Ciências Biológicas (área de concentração: Bioquímica) pela Universidade de São Paulo (SP). Editora e professora.

Rodrigo Uchida Ichikawa

Bacharel em Física pela Universidade de São Paulo (SP). Mestre em Ciências no Programa: Tecnologia Nuclear (área de concentração: Tecnologia Nuclear – Materiais) pela Universidade de São Paulo (SP). Doutor em Ciências no Programa: Tecnologia Nuclear (área de concentração: Tecnologia Nuclear – Materiais) pela Universidade de São Paulo (SP). Editor.

Rosana Louro Ferreira Silva

Licenciada em Ciências pela Faculdade de Ciências Exatas e Experimentais da Universidade Mackenzie (SP). Doutor em Educação (área de concentração: Educação – Opção: Ensino de Ciências e Matemática) pela Universidade de São Paulo (SP). Professora universitária.

Tathyana Tumolo

Bacharel em Química pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (SP). Licenciada em Química pela Universidade de Franca (SP). Pós-doutorada pelo Departamento de Bioquímica do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (SP). Editora.

Vinicius Roggério da Rocha

Bacharel em Física pela Universidade de São Paulo (SP). Mestre em Ciências no Programa: Meteorologia pela Universidade de São Paulo (SP). Professor.

Edição de texto: Thalita B. C. Encarnação (Coordenação), Andreza C. Souza Silva, Artur Guazzelli Leme Silva, Carlos M. de Oliveira Teixeira, Carolina Rossi, Fabio Rizzo de Aguiar, Izabel Bueno, Jeferson Felix, Juliana Bardi, Juliana de Oliveira Maia, Livia Aceto, Luiz A. de Paula, Maiara Oliveira Soares, Marina M. de Brito, Marina Vieira Santos, Matheus C. Torres, Patrícia A. dos Santos, Pedro Magalhães, Rafaela W. Sobrinho, Rodrigo Uchida Ichikawa, Tathyana C. Tumolo, Tatiani A. G. Donato

Assessoria pedagógica: Daniela Ferrari

Preparação de texto: Fabiana Biscaro, Malvina Tomaz

Gerência de *design* e produção gráfica: Everson de Paula

Coordenação de produção: Patricia Costa

Gerência de planejamento editorial: Maria de Lourdes Rodrigues

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

Projeto gráfico: APIS Design, Bruno Tonel, Douglas Rodrigues José

Capa: APIS Design, Bruno Tonel

Foto: Arte computadorizada de um nanorrobô hipotético capaz de interagir com células infectadas. Roger Harris/ Science Photo Library/ Fotoarena

Coordenação de arte: Wilson Gazzoni Agostinho

Edição de arte: Eliazar Alves Cavalcanti Junior

Editoração eletrônica: Teclas editorial

Edição de infografia: Giselle Hirata, Priscilla Boffo

Coordenação de revisão: Elaine C. del Nero

Revisão: Ana Paula Felippe, Érika Kurihara, Nair H. Kayo

Coordenação de pesquisa iconográfica: Luciano Baneza Gabarron

Pesquisa iconográfica: Márcia Mendonça

Coordenação de *bureau*: Rubens M. Rodrigues

Tratamento de imagens: Joel Aparecido, Luiz Carlos Costa, Marina M. Buzzinaro, Ademir Francisco Baptista

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)

Lopes, Sônia
Ciências da natureza : Lopes & Rosso : manual do professor / Sônia Lopes, Sergio Rosso ; editora responsável Maíra Rosa Carnevalle. -- 1. ed. -- São Paulo : Moderna, 2020.

Conteúdo: Evolução e universo -- Energia e consumo sustentável -- Água, agricultura e uso da terra -- Poluição e movimento -- Corpo humano e vida saudável -- Mundo tecnológico e ciências aplicadas Bibliografia.

1. Biologia (Ensino médio) 2. Física (Ensino médio) 3. Química (Ensino médio) I. Rosso, Sergio. II. Carnevalle, Maíra Rosa. III. Título.

20-36705 CDD-373.19

Índices para catálogo sistemático:

1. Ensino integrado : Livro-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

Caro Professor,

A chegada da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) trouxe mudanças significativas para toda a área educacional. Não só o papel da escola e a atuação de professores e estudantes precisam ser ressignificados, mas também os materiais didáticos. O documento deixa explícita a necessidade de

> [...] superação da fragmentação radicalmente disciplinar do conhecimento, **o estímulo à sua aplicação na vida real, a importância do contexto para dar sentido ao que se aprende e o protagonismo do estudante em sua aprendizagem** e na construção de seu projeto de vida (BRASIL, p. 15, 2018, destaque nosso).

Tendo em vista esse contexto, o novo Ensino Médio pretende atender às necessidades e às expectativas dos estudantes, fortalecendo seu interesse, engajamento e protagonismo, visando garantir sua permanência e aprendizagem na escola. Também busca assegurar o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores capazes de formar as novas gerações aptas para lidar com desafios pessoais, profissionais, sociais, culturais e ambientais do presente e do futuro, considerando a intensidade e a velocidade das transformações que marcam as sociedades na contemporaneidade.

Assim, o estudo das **Ciências da Natureza e suas Tecnologias** é indispensável na sociedade contemporânea em razão da influência que essas ciências exercem no cotidiano de todos. Os conhecimentos nessa área atuam em diferentes aspectos, que abrangem desde noções básicas sobre o funcionamento dos organismos e dos objetos até melhoria da qualidade de vida, manutenção do meio ambiente e geração de energia para todos. Portanto, compreender as mudanças geradas por influência da Ciência e da tecnologia e refletir e agir mediante conhecimentos científicos adquiridos no decorrer da vida escolar são atitudes essenciais na formação de todos os estudantes brasileiros.

Desse modo, o ensino de Ciências da Natureza, em todas as etapas da Educação Básica, necessita abordar conceitos, leis, teorias e modelos focando no desenvolvimento de competências e habilidades, além de permitir que os estudantes compreendam, interpretem e apliquem os conhecimentos científicos na resolução de problemas individuais e coletivos em diferentes esferas da vida. Ou seja, ao mesmo tempo que o ensino se compromete com o letramento científico, ele deve proporcionar aos estudantes condições que estimulem a investigação, a análise e a discussão das problemáticas que podem surgir de diferentes contextos socioculturais.

Com isso em mente, procuramos neste Suplemento, apresentar a você, professor, as escolhas teórico-metodológicas que embasam a Coleção e, sobretudo, apoiá-lo no processo de mediação entre os conteúdos científicos e as práticas cotidianas vivenciadas pelos estudantes. Buscamos também inspirar sua prática docente, viabilizando um diálogo constante entre as nossas propostas, as suas perspectivas pedagógicas e o contexto sociocultural dos estudantes. Como resultado dessa interação, as possibilidades sugeridas se multiplicam, pois, quando somadas às suas experiências e aos seus conhecimentos, poderão efetivamente contribuir para o ensino de Ciências mais significativo que todos almejamos.

Para facilitar a organização das informações, dividimos este Suplemento em orientações gerais e orientações específicas. Nas orientações gerais são apresentadas a organização e a proposta da Coleção, explicando a estruturação dos volumes à luz dos pressupostos teórico-metodológicos que embasaram sua elaboração. Destacamos como a Coleção se articula com esses referenciais, com a BNCC e seu material de apoio. Exploramos também sugestões de abordagem e de uso da Coleção, de acordo com algumas opções de estrutura do curso: bimestral, trimestral ou semestral. Nas orientações específicas há sugestões, para todos os volumes, de organização do trabalho em sala de aula visando colaborar no planejamento, na condução e na avaliação do ensino. Entretanto, reforçamos aqui nosso objetivo de estabelecer uma parceria valorizando seu conhecimento acerca da realidade de sua escola e de seus estudantes. Assim, caberá a você, professor, fazer as escolhas na busca por melhores caminhos para favorecer a aprendizagem dos educandos. Nossa função é oferecer subsídios para que você siga a jornada educacional com apoio e confiança.

Conte conosco e bom trabalho!

Os Autores.

MODERNA

Sumário

Orientações gerais sobre a Coleção V

Formação geral básica para o Ensino Médio: competências e habilidades da BNCC para o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias V

Organização e proposta da Coleção VII

Organização do Livro do estudante VIII

Organização do Suplemento para o professor X

Sugestões de uso da Coleção X

Pressupostos teóricos da Coleção XI

Aspecto teórico-metodológico na perspectiva da alfabetização científica XI

Contextualização no ensino de Ciências por meio da inter-relação entre a Ciência, a tecnologia e a sociedade XII

A argumentação na perspectiva da alfabetização científica XIII

A importância das práticas investigativas para a alfabetização científica XIII

O pensamento computacional e o ensino de Ciências da Natureza XVI

Alfabetização midiática: do acesso à criação de mídias XVII

A leitura inferencial como objeto de conhecimento XVIII

O jovem do Ensino Médio como protagonista XIX

Ressignificando o papel do professor e sua prática pedagógica XX

Metodologias ativas XXI

Rotinas de pensamento XXI

Avaliação a serviço da aprendizagem XXII

Justificativa e objetivos deste volume XXIV

Referências bibliográficas XXV

Orientações específicas por Unidade XXVIII

Unidade 1 Água XXVIII

Unidade 2 Produção e conservação de alimentos XLIX

Resoluções das atividades LXXVII

MODERNA

Formação geral básica para o Ensino Médio: competências e habilidades da BNCC para o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

O novo Ensino Médio simboliza uma reforma no atual modelo de ensino do país, o qual vem sendo marcado por altos índices de evasão e piores indicadores de aprendizado de toda a Educação Básica. Conforme o Ministério da Educação, a grande aposta desse novo modelo centra-se em

> [...] atender às necessidades e às expectativas dos jovens, fortalecendo o protagonismo juvenil na medida em que possibilita aos estudantes escolher o itinerário formativo no qual desejam aprofundar seus conhecimentos. Um currículo que contemple uma formação geral, orientada pela BNCC, e também itinerários formativos [...] contribuirá para maior interesse dos jovens em acessar a escola e, consequentemente, para sua permanência e melhoria dos resultados da aprendizagem.

Fonte: BRASIL. Ministério da Educação. *Novo Ensino Médio – perguntas e respostas*. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/publicacoes-para-professores/30000-uncategorised/40361-novo-ensino-medio-duvidas>. Acesso em: 30 maio 2020.

Para atender a essa nova perspectiva, a carga horária será aumentada gradativamente de 800 para 1.000 horas por ano letivo, totalizando 3.000 horas em todo o Ensino Médio. Até 1.800 horas serão garantidas para a **formação geral básica**, com os conhecimentos previstos na BNCC, e o restante da jornada deverá ser destinado aos **itinerários formativos**, que visam à formação técnica e profissional, valorizando a escolha dos estudantes em sua trajetória escolar. Outra alteração diz respeito à organização do Ensino Médio em quatro áreas do conhecimento, que têm como finalidade a integração dos componentes curriculares para propiciar aos estudantes melhor compreensão da complexa realidade em que vivem e maior protagonismo juvenil. São elas:

- Linguagens e suas Tecnologias (Língua Portuguesa, Língua Inglesa, Arte e Educação Física);
- Matemática e suas Tecnologias (Matemática);
- Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia, Física e Química);
- Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (Geografia, História, Sociologia e Filosofia).

Os componentes curriculares Português e Matemática são obrigatórios ao longo de todo Ensino Médio, além da língua materna, no caso de indígenas. A oferta de Língua Inglesa, embora obrigatória, pode ser realizada em qualquer um dos três anos. Essa nova estrutura permite maior flexibilização curricular e incentiva o desenvolvimento das práticas interdisciplinar e multidisciplinar.

Desse modo, o Ensino Médio constitui-se na etapa da Educação Básica que busca o aprofundamento e a consolidação dos conhecimentos adquiridos ao longo do Ensino Fundamental, garantindo o desenvolvimento de competências necessárias para o trabalho e para o exercício da cidadania.

Esta Coleção busca oferecer a **formação geral básica** dos estudantes por meio de competências e das habilidades previstas pela BNCC para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, traduzindo as expectativas propostas por esse documento e atendendo às demandas contemporâneas do século XXI. Vale ressaltar que a BNCC é um documento normativo cujos propósitos são balizar a qualidade do ensino e das políticas educacionais no país e estabelecer direitos de aprendizagem e desenvolvimento comuns às diversas propostas curriculares e pedagógicas que compõem a Educação Básica no Brasil. Trata-se, portanto, da referência nacional obrigatória para embasar a elaboração de currículos e propostas pedagógicas das redes de ensino e escolas públicas e particulares do país, com respeito à autonomia dessas instituições e redes.

A BNCC, organizada em competências e habilidades, direciona a formação integral dos estudantes, em suas variadas dimensões intelectual, afetiva, ética, física, cultural, sociopolítica, levando-os a construir e compreender suas atuações em uma sociedade inclusiva e consciente. O documento apresenta **dez competências gerais** que orientam a Educação Básica e permitem o estabelecimento de um processo de continuidade com o Ensino Médio. Vinculadas a essas competências existem as competências específicas das diferentes áreas do conhecimento. E, por último, a BNCC traz as habilidades – agrupadas e vinculadas às competências específicas de área – que permitem definir claramente as aprendizagens essenciais, expressando o **domínio conceitual e metodológico** a ser desenvolvido em cada área do conhecimento.

Especificamente, a proposta da BNCC para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias na etapa do Ensino Médio centra-se na **ampliação** e na **sistematização** das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental quanto aos conhecimentos conceituais da área relativos a Biologia, Física e Química; na **contextualização** social, histórica e cultural da Ciência e da tecnologia, considerando-as elementos da construção humana e, portanto, em constante transformação; nos **processos e práticas** da investigação científica, como identificação de problemas, formulação de hipóteses, identificação de variáveis, escolha de instrumentos e procedimentos para o teste de hipóteses, argumentação, análises quantitativa e qualitativa dos dados obtidos e conclusão acerca de fatos, fenômenos e problemáticas analisados; e nas **linguagens** aplicadas às Ciências da Natureza e suas Tecnologias, como códigos, símbolos, nomenclaturas e gêneros textuais importantes na compreensão do método científico.

A seguir, apresentamos as competências específicas definidas para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

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.

EM PROVA

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.

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). (BRASIL, 2018, p. 554-558)

Tendo em vista o atendimento das expectativas e das demandas da geração jovem do Brasil, a BNCC destaca ainda a importância de uma abordagem integradora entre as diversas áreas do conhecimento mediante o enfoque de temas contemporâneos que afetam a vida humana em escalas local, regional e global, contextualizando aquilo que é ensinado. De acordo com Brasil (2019):

> Os Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) buscam uma contextualização do que é ensinado, trazendo temas que sejam de interesse dos estudantes e de relevância para seu desenvolvimento como cidadão. O grande objetivo é que o estudante não termine sua educação formal tendo visto apenas conteúdos abstratos e descontextualizados, mas que também reconheça e aprenda sobre os temas que são relevantes para sua atuação na sociedade. Assim, espera-se que os TCTs permitam ao aluno entender melhor: como utilizar seu dinheiro, como cuidar de sua saúde, como usar as novas tecnologias digitais, como cuidar do planeta em que vive, como entender e respeitar aqueles que são diferentes e quais são seus direitos e deveres, assuntos que conferem aos TCTs o atributo da **contemporaneidade**.
>
> Já o **transversal** pode ser definido como aquilo que atravessa. [...] Os Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) são assim denominados por não pertencerem a uma disciplina específica, mas por traspassarem e serem pertinentes a todas elas. Existem distintas concepções de como trabalhá-los na escola. Essa diversidade de abordagens é positiva na medida em que possa garantir a autonomia das redes de ensino e dos professores. [...] manteve-se a orientação de que os sistemas de ensino trabalhem esses temas de forma transversal, por meio de abordagens intra, inter e transdisciplinares. [...]
>
> [...] Esses pressupostos buscam contribuir para que a educação escolar se efetive como uma estratégia eficaz na construção da cidadania do estudante e da participação ativa da vida em sociedade, e não um fim em si mesmo, conferindo a esses conteúdos um significado maior e classificando-os de fato como *Temas Contemporâneos Transversais*.

Assim, a BNCC considera quinze TCTs: Educação ambiental; Educação para o consumo; Trabalho, Educação financeira; Educação fiscal; Saúde; Educação alimentar e nutricional; 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; Diversidade cultural; Educação para valorização do multiculturalismo nas matrizes históricas e culturais brasileiras; Ciência e tecnologia. Esses TCTs passaram a ser conteúdos indispensáveis para a Educação Básica pelo fato de contribuírem no desenvolvimento das competências gerais e das habilidades relacionadas aos componentes curriculares. Os TCTs oferecem a possibilidade de trabalhar valores e conceitos ligados à cidadania, salientando a importância da contextualização das problemáticas fundamentais para a vida em sociedade. Eles estão distribuídos em seis macroáreas temáticas – Meio ambiente; Economia; Saúde; Cidadania e civismo; Multiculturalismo; Ciência e tecnologia – que interligam as diferentes áreas do conhecimento a temas vividos no cotidiano em sociedade.

Garantir o trabalho com os TCTs é também uma forma de dialogar com as juventudes que estão imersas no cotidiano das escolas. A cultura juvenil é considerada pela BNCC elemento fundamental para pensar em propostas pedagógicas na etapa do Ensino Médio. Segundo esse documento (BRASIL, 2018, p. 462), é necessário reconhecer a juventude

> [...] como condição sócio-histórico-cultural de uma categoria de sujeitos que necessita ser considerada em suas múltiplas dimensões, com especificidades próprias que não estão restritas às dimensões biológica e etária, mas que se encontram articuladas com uma multiplicidade de atravessamentos sociais e culturais, produzindo múltiplas culturas juvenis ou muitas juventudes.

Essa abordagem, que considera o conhecimento e a formação cultural dos jovens em suas respectivas realidades, estimula as escolas a atuar como espaços de expressão da diversidade juvenil, onde a contextualização da teoria com a prática, aliada a uma proposta de resolução de problemas, do estímulo à investigação, do incentivo à postura empreendedora, do acesso às bases científicas e tecnológicas e da interpretação da realidade adquire um caráter de suporte para que os jovens se reconheçam, assumam suas potencialidades e vocações, compreendendo seu papel como participantes ativos das sociedades nas quais estão inseridos.

Assim, tanto a escola quanto o material didático precisam assumir um novo papel coerente com as recomendações da BNCC, valorizando a formação de estudantes protagonistas, com autonomia para construir o próprio processo de aprendizagem e capazes de assumir responsabilidades, refletir, decidir e agir de forma ativa e independente, com base em ética e respeito pelas diversidades.

Ao favorecer o desenvolvimento do jovem protagonista, é necessário lembrar que os estudantes também são fontes de conhecimento e, por isso, a escola precisa oferecer tempo e espaço para que eles tragam suas vivências, suas experiências e seus conhecimentos prévios para a sala de aula e, ao mesmo tempo, possibilitar-lhes a aquisição de novos conhecimentos. Adicionalmente, é preciso estimular nos estudantes a criatividade e a capacidade de construir pensamentos complexos, em que um mesmo problema possa ser abordado de diferentes perspectivas, e favorecer o desenvolvimento de um

EM MODERNA

ambiente compreensivo e colaborativo, onde os estudantes possam cooperar entre si para que o processo de aprendizado admita, efetivamente, o exercício de autonomia individual e cooperativa.

Organização e proposta da Coleção

Vários foram os aspectos que nortearam a organização e a seleção de conteúdos, atividades e propostas de discussão para a Coleção, entre eles destacam-se a BNCC e seu material de apoio e as pesquisas sobre culturas juvenis. Além dessas inspirações, também é importante mencionar a relevância dos assuntos da vida cotidiana, suscitados pelos TCTs, e a abordagem de maneira equilibrada dos diferentes campos das Ciências da Natureza. Dessa forma, a Coleção torna-se articulada ao referencial curricular nacional, bem como pode ser considerada motivadora e significativa para os estudantes do Ensino Médio.

O diálogo entre a obra e a BNCC permeia toda a Coleção, tanto no âmbito do desenvolvimento das dez competências gerais estabelecidas pelo referencial curricular, quanto nas especificidades da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, criando oportunidades de mobilização de todas as competências específicas e de seus desdobramentos: as habilidades com base nos respectivos objetos de conhecimento.

Por ser de caráter nacional e inspirada na BNCC, a obra traz abordagens inovadoras e tópicos conceituais contemporâneos, propondo a investigação da realidade e das características culturais, naturais, éticas e sociais locais, possibilitando uma problematização articulada às diferentes especificidades educacionais e buscando dialogar com os currículos propostos pelas redes de ensino.

Esta Coleção também busca contemplar as demandas, as motivações e as formas de participação social do jovem no século XXI em diferentes ocasiões. Segundo Jesús Martín-Barbero (*in* BORELLI; FREIRE FILHO, 2008), os jovens são: "sujeitos íntima e estruturalmente mediados por suas interações pela e com a tecnologia" (p. 22). Na mesma publicação, que se tornou uma referência sobre as culturas juvenis, destaca-se uma notável pluralidade de objetos e de abordagens das práticas culturais da chamada "condição jovem". Por meio de análises de aspectos do circuito de produção e apropriação cultural juvenil, reconhecem-se as complexidades, os dilemas e as riquezas dessa faixa etária, exploram-se temas característicos, como a música, o grafite, o audiovisual, a internet e os dispositivos digitais, e articulam-se modos de pertencimento e incertezas.

Nessa perspectiva, visando atender ao que preconiza a BNCC e às culturas juvenis, a obra foi organizada em seis volumes independentes, cada um composto de duas Unidades. Cada uma das doze Unidades explora aspectos da área Ciências da Natureza e suas Tecnologias partindo de uma temática significativa à sua aplicação e à interferência efetiva na sociedade. A integração entre os componentes curriculares da área de Ciências da Natureza – Biologia, Física e Química – articulada a temáticas atuais e relevantes possibilita o início de um movimento de organização e de maior troca entre os professores especialistas, embora ainda permita as contribuições de cada especialidade separadamente. Essa integração não se limita à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias; a Coleção traz elementos para articular com outras áreas do conhecimento, propiciando abordagens integradoras e oportunidades para trocas de experiências ao longo do processo de ensino-aprendizagem.

A temática desenvolvida em cada Unidade foi escolhida com base nos TCTs (BRASIL, 2019).

Veja, a seguir, como as Unidades da Coleção estão relacionadas às macroáreas temáticas a que atendem.

A Coleção e os TCTs associados	
Unidade	**Macroárea temática atendida**
Explorando o Universo e a vida	Ciência e Tecnologia; Economia
Humanos, metais e máquinas	Cidadania e civismo; Multiculturalismo; Ciência e Tecnologia; Meio ambiente
Energia e vida	Saúde; Ciência e Tecnologia
Desenvolvimento sustentável	Meio ambiente; Ciência e Tecnologia; Cidadania e civismo
Água	Meio ambiente; Economia; Ciência e Tecnologia; Saúde
Produção e conservação de alimentos	Ciência e Tecnologia; Meio ambiente; Economia
Combustíveis e motores	Ciência e Tecnologia; Meio ambiente; Economia
Esportes	Ciência e Tecnologia; Cidadania e civismo; Multiculturalismo; Saúde
Drogas e medicamentos	Saúde; Cidadania e civismo; Economia
Vida saudável	Saúde; Cidadania e civismo; Economia
Mundo tecnológico	Ciência e Tecnologia; Saúde; Economia
Análise forense	Ciência e Tecnologia; Cidadania e civismo; Saúde

Com base nessas escolhas, espera-se que o estudo das Ciências da Natureza e suas Tecnologias ocorra por meio da contextualização e de atividades colaborativas com viés investigativo, o que permitirá ao estudante dominar diferentes linguagens e se situar como agente capaz de elaborar propostas de intervenção em sua realidade. De acordo com Silva (2007, p. 10),

> [...] A contextualização no ensino vem sendo defendida por diversos educadores, pesquisadores e grupos ligados à educação como um "meio" de possibilitar ao aluno uma educação para a cidadania concomitante à aprendizagem significativa de conteúdos. Assim a contextualização se apresenta como um modo de ensinar conceitos das ciências ligados à vivência dos alunos, seja ela pensada como recurso pedagógico ou como princípio norteador do processo de ensino. A contextualização como princípio norteador caracteriza-se pelas relações estabelecidas entre o que o aluno sabe sobre o contexto a ser estudado e os conteúdos específicos que servem de explicações

MODERNA

e entendimento desse contexto, utilizando-se da estratégia de conhecer as ideias prévias do aluno sobre o contexto e os conteúdos em estudo [...].

As Unidades foram concebidas levando em consideração o equilíbrio entre os componentes curriculares e sua integração articulada às temáticas. Assim, sua estruturação foi desenhada de modo que os conteúdos de um componente curricular dessem suporte ao desenvolvimento dos seguintes, o que, eventualmente, resulta na alternância desses componentes ao longo das Unidades.

Os conteúdos tradicionalmente trabalhados no Ensino Médio foram revistos, selecionados e reorganizados para atender às competências e às habilidades da BNCC para essa etapa do ensino, às necessidades das temáticas escolhidas e estabelecer conexões entre conceitos próprios das Ciências da Natureza e destes com diferentes áreas do conhecimento, tendo a temática central da Unidade como eixo. Cabe reforçar que as temáticas trabalhadas na Coleção potencializam, em seu conjunto, o desenvolvimento das competências gerais e específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, preconizadas pela BNCC.

No desenvolvimento dos conteúdos buscou-se levar em conta efetivamente a progressão e o aprofundamento em relação aos conteúdos abordados na etapa do Ensino Fundamental (anos iniciais e finais), que foram considerados pré-requisitos na seleção dos conteúdos abordados nas temáticas propostas.

Ao longo de cada Unidade da Coleção procura-se relacionar e integrar as Ciências da Natureza e suas Tecnologias com outras áreas do conhecimento – isso poderá ficar claro sobretudo, mas não somente, em algumas seções da Unidade. Essa articulação colabora para que não sejam estabelecidos limites rígidos entre as áreas do conhecimento e favorece essa percepção mais integrada pelos estudantes. Na Coleção, portanto, em diferentes ocasiões, relaciona-se a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias com as áreas de Ciências Humanas e Sociais, de Linguagens e suas Tecnologias e de Matemática e suas Tecnologias.

Organização do Livro do estudante

Nas páginas iniciais da **Abertura** de cada Unidade é apresentada uma imagem ou uma composição de imagens acompanhada de um breve texto em linguagem familiar ao estudante. Juntos, texto e imagem se articulam e apresentam a temática proposta, cuja abordagem integra diferentes áreas do conhecimento. A atividade de leitura da imagem tem importante papel motivador, estimulando e aproximando o estudante do assunto que será abordado. Além disso, a observação atenta das imagens propicia o desenvolvimento de uma habilidade fundamental do processo investigativo: observar um objeto de estudo, identificar seus detalhes e obter informações com base no que está sendo visto.

A seção **Por que ordenamos a Unidade dessa forma?** detalha brevemente a relevância da temática tratada, contextualizando e justificando os conteúdos específicos da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que serão trabalhados pela Unidade, dando significado ao processo de aprendizagem. Além disso, os objetivos de aprendizagem são apresentados aos estudantes.

O quadro **Por dentro da BNCC** apresenta a relação das competências gerais, das competências específicas e das habilidades, tanto da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, quanto das demais áreas do conhecimento, mobilizadas ao longo de toda a unidade. Nas páginas finais de cada volume, uma seção de mesmo nome traz a redação das competências gerais, das competências específicas e das habilidades descritas na BNCC.

A **Abertura** encerra-se com a seção **Pense nisso!**, que propõe questões que buscam fazer o estudante estabelecer relações entre o que ele já sabe e o que ainda será estudado, possibilitando-lhe exteriorizar seu conhecimento e, ainda, refletir sobre as concepções dos colegas. As atividades de levantamento de conhecimento prévio foram desenvolvidas considerando os pré-requisitos – habilidades de Ciências da Natureza definidas pela BNCC – da etapa do Ensino Fundamental anos iniciais e finais. Esse momento é uma oportunidade para o professor realizar a avaliação diagnóstica das concepções iniciais da turma.

Cada Unidade é subdividida em um número variável de **Temas**, de modo a organizar e sistematizar os conteúdos. Neles, as informações são agrupadas em subtítulos e algumas palavras são destacadas para identificar os conceitos principais, o que facilita a leitura e a compreensão do texto pelo estudante. A presença de imagens, como fotografias, ilustrações, gráficos e mapas visa esclarecer e exemplificar o conteúdo específico. Cada um dos Temas é desenvolvido por um dos componentes curriculares da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. O componente curricular em questão é facilmente identificado pelo título do Tema e pelas orientações específicas deste Suplemento.

Os Temas abrigam, além do texto expositivo, algumas seções cujos objetivos são: a identificação das competências gerais e das habilidades definidas pela BNCC e mobilizadas pelo Tema (**Por dentro da BNCC**), a complementação de informação (**Fique por dentro** e **Boxe +**), a definição de grandezas e valores de referência (**Bloco de notas**), o contato com matérias de interesse científico e com procedimentos próprios do fazer científico (**Prática investigativa**) e a reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem (**Reflita sobre seu aprendizado!**).

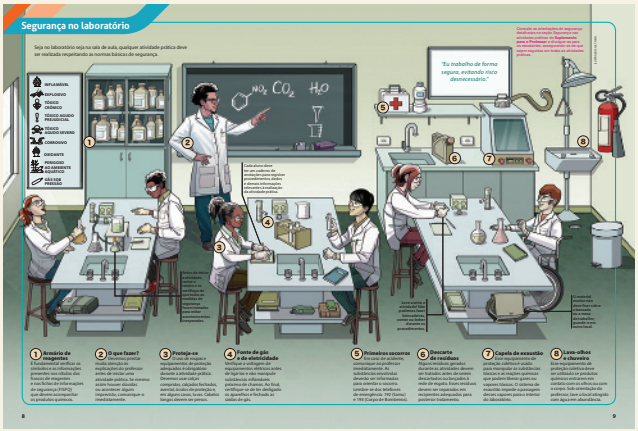
Presentes em algumas Unidades, os **Boxes +** trazem informações contextualizadas em relação aos assuntos trabalhados, principalmente concernentes a aspectos das culturas tradicionais, como indígenas e quilombolas.

Ampliações dos conteúdos e novas relações também podem ser construídas além da sala de aula, com o auxílio das indicações de *sites*, filmes, simuladores, entre outros na seção **Fique por dentro**. Cada indicação é acompanhada de breve resenha e pode ser compreendida como mais um estímulo à busca autônoma de conhecimentos.

A **Prática investigativa** está presente em um dos Temas da Unidade. Essas atividades podem ser desenvolvidas em laboratório ou, caso a escola não disponha de um, em espaços adequados na própria sala de aula, com os devidos cuidados adicionais. Em nenhuma das atividades práticas sugeridas são empregadas substâncias com potencial tóxico. Para a realização das atividades sob as devidas normas de segurança, foi elaborado o infográfico **Segurança no laboratório** (localizado no início de cada volume da Coleção), que apresenta, em linguagem próxima à do estudante, as regras básicas que devem ser seguidas durante o preparo e a realização das atividades práticas. Incentive a consulta desse infográfico antes da reali-

MODERNA

zação de qualquer atividade prática. Além disso, informações adicionais sobre a periculosidade de determinada substância ou material e sobre o descarte de resíduos são inseridas junto à própria atividade, na seção *Segurança nas atividades práticas* nas Orientações gerais e nas propostas nas Orientações específicas deste Suplemento.



Esta seção apresenta dois tipos de questões: o primeiro, denominado **Prepare-se!**, tem a função de encaminhar o estudante ao levantamento de hipóteses e à busca de referenciais para a execução da atividade; o segundo, denominado **Discuta com seus colegas**, visa encaminhar o estudante à análise e à organização dos resultados obtidos e verificar se ele compreendeu a atividade em si, além de orientar a elaboração das conclusões da atividade.

Nesta Coleção, procurou-se priorizar atividades práticas que vão além da mera comprovação de fatos e informações predeterminados e que favoreçam a compreensão das relações conceituais das Ciências da Natureza, permitindo aos estudantes manipular objetos e assimilar significados entre si e com o professor durante a aula, e propiciando uma oportunidade aos sujeitos de extrair de suas ações as consequências que lhes são próprias e aprender com os erros tanto quanto com os acertos. Há oportunidades para que os estudantes realizem observações, reúnam resultados, troquem ideias com os colegas e proponham conclusões antes de a teoria relacionada ser abordada, proporcionando a vivência das práticas e dos procedimentos científicos e, portanto, favorecendo o desenvolvimento da competência específica 3 de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Cada Tema é finalizado por um conjunto de **Atividades** diversificadas para a avaliação do processo de aprendizagem do estudante. Essa seção apresenta questões que abordam os assuntos trabalhados em todo o Tema, tanto por questões autorais como aquelas provenientes dos principais exames vestibulares do país, possibilitando o desenvolvimento de diferentes habilidades e competências pelo corpo discente. As questões em si usam diversas linguagens (gráficos, tabelas, textos citados, tirinhas etc.) e apresentam diferentes níveis cognitivos, tanto de baixa ordem, como entender e aplicar, quanto de alta ordem, como analisar, avaliar e criar, sendo classificadas de acordo com a Taxonomia de Bloom (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001). A escolha das atividades e o momento para sua realização devem ser avaliados pelo professor, considerando a realidade dos estudantes em sala de aula e suas individualidades no processo de aprendizagem.

Acompanhando a seção de **Atividades**, encontra-se o quadro **Reflita sobre seu aprendizado!**, que oferece ao estudante a oportunidade de autovaliar a aprendizagem dos conteúdos desenvolvidos até aquele momento, buscando identificar os aspectos que ainda precisam ser mais bem trabalhados. Mais do que a mera reflexão, é importante que o estudante seja incentivado a registrar suas considerações, bem como compartilhá-las com colegas e professor, buscando estabelecer estratégias para resolução das lacunas de compreensão. Esse momento, além de propiciar o desenvolvimento de autonomia e protagonismo do estudante em relação à própria aprendizagem, pode ser entendido como uma das muitas possibilidades de avaliação continuada, que fornecem subsídios à prática docente.

Com distribuição regular em todas as Unidades, a seção **Reflexões sobre a Ciência** aborda aspectos da natureza da Ciência e dos procedimentos científicos proporcionando também o desenvolvimento da leitura inferencial. Consiste em uma pergunta inicial seguida de proposta de reflexão, um texto acompanhado de atividades reflexivas e interpretativas, que visam tratar do pensamento científico, da natureza do conhecimento científico, das práticas científicas e das características da produção científica, promovendo a compreensão da natureza da Ciência e possibilitando o uso das práticas científicas de acordo com a competência geral 2 para a Educação Básica e a competência específica 3 das Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

A seção **Pensamento crítico e argumentação**, também presente em todas as Unidades da Coleção, traz diferentes situações cotidianas controversas como cenário para apresentação de aspectos relativos à argumentação, requerendo do estudante, ao final da seção, uma argumentação fundamentada e posicionada a respeito do assunto abordado. Explora aspectos de distintas naturezas relacionados à ação de argumentar, desde as filosóficas até as concernentes à área de Linguagens. Além de promover o desenvolvimento do senso crítico e da argumentação – habilidades características da prática científica tão necessárias no contexto atual das *fake news*, e não à toa arraigadas na BNCC e presente como competência geral 7 –, a seção possibilita a alfabetização midiática. O compartilhamento entre os estudantes de opiniões e de posicionamentos sobre as situações aprimora as habilidades socioemocionais relacionadas ao convívio, às trocas e ao respeito às opiniões divergentes, aspectos alinhados à competência geral 9.

Presente em uma das Unidades de cada volume, a seção **Valores e atitudes** destina-se a trazer para a realidade dos estudantes a temática central trabalhada na Unidade, incentivando a troca de ideias e a proposição de intervenção em nível individual. Além disso, busca gerar motivação e contribuir com a construção da identidade do jovem, preparando-o para atuar de forma consciente na sociedade em que vive. Dessa forma, a seção também aprimora as habilidades socioemocionais, promove o protagonismo juvenil e favorece o desenvolvimento do estudante como sujeito social: cidadão ativo, democrático e solidário.

De maneira semelhante, a seção **Comunicação** tem uma ocorrência por volume. Envolve propostas de atividades em grupo para a criação de material relevante ao contexto local e

EM ABERTA

regional dos estudantes e a divulgação deste para a comunidade por meio de diferentes tecnologias de informação e comunicação (TICs). A seção, portanto, articula-se com as culturas juvenis e favorece o desenvolvimento da criatividade, da atitude cidadã e das habilidades de comunicação e trabalho em equipe.

As Unidades encerram-se com o quadro **Revise e amplie!** cujas questões são metacognitivas, com finalidades de autoavaliação da aprendizagem e estímulo ao aprofundamento sobre a temática, incentivando o protagonismo do estudante. Essa seção vem ao encontro da seção **Reflita sobre seu aprendizado!** e, portanto, também propicia o desenvolvimento de autonomia e protagonismo do estudante em relação à própria aprendizagem; pode ser entendida como mais uma possibilidade de avaliação continuada.

Em cada volume são apresentadas, nas páginas finais, as respostas das atividades de múltipla escolha, bem como as respostas de atividades que requerem cálculo. Para você, professor, apresentamos neste Suplemento as resoluções comentadas de todas as atividades das Unidades. Além disso, em todos os volumes dos livros do estudante, fornecemos a tabela periódica para consulta.

Organização do Suplemento para o professor

Este Suplemento para o professor está organizado de modo que ofereça subsídios para o melhor uso da Coleção por meio de ferramentas, instruções e atividades que gerem melhoria na qualidade do processo de ensino-aprendizagem e contribuam com seu aprimoramento didático-pedagógico.

As Orientações gerais deste Suplemento exploram a proposta didático-pedagógica da Coleção e descreve a organização do Livro do Estudante e do Suplemento para o professor. É enfatizada a importância de atividades investigativas no ensino da área de Ciências da Natureza, são apresentadas e discutidas diferentes metodologias de ensino e exploram-se as diversas formas, possibilidades, recursos e instrumentos de avaliação que poderão ser utilizados ao longo do processo de ensino-aprendizagem.

Nas Orientações específicas por Unidade, são apresentados: *Subsídios para o planejamento* do estudo de cada Unidade da Coleção, que indicam como usar as metodologias ativas e as rotinas de pensamento na condução dos Temas e das seções; *Atividades complementares* com o intuito de ampliar as opções didáticas; e ferramentas de *Apoio ao trabalho pedagógico*, como indicações de simuladores *on-line* e leituras adicionais voltadas para a área de educação em Ciências da Natureza e para os conteúdos abordados no Livro do estudante.

As *Resoluções* procuram dialogar com o professor, prevendo algumas situações que podem surgir na sala de aula e discutir caminhos para mediar as atividades, apresentam as respostas adequadas e comentadas para todas as atividades do volume.

Sugestões de uso da Coleção

A Lei nº 13.415/2017 alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e estabeleceu uma mudança na etapa do ensino do Ensino Médio, estruturando-o em: formação geral básica dos estudantes e itinerários formativos.

No centro das mudanças do novo Ensino Médio, estão a ampliação do tempo mínimo de permanência do estudante na escola e a definição de uma nova organização curricular, mais flexível, que contempla a BNCC (formação geral básica) e oferece diferentes possibilidades de escolhas aos estudantes, os itinerários formativos, com foco nas áreas de conhecimento e na formação técnica e profissional.

A flexibilização curricular demanda um material didático também flexível, que permita e apoie a implementação das mudanças e dos diversos arranjos curriculares. Nesse contexto, esta Coleção pode ser considerada um dos instrumentos de um projeto pedagógico nessa nova perspectiva, auxiliando no desenvolvimento de competências e de habilidades preconizadas pela BNCC e tão necessárias aos jovens.

Cabe ao professor, orientado pela coordenação pedagógica, estabelecer, entre os volumes da Coleção, a ordenação mais adequada e relevante para o projeto pedagógico da escola e o currículo do estado em que atua. Essa ordenação deverá levar em conta alguns aspectos, que abrangem desde características mais amplas, como a provável mudança na carga horária destinada às diferentes áreas do conhecimento, até aspectos mais particulares, como as diferenças de rendimento de uma turma para outra. Saber transitar por essas particularidades é o que faz a excelência de um professor.

Pensando em uma maneira de auxiliar o trabalho do professor na organização e em sua prática, apresentamos algumas sugestões de abordagem e uso da obra, de acordo com algumas opções de estruturação de curso:

- formação geral básica em 1 ano e meio e itinerários formativos em 1 ano e meio (organização bimestral);
- formação geral básica em 2 anos e itinerários formativos em 1 ano (organização trimestral);
- formação geral básica e itinerários formativos em 3 anos (organização semestral).

As sugestões de uso da obra admitem qualquer ordenação dos volumes, visto que cada um deles é independente. Dessa forma, a ordenação deve ser adaptada de acordo com o projeto pedagógico da escola, o currículo de seu estado e as características de seu grupo discente.

Organização bimestral

Essa organização considera a formação geral básica nos primeiros 18 meses da etapa do Ensino Médio, abrangendo o 1º ano completo e o primeiro semestre do 2º ano. Nela, cada um dos seis volumes da Coleção é trabalhado bimestralmente. A segunda metade do curso – segundo semestre do 2º ano e o 3º ano completo – seria destinada exclusivamente à realização dos itinerários formativos.

Organização trimestral

A organização trimestral considera a formação geral básica nos 1º e 2º anos do Ensino Médio. Nela, cada um dos seis volumes da Coleção é trabalhado trimestralmente, ou seja, três volumes da obra por ano. O 3º ano completo seria voltado aos itinerários formativos.

Organização semestral

Na organização semestral, a formação geral básica e a realização dos itinerários formativos ocorrem ao longo dos três

REPRODUÇÃO PROIBIDA

anos dedicados ao Ensino Médio. Essa organização considera que o regime de tempo integral não será uma realidade em todas as escolas. Assim, a simultaneidade da formação geral básica e dos itinerários formativos pode acarretar uma redução no tempo necessário para o trabalho das áreas do conhecimento, justificando o uso de um volume ao longo de um semestre.

Pressupostos teóricos da Coleção

Esta Coleção assume os princípios norteadores preconizados pela BNCC, considerando as especificidades da juventude atual. A obra é centrada na alfabetização científica e midiática por meio da abordagem da inter-relação entre a Ciência, a tecnologia e a sociedade, para permitir o desenvolvimento de aspectos da prática científica, da argumentação, da leitura inferencial e do pensamento crítico, baseados em fatos e informações confiáveis, obtidas em referências científicas (livros e artigos acadêmicos), universidades, órgãos governamentais, institutos de pesquisa e organizações internacionais (ONU, OMS, Unesco).

A Coleção objetiva ser um instrumento para fortalecer a formação intelectual do estudante, além de promover a reflexão sobre ações individuais e coletivas dos jovens que resultem em propostas para minimizar os problemas contemporâneos e para interagir de forma ativa na sociedade, exercendo a cidadania.

Buscamos aprofundar elementos teórico-práticos para dialogar com você, professor, sobre o papel desta Coleção no contexto da alfabetização científica e midiática no ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Aspecto teórico-metodológico na perspectiva da alfabetização científica

Os avanços científicos e tecnológicos são uma realidade atual e trazem implicações positivas e negativas para a sociedade. Diante dessa realidade, a democratização do acesso ao conhecimento científico ocupa um espaço fundamental na vida das pessoas, para que, assim, possam compreender as questões científico-tecnológicas que as rodeiam e intervir de modo responsável nas decisões que afetam o seu meio. Nesse sentido, o desafio que se coloca para o ensino de Ciências é a formação dos estudantes em uma perspectiva de alfabetizá-los cientificamente.

Responder a esse desafio, em primeiro lugar, é resgatar a função social da educação em Ciências: formar para a cidadania. Esse conceito de cidadania está vinculado ao conceito de democracia e à participação do indivíduo na sociedade (SANTOS; SCHNETZLER, 2010). Essa formação, portanto, implica em fornecer aos estudantes subsídios para que possam "ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, bem como sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais" (BRASIL, 2018, p. 472).

Quando se resgata a educação científica comprometida com a cidadania, a alfabetização científica assume papel de superar a reprodução de conceitos científicos destituídos de significados e de sentidos e de levar em consideração a natureza do conhecimento cientifico e os impactos da Ciência e da tecnologia na vida das pessoas. Para isso, os conteúdos específicos dos componentes curriculares da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias são apresentados em uma abordagem interdisciplinar e contextualizada, contemplando, portanto, as interações entre Ciência, tecnologia e sociedade.

Sasseron (2015) destaca que a necessidade do entendimento das relações existentes entre Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente perpassa o reconhecimento de que quase todo fato da vida das pessoas tem sido influenciado, de alguma maneira, pelas ciências e pelas tecnologias. A autora identifica, com base em análises de estudos internacionais, três eixos estruturantes da alfabetização científica, que foram considerados para idealização e construção desta obra:

- Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais – a importância deles reside na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender as informações e situações do dia a dia.
- Compreensão da Natureza da Ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática – em nosso cotidiano sempre nos defrontamos com informações e conjunto de novas circunstâncias que nos exigem reflexões e análises considerando-se o contexto. Tendo em mente a forma como as investigações científicas são realizadas, podemos encontrar subsídios para o exame de problemas do dia a dia que envolvam conceitos científicos ou conhecimentos advindos deles.
- Entendimento das relações existentes entre Ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente – reconhecimento de que quase todo fato da vida de alguém tem sido influenciado, de alguma maneira, pelas ciências e tecnologias. Neste sentido, mostra-se fundamental de ser trabalhado quando temos em mente o desejo de um futuro saudável e sustentável para a sociedade e o planeta.

Esses eixos da alfabetização científica estão permeados nesta obra. Os temas foram selecionados considerando essa articulação. As seções elaboradas também buscam promover os três eixos. A seção **Prática investigativa** envolve os eixos de "compreensão básica de termos e conceitos científicos" e "compreensão da natureza da Ciência e dos fatores que influenciam sua prática". A seção **Reflexões sobre a Ciência** envolve a "compreensão da natureza da Ciência e dos fatores que influenciam sua prática". Já a **Abertura** da Unidade e as seções **Pensamento crítico e argumentação, Comunicação, Valores e atitudes** envolvem, principalmente, o "entendimento das relações entre Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente".

Articulados a esse tripé da alfabetização científica, Trivelato e Silva (2011) ressaltam que, para o processo de ensino-aprendizagem em Ciências da Natureza, é necessário o professor:

- reconhecer a existência de concepções espontâneas (conhecimentos prévios) dos estudantes para vários conceitos que são trabalhados na escola;
- entender que o processo de aprendizagem requer construção e reconstrução de conhecimentos;
- aproximar a aprendizagem de Ciências das características do trabalho científico, em que o estudante tenha possibilidade de propor questões, formular hipóteses, argumentar, buscar evidências, realizar investigações etc.;
- propor a aprendizagem por meio de situações-problema relacionadas ao contexto sociocultural do estudante;
- reconhecer o caráter social da construção do conhecimento científico;

EM ABERTURA

- entender o pluralismo que envolve o processo ensino e aprendizagem em Ciências, explorando diferentes metodologias.

Esses elementos também são incorporados na Coleção para auxiliar o professor nessa tarefa, trazendo questões para levantamento de conhecimentos prévios, situações-problema, relação entre Ciência e sociedade, autoavaliação do estudante e pluralismo de possibilidades metodológicas.

De modo geral, atendendo às recomendações dos documentos oficiais para a Educação Básica e inspirada nas pesquisas da área de ensino de Ciências, a obra se pauta em elementos que buscam contribuir com a formação do estudante na perspectiva da alfabetização científica, por meio da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), como um caminho viável à formação dos cidadãos.

Contextualização no ensino de Ciências por meio da inter-relação entre a Ciência, a tecnologia e a sociedade

Muitos estudos sobre o ensino de Ciências preconizam que a apropriação de conhecimentos científicos pelo estudante tenha como pano de fundo a sua participação crítica nas questões sociais, políticas, econômicas e ambientais que permeiam a sociedade atual. Santos e Schnetzler (2010) sinalizam a importância da participação dos estudantes, como sujeitos que estão inseridos no meio natural (âmbito científico), no meio artificialmente construído (âmbito tecnológico) e no meio social (âmbito social), de modo que tenham condições de avaliar e participar das decisões que interferem o seu contexto. Dessa forma, o ensino de Ciências, com vistas à participação social, possibilita a formação cidadã dos jovens, favorecendo uma sociedade mais democrática.

Pensar o ensino de Ciências em uma perspectiva cidadã é pensar para além dos conhecimentos específicos isolados, sendo necessário articular esses conhecimentos aos aspectos da inter-relação entre a Ciência, a tecnologia e a sociedade. Essa inter-relação é a base que vai constituir a educação CTS, defendida por pesquisadores da área de ensino de Ciências.

Auler (2007) aponta alguns objetivos importantes da educação CTS, a saber: desenvolver a capacidade e o interesse dos estudantes em relacionar a Ciência com aspectos tecnológicos e sociais; discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da Ciência-Tecnologia (CT); possibilitar uma melhor compreensão da natureza da Ciência; formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados para que sejam capazes de tomar decisões; desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual dos estudantes.

Buscando atender aos objetivos de uma educação CTS, Santos (2007) destaca a importância da contextualização a partir de temas sociais e situações reais que, transversalmente, estejam articuladas aos conceitos científicos. Nesse intento, entendemos que pensar a elaboração de materiais didáticos por meio da abordagem de temas relativos à sociedade é acreditar que assuntos, como saúde, alimentação e agricultura, recursos energéticos, indústria e tecnologia, ambiente, transferência de informação e tecnologia, ética e responsabilidade social, favorecem que o estudante

> compreenda processos químicos envolvidos e possa discutir aplicações tecnológicas relacionadas ao tema, compreendendo os efeitos das tecnologias na sociedade, na melhoria da qualidade de vida das pessoas e as suas decorrências ambientais. (SANTOS, 2007, p. 9)

Há, ainda, temáticas que envolvem questões controversas da Ciência, podendo favorecer uma discussão em sala de aula sob diferentes pontos de vista baseados em argumentações coletivamente construídas. São temas que, além das questões sociais e políticas, englobam a ética e a moral, sendo, então, chamadas de questões sociocientíficas (QSC). As QSC têm características controversas centradas na relação entre as inovações da Ciência e tecnologia e seus impactos sociais. Em consonância, Silva (2016) afirma que "a riqueza em se abordar as QSC no contexto do Ensino de Ciências está justamente em seu potencial problematizador e na valorização do pensar diferente. Não há uma resposta que seja correta".

Embasadas nessas discussões, as Unidades da Coleção são abordadas por meio de uma organização de temas, contemplando conteúdos que permitem o trabalho integrado entre conceitos científicos e temas de relevância social. Nessas Unidades são problematizadas questões relacionadas aos tópicos de drogas e medicamentos, combustíveis, análise forense, desenvolvimento sustentável, entre outros, buscando possibilitar um conhecimento que seja significativo para professores, estudantes, família e comunidade. Atribuir sentido a esses conhecimentos é possibilitar aos indivíduos que exerçam a cidadania. Além disso, considerando que a abordagem CTS é articulada aos elementos de uma prática investigativa, a obra favorece o despertar de um olhar crítico dos estudantes, contribuindo para o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão perante situações reais e baseada em diferentes questões problematizadas na obra. Uma abordagem CTS é sempre apresentada na **Abertura** das Unidades, sendo o conteúdo dos três componentes curriculares de Ciências da Natureza e suas Tecnologias apresentado de modo a dar subsídios para os estudantes compreenderem a problemática, fazerem conexões com a sua realidade e atuarem nela.

As temáticas selecionadas para a Coleção evidenciam as complexas relações entre a relação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e se articulam ao processo de ensino-aprendizagem para a superação de problemas das abordagens pedagógicas tradicionais e tecnicistas na educação científica e tecnológica, trazendo a complexidade das questões contemporâneas relacionadas ao campo das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, de forma contextualizada, prática e aplicada. A seção **Valores e atitudes**, particularmente, busca transpor a temática trabalhada pela Unidade em questão para a realidade do estudante e incentivar a troca de ideias e a proposição de intervenção; por meio dela, o professor pode fazer articulações dos temas propostos com algumas questões sociocientíficas que emergem de alguns dos temas, estimulando a reflexão, a discussão e a argumentação dos estudantes.

A abordagem CTS contemplada na Coleção vai ao encontro da função social do ensino recomenda por pesquisadores da área de ensino de Ciências e dos documentos oficiais da Educação Básica, contribuindo, assim, para a formação da autonomia crítica do estudante e para a sua participação no processo democrático de tomada de decisão.

REPRODUÇÃO PROIBIDA

A argumentação na perspectiva da alfabetização científica

A argumentação é reconhecida como uma competência essencial no ensino de Ciências, uma vez que emerge como uma prática central da atividade científica. Segundo Sasseron (2015), a argumentação em aulas de Ciências engloba mais do que apenas características linguísticas na forma de enunciar ideias, sendo um processo de avaliação de enunciados, análise de possibilidades, refinamento de explicações e justificativas. A argumentação, portanto, pode ser considerada um ato discursivo plural pelo qual um indivíduo, ou grupo de pessoas, busca tornar claro um determinado fenômeno, por meio da emissão de alegações, que devem ser suportadas por justificativas e outros elementos, conferindo-lhes validade perante uma determinada audiência (FERRAZ; SASSERON, 2017).

Em um artigo de revisão sobre a argumentação em situações de ensino, Erduran (*in* ERDURAN *et al.*, 2007) destacam potenciais contribuições da argumentação no processo de ensino-aprendizagem, entre eles, o desenvolvimento de habilidades comunicativas e do pensamento crítico e a colaboração da alfabetização científica, visto o desenvolvimento de raciocínios e critérios lógicos. Assim, percebe-se que a competência argumentativa é um instrumento essencial para a mediação de conflitos e o pensamento crítico, habilidades desejáveis no mundo do trabalho e para a construção de consensos necessários para a vida em sociedade.

Nesse cenário, o desenvolvimento da competência de argumentação pelos estudantes é fundamental para auxiliá-los na passagem do senso comum para o saber científico, ou seja, é um meio para alcançar a alfabetização científica (PEZARINI; MACIEL, 2018). O propósito da prática argumentativa no ensino de Ciências, portanto, está na promoção de um processo de ensino-aprendizagem que de fato contribua para a formação cidadã, subsidiando a construção do conhecimento científico e da alfabetização científica.

Nesse contexto em que se almeja o desenvolvimento da prática argumentativa, o papel do professor é fundamental para gerar e gerenciar as interações discursivas entre os estudantes e para estabelecer um espaço interativo de argumentação colaborativa (BERLAND; HAMMER, 2012). Essa mediação pode ser incrementada por meio da utilização de perguntas, cujo objetivo é melhorar e avançar nas atividades argumentativas (MACHADO; SASSERON, 2012).

Ancorada nos pressupostos da alfabetização científica, a Coleção também propicia oportunidades para a prática argumentativa. É possível destacar a seção **Pensamento crítico e argumentação**, na qual são abordadas questões da lógica filosófica, dos tipos de argumento e da estruturação de argumentos, e também gêneros argumentativos tipicamente trabalhados em Língua Portuguesa. Dessa forma, busca-se contribuir com a construção de argumentos pelo estudante, a análise da estrutura e da qualidade de argumentos produzidos em diferentes contextos, a avaliação da credibilidade das informações recebidas e a tomada de decisões justificadas e fundamentadas com base em evidências.

A importância das práticas investigativas para a alfabetização científica

As aulas práticas e investigativas no ensino de Ciências têm uma importância indiscutível. Algumas principais funções das aulas práticas reconhecidas na literatura do ensino de Ciências sintetizadas por Myriam Krasilchik (2004) são:

- despertar e manter o interesse dos estudantes;
- envolver os estudantes em investigações científicas;
- desenvolver a capacidade de resolver problemas;
- compreender conceitos básicos;
- formular, elaborar métodos para investigar e resolver problemas individualmente ou em grupo;
- analisar cuidadosamente os resultados e significados de pesquisas, voltando a investigar quando ocorrem eventuais contradições conceituais;
- compreender as limitações do uso de um pequeno número de observações para gerar conhecimento científico;
- distinguir observação de inferência, comparar crenças pessoais com compreensão científica e compreender as funções que estas exercem na Ciência, como são elaboradas e testadas as hipóteses e teorias.

Embora reconheçamos a existência de fatores limitantes para a proposição de aulas práticas na Educação Básica, como ausência de laboratório, falta de tempo para preparação, falta de equipamentos etc., algumas atividades práticas interessantes e desafiadoras, propostas nesta Coleção, são suficientes para proporcionar o contato direto com os fenômenos, identificar questões de investigação, organizar e interpretar dados, entre outros.

A seção **Prática investigativa** tem como objetivo possibilitar experiências da prática científica (pergunta, levantamento de hipótese, experimento, análise de dados e desenvolvimento de conclusão) dentro do cenário desenhado na Unidade. Nessa seção, conteúdos e conceitos desenvolvidos na Unidade são apresentados por meio da prática para, só depois, serem apresentados de forma conceitual aos estudantes. Nas Orientações específicas deste Suplemento também há exemplos de práticas investigativas complementares que podem ser propostas pelo professor.

É fundamental o professor estar atento às ações e às aprendizagens dos estudantes para identificar se eles realmente estão vivenciando uma experiência investigativa. Sasseron e Carvalho (2008) apresentam um conjunto de indicadores que podem ser utilizados pelos professores para acompanhar a interação dos estudantes com as atividades práticas, tendo a função de mostrar algumas destrezas que devem ser trabalhadas quando se deseja colocar a alfabetização científica em processo de construção entre os estudantes, particularmente em práticas investigativas. Esses indicadores são algumas competências próprias das Ciências e do fazer científico e estão organizados em três grupos:

1º grupo – Incorpora as ações desempenhadas nas tarefas de **organizar, classificar e seriar** os dados obtidos em uma investigação.

2º grupo – Engloba dimensões relacionadas à estruturação do pensamento. São dois os indicadores deste grupo: o **raciocínio lógico** compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e estão diretamente relacionadas à forma

EM PROVA

como o pensamento é exposto; e o **raciocínio proporcional** ilustra a interdependência que pode existir entre as variáveis.

3º grupo – Mais diretamente associados à procura do entendimento da situação analisada, os indicadores deste grupo devem surgir em etapas finais das discussões, uma vez que se caracterizam pelo trabalho com as variáveis envolvidas no fenômeno e a busca por relações capazes de descreverem as situações para aquele contexto e outros semelhantes. Fazem parte deste grupo os seguintes indicadores da AC: **levantamento de hipótese, teste de hipótese, justificativa, previsão, explicação.**

É importante o professor investigar nos diálogos durante as práticas e na produção de relatórios finais se esses elementos estão aparecendo. Em caso negativo, é preciso reforçar a necessidade do uso no momento de reflexão geral com a turma e na condução de novas práticas. Alguns questionamentos podem direcioná-lo: Os estudantes estão levantando e testando hipóteses? Apresentam diálogos que permitem verificar um raciocínio lógico e proporcional entre as variáveis encontradas? Justificam as conclusões com base nos dados? Executam as tarefas de organizar e seriar os dados?

O professor deve estar atento aos procedimentos na preparação de atividades experimentais. Nesta obra, as atividades são pensadas de maneira que os estudantes não sejam expostos a riscos físicos; o cuidado em requerer materiais de baixo custo também foi uma preocupação da Coleção. Além da segurança, também há a preocupação com o fator ambiental, indicando sempre a maneira correta para o descarte. Além disso, não são propostas atividades de aulas práticas com manipulação, dissecção, coleta e vivissecção de animais, já que está prática somente é permitida em Instituições de Ensino Superior ou Instituições de Ensino Médio Técnico na área Biomédica e que possuam Comitê de Ética e Pesquisa com uso de animais – CEUA regulamentado (ver legislação disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11794.htm> e <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=77042>) (acessos em: 2 jun. 2020).

Nas propostas de atividades práticas apresentadas na Coleção, busca-se levar os estudantes a refletir sobre os problemas experimentais que podem ser resolvidos ou minimizados, o que permite que eles pensem cientificamente o mundo e construam sua visão de sociedade e ambiente, criando um ambiente intelectualmente ativo.

> Utilizar experimentos como ponto de partida, para desenvolver a compreensão de conceitos, é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações. (CARVALHO *et al.*, 1999)

As aulas com componente de uma prática de investigação podem ser abordadas em forma de aulas práticas experimentais, construção de modelos e trabalhos de campo.

Carvalho (2006) classifica a atuação do professor e dos estudantes em diferentes níveis de envolvimento com uma atividade investigativa, e propõe uma graduação para estudar o que chama de grau de liberdade que os professores oferecem aos estudantes.

Graus de liberdade do professor (P) e aluno (A) em aulas práticas

	GRAU I	GRAU II	GRAU III	GRAU IV	GRAU V
PROBLEMA	P	P	P	P	A/P
HIPÓTESES	P	P/A	P/A	P/A	A
PLANO DE TRABALHO	P	P/A	A/P	A	A
OBTENÇÃO DE DADOS	P	A/P	A	A	A
CONCLUSÃO	P	A/P/ CLASSE	A/P/ CLASSE	A/P/ CLASSE	A/P/ SOCIEDADE

No grau I existe apenas a participação do professor na aula prática, e os estudantes apenas a assistem e assumem um papel passivo.

A partir do grau II é possível encontrar diferentes enfoques de acordo com o nível de participação dos estudantes. Nesse nível de liberdade, o professor propõe o problema; a elaboração de hipóteses e o plano de trabalho são realizados pelos estudantes, mas com a orientação do professor. O registro dos dados é também realizado pelos estudantes com a orientação do professor, e a conclusão pode ser elaborada pelos estudantes, mas apresentada e discutida por toda a turma, ressaltando a necessidade de o conhecimento ser divulgado, assim como ocorre na Ciência.

Já no grau III, o professor apresenta um problema e constrói hipóteses com os estudantes, mas caberá a estes, em grupos, pensar em planos de trabalho para coletar os dados, podendo discutir com o professor, porém permanecendo autônomos para o processo de obtenção dos dados, que serão construídos de forma diferente e apresentados para a turma.

Em relação ao anterior, o grau IV se diferencia pelo fato de o plano de trabalho para testar a hipótese ser feito inteiramente pelos estudantes, exigindo habilidades de planejamento, organização, classificação e seriação. No final, o detalhamento do plano e os dados obtidos com ele são apresentados para a turma e para o professor.

O grau de liberdade V é a fase mais avançada. O professor motiva os estudantes, geralmente em grupos, a pensar e elaborar questões-problema com base na realidade. Definida a questão que cada grupo vai investigar, caberá a eles elaborarem uma hipótese e um plano de trabalho, organizando e realizando o processo de obtenção dos dados, que são apresentados, ao final, ao professor, à turma e à sociedade, por exemplo, por meio de Feiras de Ciências. Nesse grau de liberdade, o professor atua como facilitador e orientador, sendo mais apropriado para as etapas finais do Ensino Médio ou até para o Ensino Superior.

É recomendável proporcionar diferentes graus de liberdade nas práticas investigativas no Ensino Médio, e o professor pode utilizar esse quadro para se inspirar, ao mesmo tempo que pode considerar as atividades práticas já propostas no Livro do estudante, de formatos diferentes, dependendo da maturidade da turma e das condições de ensino.

Em geral, as atividades propostas na seção **Prática investigativa** podem ser classificadas como grau II, dado que são propostas estruturadas, com o fornecimento do procedimento experimental a ser conduzido, deixando aos estudantes o

EM PODEMOS

levantamento de hipótese, análise e discussão de dados e estabelecimento de conclusão.

No entanto, caso a turma seja mais madura ou já tenha vivenciado outras atividades investigativas, é possível adaptar as atividades do Livro do estudante, tornando-as de grau III e IV. Pode-se, por exemplo, apresentar apenas a questão-problema, deixando a cargo do corpo discente o levantamento de hipótese e o desenho experimental adequado para resolver o problema com base nos conteúdos conceituais estudados, exercendo habilidades criadoras de seriação de etapas, raciocínio lógico e resolução de problemas. A possibilidade da vivência de diferentes graus ajuda a criar novos desafios para que os estudantes passem da manipulação para a discussão, a argumentação, os registros, a organização das apresentações e a relação com o conteúdo teórico da Unidade, exercendo desse modo seu protagonismo.

O professor assume um papel fundamental nesse processo investigativo, no sentido de propor novos problemas, acompanhar as discussões, promover novas oportunidades de reflexão, estimular, desafiar, argumentar, ou seja, torna-se um orientador da aprendizagem de seus estudantes, auxiliando a passagem do senso comum para o saber científico. Nessa abordagem integrada das diferentes Ciências da Natureza, o professor também tem o papel de problematizar com os estudantes a articulação das diferentes ciências na produção de conhecimento.

- **Segurança nas atividades práticas**

Seja em um laboratório equipado, seja na sala de aula, as atividades práticas representam situações que envolvem riscos – à integridade física e à saúde das pessoas, de forma direta; ou, de forma indireta, ao ambiente. Nesta Coleção, oferecemos formas de minimizá-los: eliminamos reagentes tóxicos, adequamos materiais e procedimentos e reduzimos as quantidades envolvidas. Outras medidas indispensáveis são o uso do avental (ou jaleco) e óculos de segurança em todas as atividades. Ainda que esses equipamentos possam parecer, à primeira vista, dispensáveis, seu uso constante colabora para uma cultura de segurança no laboratório. Os estudantes também devem ter pleno domínio do trabalho a ser executado; para isso, oriente-os a revisar todo o procedimento antes de executá-lo, evitando ações mecânicas e irrefletidas.

No Livro do estudante, a segurança é orientada em dois momentos: no quadro **Atenção**, na seção **Prática investigativa** e no infográfico **Segurança no laboratório**, nas páginas iniciais de cada volume.

Como já mencionado, o infográfico **Segurança no laboratório** foi concebido para disseminar, em linguagem próxima à do estudante, as principais regras de segurança em atividades práticas. Oriente os estudantes a consultá-lo antes de cada atividade prática. Embora o cenário ilustrado seja o de um laboratório, enfatize que essas regras se aplicam a qualquer ambiente onde sejam realizadas atividades práticas. A seguir, detalhamos alguns aspectos que devem ser aprofundados na primeira leitura do infográfico.

Pictogramas de risco

No armário de reagentes, são apresentados os pictogramas utilizados nos rótulos de produtos químicos para identificação dos riscos a eles associados (com base no sistema GHS de classificação e rotulagem).

Os pictogramas e seus significados podem ser divulgados em cartazes no laboratório, junto a outros avisos de segurança que considerar pertinentes. Os pictogramas também devem constar nos rótulos dos frascos de reagentes e suas soluções. Para acessar os significados dos pictogramas, consulte a Norma Brasileira ABNT NBR 14725-3. Produtos químicos: informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. 3. ed. 2017, disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/default.aspx>; acesso em: 16 jun. 2020. Nesse endereço, o acesso à norma é gratuita, mas requer cadastramento.

Aquecimento e eletricidade

Embora tenhamos priorizado atividades que não necessitem de chama, aquecimento ou eletricidade, esses recursos são, muitas vezes, imprescindíveis. Recomendamos que o professor realize pessoalmente procedimentos que envolvam chama; de qualquer forma, oriente os estudantes sobre o modo correto de acionamento do bico de gás e a manter avisos próximos a materiais aquecidos. Uma alternativa pode ser o uso de um fogão ou fogareiro de *camping* a gás. Se possível, privilegie chapas ou mantas elétricas de aquecimento e banho-maria e evite o uso de lamparinas a álcool.

Trabalho com gases

Para o trabalho com gases, o uso de capela é imprescindível e dispensa, nas atividades geralmente propostas para o Ensino Médio, o uso de máscaras de proteção contra gases. Se não for possível sua aquisição, avalie a possibilidade da construção de uma capela de alvenaria, com meia janela frontal de vidro fixa e com sistema de exaustão simples, de menor custo, e suficiente para a maioria das atividades envolvendo gases no Ensino Médio. Idealmente, deve haver uma pia, uma tomada elétrica e uma saída de gás para aquecimento em seu interior. Nesta Coleção, não incluímos procedimentos que envolvam a produção de gases tóxicos.

Prevenção e atendimento de acidentes

Procedimentos de primeiros socorros e o uso de extintores de incêndio devem ser realizados somente por pessoas capacitadas. Consulte o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (Samu, 192) e o Corpo de Bombeiros (193) do seu município sobre a possibilidade de realizar treinamentos em sua escola e propicie que seus estudantes conheçam os equipamentos disponíveis. Entretanto, priorize ações preventivas, enfatizando as regras de conduta apresentadas no infográfico.

O uso obrigatório de avental e óculos de proteção reduz drasticamente o risco de contato de substâncias químicas com a pele. Em alguns casos, faz-se necessário o uso de luvas. Se ainda assim houver contato de substâncias químicas com a pele, olhos ou mucosas, retire imediatamente a vítima do laboratório, a fim de impedir um contato ainda maior com o agente causador do acidente.

Para as substâncias utilizadas nas atividades práticas desta Coleção, dentro das quantidades indicadas, é em geral suficiente que a área atingida seja lavada com água em abundância. Caso outras substâncias ou quantidades sejam utilizadas (em procedimentos desenvolvidos investigativamente pelos estudantes, por exemplo), peça que sejam consultadas informações de segurança nas FISPQ fornecidas pelos fabricantes, que orientam os procedimentos de emergência. As FISPQ também trazem informações ao profissional de saúde responsável por um eventual atendimento médico. Procure garantir, entretanto, que sejam utilizadas substâncias não tóxicas e nas menores quantidades possíveis.

EM MODERNA

As FISPQ são as fontes mais acessíveis a respeito de segurança química, mas podem apresentar discordância de informações. Para maior confiabilidade, sempre que possível, consulte e indique o *site* da European Chemical Agency (disponível em: <https://echa.europa.eu>; acesso em: 4 jun. 2020), no qual é possível realizar buscas pelo nome da substância em questão (em inglês).

Esteja atento a atitudes inconvenientes durante os procedimentos e jamais permita a realização de atividades práticas sem a supervisão de um responsável.

Descarte de resíduos

Embora as situações de ensino experimental geralmente envolvam reagentes de toxicidade reduzida e em pequenas quantidades – medidas que são também enfatizadas nesta Coleção –, não se pode negligenciar o impacto ambiental do descarte de seus resíduos.

Nas atividades práticas propostas, não foram empregados resíduos de alta periculosidade – ou seja, aqueles que causam danos à saúde humana e ao ambiente mesmo em pequenas quantidades (CHRISPINO; FARIA, 2010). Também se priorizaram os compostos orgânicos biodegradáveis. Assim, nas quantidades indicadas, a maior parte dos resíduos sólidos pode ser descartada no lixo comum, e os líquidos, na pia, sem tratamento prévio. Entretanto, recomendamos os seguintes cuidados:

- antes de descartar resíduos líquidos na pia, dilua cerca de 100 vezes em água;
- limite o descarte a 100 mL ou 100 g de resíduo por ponto de descarte por dia.

Resíduos de soluções de ácidos e bases devem ser coletados em frascos plásticos, rotulados e disponibilizados a certa distância uns dos outros para evitar enganos. Antes do descarte, devem ser neutralizados. Os ácidos podem ser neutralizados com uma mistura de bicarbonato e carbonato de sódio, e as bases, com ácido acético ou outro ácido fraco. O pH final da solução deve estar entre 6,0 e 8,0, o que pode ser verificado com um indicador ácido-base apropriado.

Muitas vezes, os resíduos podem ser reaproveitados para outras atividades práticas (solventes orgânicos; fios de cobre ou de níquel-cromo etc.) ou enviados para reciclagem (fragmentos de plástico ou metal, por exemplo). Sugere-se que sejam disponibilizados recipientes para sua coleta segregada, o que se constitui ainda em uma ação didática, ajudando a desenvolver esse hábito nos estudantes e promovendo a reflexão sobre o descarte de materiais. Além disso, as informações e orientações sobre segurança devem fazer parte de uma ação educativa, cujo objetivo é desenvolver nos estudantes competências e habilidades experimentais que os capacitem a se responsabilizar pela sua própria segurança, mesmo em outras situações e ambientes.

O pensamento computacional e o ensino de Ciências da Natureza

Pensamento computacional é uma estratégia de como pensar e desenvolver resoluções para um problema. De fato, a técnica leva inclusive a elaboração de soluções que não são únicas ao problema em questão, mas que a solução também possa ser aplicada a outros problemas parecidos. O conceito de pensamento computacional pode ser aplicado a qualquer área do conhecimento e provavelmente já tenha sido utilizado de forma inconsciente por muitas pessoas no dia a dia. Mas estar consciente dessa estratégia é benéfico por permitir consistentemente lidar com problemas grandes e complexos e obter boas soluções.

No artigo "Pensamento computacional – Um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar", escrito por Jeannette Wing e publicado em 2006 (p. 1-10), a autora dá alguns exemplos de como elementos do pensamento computacional estão presentes no cotidiano:

> Quando sua filha vai para a escola pela manhã, ela coloca em sua mala as coisas que precisará para o dia – isso é *prefatching* e *caching*. Quando seu filho perde suas luvas, você sugere que ele refaça seus passos – isso é *backtracking*. Em que ponto você para de alugar esquis e compra seu próprio? – isso são *algoritmos on-line*. Em qual fila do mercado você fica? – isso é *modelagem de performance para sistemas multisservidores*. Por que seu telefone continua funcionando mesmo com falta de energia? – isso é *independência de falha* e *redundância de projeto*.

Para Wing (2011 *apud* ANDRÉ, 2018), favorecer o pensamento computacional tem por principal função a formação de pessoas capazes de não apenas identificar as informações, mas principalmente produzir artefatos com base na compreensão de conceitos e utilizá-los para enfrentar desafios e refletir sobre seu cotidiano. André (2018) também traz outro pressuposto importante relacionado ao pensamento computacional: fazer com que estudantes e professores desenvolvam a competência de fazer pesquisa, isto é, de aprender de forma independente e autônoma sobre um tema ou um procedimento que não se conhece, usando *sites*, bibliotecas e ambientes virtuais, ao mesmo tempo que discute com outros os resultados encontrados. Dessa forma, o pensamento computacional se alinha aos processos e às práticas científicas, sendo também considerado um meio para alcançar a alfabetização científica.

O pensamento computacional é o processo de analisar e solucionar um problema de forma que os seguintes fundamentos sejam seguidos:

- **Dividir o problema:** Quebrar um grande problema em problemas menores que possam mais facilmente ser entendidos e resolvidos. Assim, um grande e incompreensível problema se torna vários pequenos problemas que são mais fáceis de se lidar e que possivelmente tenham soluções imediatas. Isso também deixa mais fácil o planejamento de recursos, esforços e tempo necessários para se resolver cada problema e o problema maior como um todo.
- **Identificação de padrões:** Ao analisar um problema e possíveis soluções, é fundamental identificar padrões, quando e como eles ocorrem. Esses padrões devem ser observados e registrados, pois eles são importantes para o próximo passo.
- **Abstração:** É fundamental com base nos padrões observados abstrair os conceitos fundamentais que explicam os padrões observados e quais são os principais fatores que influenciam na causa e na resolução do problema.
- **Algoritmos:** Algoritmos nada mais são do que uma série de passos e processos usados em sequência para atingir um objetivo final (toda receita de bolo é um algoritmo, por exemplo). Nesse caso, os algoritmos devem ser criados

PROIBIDA

para que se possa desenvolver uma sequência de passos que permita que o problema possa ser analisado e/ou solucionado de forma sistemática. Às vezes, algoritmos podem ser usados para automatizar a solução.

Dessa maneira, o pensamento computacional permite não apenas lidar com problemas grandes e complexos demais para se solucionar de forma intuitiva, mas também estabelece uma forma de criar uma solução que depois possa ser aplicada a outros tipos de problemas de mesma natureza ao se fazer apenas simples mudanças na solução em questão.

Segundo André (2018, p. 105),

> Nas atividades propostas na escola consideramos sempre que a melhoria da aprendizagem dos alunos passa pelo pensamento computacional. Devemos então considerar atividades práticas como situações que possibilitem aprendizagem significativa dando condições para que os alunos possam:
>
> - formular questões acerca de sua realidade e dos fenômenos que vivenciam;
> - elaborar hipóteses sobre essa realidade e esses fenômenos e testá-las, orientando-se por procedimentos planejados;
> - interagir com seus colegas em um ambiente coletivo e propício ao debate de ideias e ao desenvolvimento da capacidade de argumentação através do confronto de suas opiniões.

Segundo esse autor, o pensamento computacional pode ser aplicado a uma ampla gama de artefatos, incluindo: sistemas, processos, objetos, algoritmos, problemas, soluções, abstrações e coleções de dados ou informações.

O planejamento das atividades desta Coleção foi pensado para possibilitar situações cognitivamente desafiadoras para os estudantes, valorizando suas ideias iniciais e representações sobre os temas propostos.

Dorling, Selby e Woollard (2015, *apud* ANDRÉ, 2018) consideram que um currículo que promove o pensamento computacional tem o compromisso de articular as disciplinas e as atividades escolares com aquilo que se espera que os estudantes aprendam ao longo de toda a sua formação, resultando em uma mudança que envolve a vida e a responsabilidade pessoal do sujeito perante a construção de seu conhecimento. Nesse contexto, o sujeito aprende a:

- fazer registros de suas observações por meio de textos, infográficos, protótipos, fluxogramas, tabelas, gráficos e desenhos;
- guardar os registros de suas observações ordenadamente;
- avaliar os seus dados periodicamente;
- observar e identificar com critérios um determinado fenômeno ou situação;
- debater com os seus colegas sobre as suas dúvidas e a viabilidade de suas conclusões;
- alterar um procedimento, caso conclua que deva mudá-lo com base na análise de suas observações;
- escrever sobre suas observações e conclusões;
- não ter medo de errar e aprender a corrigir seus erros para continuar suas produções.

Nos últimos anos, as concepções a respeito do pensamento computacional passaram por profundas modificações que permitiram aproximar essa proposta ao dia a dia do estudante, ou seja, ao seu mundo real, tornando-a cada vez mais presente e concreta. Em uma perspectiva mais ampla, podemos perceber que a preocupação com o pensamento computacional não se restringe à escola e ao currículo formal das disciplinas. O pensamento computacional envolve uma visão interdisciplinar que desconsidera a compartimentalização do conhecimento entre áreas distintas.

Assim, ao realizar as atividades que envolvem o pensamento computacional como estratégia de aprendizagem, alguns elementos são potencializados como a autoria digital e construção da cidadania, bem como a valorização dos recursos tecnológicos como fontes de informação importantes para a aprendizagem.

Alfabetização midiática: do acesso à criação de mídias

Além de explorar linguagens, conteúdos conceituais, práticas investigativas e relações entre Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, a BNCC também aponta fortemente o reconhecimento das potencialidades das tecnologias digitais para o ensino, as práticas sociais e o mundo do trabalho. Neste sentido, são definidas competências e habilidades, nas diferentes áreas, que permitem aos estudantes:

- **buscar dados e informaçõe**s de forma crítica nas diferentes mídias, inclusive as sociais, **analisando as vantagens** do uso e da evolução da tecnologia na sociedade atual, como também seus riscos potenciais;
- apropriar-se das **linguagens da cultura digital**, dos novos letramentos e dos multiletramentos para explorar e produzir conteúdos em diversas mídias, ampliando as possibilidades de acesso à Ciência, à tecnologia, à cultura e ao trabalho;
- **usar diversas ferramentas** de *softwares* e aplicativos para compreender e **produzir conteúdos em diversas mídias**, simular fenômenos e processos das diferentes áreas do conhecimento, e elaborar e explorar diversos registros de representação matemática; e
- **utilizar, propor e/ou implementar soluções** (processos e produtos) envolvendo diferentes tecnologias, para identificar, analisar, modelar e solucionar problemas complexos em diversas áreas da vida cotidiana, explorando de forma efetiva o **raciocínio lógico, o pensamento computacional, o espírito de investigação e a criatividade**. (BRASIL. 2018, p. 472)

O surgimento das mídias digitais interativas, como as redes sociais, buscadores e outras plataformas colaborativas, marca a origem da WEB 2.0, que justamente caracteriza o alto grau de interatividade, colaboração, produção, uso e consumo de conteúdos pelos próprios usuários (MARTINO, 2014). Inicialmente, o acesso à internet estava restrito aos computadores de mesa, que foram dando espaço para os *notebooks*, até chegarmos no tempo dos *smartphones*. Vivemos, então, em um mundo no qual as mídias parecem ser onipresentes (ARROIO, 2017), mas nem sempre são utilizadas todas as suas potencialidades em contextos escolares.

EM MODERNA

O fato de a realidade digital ser extremamente dinâmica exige constantes processos de formação e atualização. Neste sentido, a Coleção e o Suplemento buscam apresentar possibilidades aos professores e aos estudantes para superar eventuais barreiras em seu uso. Os professores também devem construir uma relação de parceria e trocas com os estudantes nessas atividades, pois, pela maioria dos jovens terem nascido em uma época em que essas tecnologias já estavam presentes, podem trazer novas ideias para seu uso e produção.

As propostas da BNCC com o uso de mídias e tecnologias se articulam com o documento *Alfabetização midiática e informacional: diretrizes para a formulação de políticas e estratégias* publicado em 2011 pela Unesco (WILSON *et al*., 2013). De acordo com os autores desse documento, a alfabetização midiática e informacional relaciona-se diretamente ao usufruto do direito à liberdade de expressão. Seguindo essa perspectiva de alfabetização midiática, Klosterman, Sadler e Brown (2012) pesquisaram o uso dos meios de comunicação de massa voltados para a resolução de problemas sociocientíficos em escolas estadunidenses. Nessa investigação, os autores se basearam nos fundamentos da alfabetização midiática e adaptaram categorias de uso de mídia, por meio das quais puderam classificar como professor e estudantes as utilizavam ao longo de atividades. As categorias de uso de mídia na escola propostas foram:

- Acesso – acessar fontes de mídia e indicar possibilidades de recontextualização na escola.
- Análise – determinar o autor da mídia, o público-alvo, a intencionalidade das mensagens e dos conteúdos veiculados.
- Avaliação – julgar o valor da fonte em termos de acurácia, conteúdo científico, credibilidade, adequação, relevância e usabilidade.
- Criação – elaboração de mídias impressas e audiovisuais na escola.

Os autores definem que essas quatro categorias são igualmente importantes nas práticas educativas, mas a categoria com maior demanda cognitiva é a criação. Um professor que planeja promover abordagens de criação de mídia com seus estudantes permite que eles aprendam por meio da exploração e da ação, ademais, também lhes são auferidas a possibilidade de liberarem sua criatividade e de se expressarem por meio das próprias vozes, ideias e perspectivas (WILSON *et al*., 2013).

Neste sentido, o trabalho com mídias perpassa de forma transversal toda a obra e busca explorar as quatro categorias estabelecidas por Klosterman, Sadler e Brown (2012) por meio das atividades de diferentes seções, em especial, das seções **Pensamento crítico e argumentação** e **Comunicação**.

As propostas apresentadas pela seção **Pensamento crítico e argumentação**, em geral, demandam estudos de artefatos de mídia para a **identificação** e a **análise** de argumentos de debates atuais, além da **avaliação** da qualidade das fontes de informação. Não raro, os artefatos a serem avaliados necessitam do acesso a essas fontes de mídia. Dessa forma, as diversas propostas dessa seção permitem explorar três das quatro categorias: o acesso, a análise e a avaliação.

Já as atividades concebidas para seção **Comunicação** trazem propostas de **criação** e divulgação de materiais relevantes ao contexto local e regional dos estudantes e, em sua maioria, demandam o uso de diferentes tecnologias de informação e comunicação (TICs). Assim, as atividades dessa seção atendem a quarta categoria, a de criação. Dessa maneira, todas as fases doprocesso de alfabetização midiática são atendidas pela Coleção de maneira consistente.

A integração de práticas de alfabetização midiática e de alfabetização científica no ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias pode encorajar o pensamento crítico com base nos conteúdos trabalhados e a potencialidade de melhoria de suas ações na sociedade, fortalecendo processos de liberdade de expressão e justiça social, empoderando estudantes e professores a desenvolverem mensagens e protagonismo por meio de produções midiáticas, mas tendo como apoio o pensamento científico, fontes seguras e ações fundamentadas no conhecimento.

A leitura inferencial como objeto de conhecimento

Leitura inferencial significa construir sentido com o texto, deduzir informações com base nele e nos conhecimentos prévios do leitor. Solé (1998) define o ato de ler como:

> Ler é compreender e que compreender é sobretudo um processo de construção de significados sobre o texto que pretendemos compreender. É um processo que envolve ativamente o leitor, a medida que a compreensão que realiza não deriva da recitação do conteúdo em questão. Por isso, é imprescindível o leitor encontrar sentido no fato de efetuar o esforço cognitivo que pressupõe a leitura, e para isso tem de conhecer o que vai ler e para que fará isso.

Leitura inferencial é, portanto, um processo mental que requer competências:

- interpretativas: o leitor faz generalizações, prevê fenômenos e faz suposições acerca do conteúdo;
- dedutivas: o leitor lê nas entrelinhas, conecta ideias do texto para obter conclusões que não estão diretamente expressas no texto.

A indicação da leitura inferencial nos componentes curriculares que compõem a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias justifica-se, principalmente, pela competência geral 2 definida pela BNCC – **Pensamento científico, crítico e criativo** –, com base na qual se espera que o estudante deva "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." (BRASIL, 2018, destaques nossos).

Para extrair inferências de um texto, é importante ter em conta os seguintes passos:

- Identificar as ideias principais no texto.
- Efetuar suposições em torno das ideias implícitas no texto com base nas existentes.
- Reler para constatar as inferências feitas (aquela informação que valida converte-se assim em sua fundamentação correspondente).

MODERNA

Com base no trabalho de Vargas (2012), esta Coleção busca apresentar uma diversidade de tipos de abordagem para o trabalho com os textos, explorando aspectos linguístico-discursivos cruciais para a construção da leitura, exigindo um trabalho cognitivo e de interação dos conhecimentos dos estudantes com o texto, considerando-os como produtores de significados e não meros reprodutores do texto. As atividades previstas na seção **Reflexões sobre a Ciência** possibilitam aos estudantes estabelecer relações entre o que ele já sabe e diferentes tipos de textos sobre aspectos da natureza da Ciência para se chegar a interpretações consistentes, tomando os elementos explícitos no texto, estabelecendo relações entre eles para, finalmente, inferir ou extrair ideias. Nas Orientações específicas deste Suplemento oferecemos direcionamentos de como conduzir essa seção levando em consideração as estratégias de leitura inferencial.

Para auxiliar essa tarefa, sugerimos a leitura do livro *35 estratégias para desenvolver a leitura com textos informativos* (MOSS; LOH, 2012). Apresentamos, a seguir, de forma resumida, três dessas estratégias que podem auxiliar no processo de leitura inferencial, tanto nas oportunidades oferecidas pela Coleção quanto no de outros textos da vida cotidiana dos estudantes, como artigos de jornais e revistas de grande circulação e na internet.

Estratégia A – **Marcar páginas com organizadores adesivos**: ajuda os jovens a lerem com objetivos específicos em mente. Cada estudante recebe quatro marcadores adesivos. No primeiro, ele marca um ponto de exclamação (!) para a parte mais interessante do texto. O segundo, que deve ser identificado com um V, é para vocábulos importantes que precisam ser bem discutidos; o terceiro, identificado com um ponto de interrogação (?), é para partes confusas do texto; e o quarto, identificado com a letra (I), deverá ser usado para indicar uma ilustração (desenho, mapa, tabela, gráfico) que os ajudaram a inferir melhor o significado que o autor está dando ao texto.

Estratégia B – **Guia de discussão**: possibilita uma leitura crítica buscando entender o que está por trás da informação. Neste caso, a atividade deve ser feita em grupo, preenchendo o guia, com base na leitura do texto, com quatro novos aprendizados, três comentários e/ou opiniões, duas perguntas e um tópico que precisa de um exame mais aprofundado com novas leituras.

Estratégia C – **Cartão de comentário**: reunidos em grupo e com base em uma leitura, preferencialmente de um tema controverso, os estudantes devem receber uma folha de papel A4 e dividi-la em quatro partes. Nessas partes, devem escrever um comentário, uma surpresa, uma pergunta e uma observação. As folhas podem ser coladas uma a uma em um painel, ou você pode dividir o quadro de giz ou o mural em quatro, juntando em uma única imagem todos as percepções dos estudantes. Outros tipos de cartões de comentário podem ser criados por você, professor, de acordo com as características do texto. Uma sugestão é a divisão em: concordo, concordo com ressalvas, discordo, preciso de mais informações para me posicionar.

O jovem do Ensino Médio como protagonista

Para o pedagogo mineiro Antônio Carlos Gomes da Costa, "o protagonismo juvenil parte do pressuposto de que o que os adolescentes pensam, dizem e fazem pode transcender os limites de seu entorno pessoal e familiar e influir no curso dos acontecimentos na vida comunitária e social mais ampla" (COSTA, 2000). Ou seja, trata-se de um olhar que reconhece o potencial criador e transformador do jovem em sua atuação no mundo.

A escola assume papel fundamental no desenvolvimento desse protagonismo, pois é nesse local que se torna possível a articulação entre os saberes que os jovens trazem de suas vivências e os saberes teóricos e conceituais que são desenvolvidos na prática pedagógica.

Pensar em protagonismo, portanto, é uma mudança de paradigma, que, além de colocar o jovem no centro do processo de aprendizagem, coloca-o como cocriador de seu próprio processo, e não somente como um receptor de conteúdos.

A revista *Nova Escola* publicou, em 2013, um número especial intitulado "O que os jovens de baixa renda pensam sobre a escola". A pesquisa feita nessa edição revelou, entre outros aspectos, que esses jovens não viam sentido em muitos dos conteúdos ensinados e que reclamavam da falta do uso de tecnologias na escola. A publicação indica, também, que o jovem não se sentia pertencente ao ambiente escolar, por isso não via sentido no que aprendia, além de perceber a distância entre a vida real (baseada na tecnologia) e a rotina escolar.

Com o intuito de aproximar os conteúdos estudados na escola das realidades dos estudantes, a Coleção parte de temáticas sugeridas pelo TCTs. Além disso, esta obra busca ser parceira do professor, na medida em que sugere seções apropriadas ao desenvolvimento do protagonismo juvenil associado às habilidades e competências gerais da área Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Por exemplo, a seção **Valores e atitudes**, da Unidade Produção e conservação de alimentos, convida o estudante a refletir sobre as perdas e os desperdícios de alimentos tanto mundial quanto individualmente, como também a propor medidas, dentro do seu contexto familiar, para diminuir o desperdício de alimentos e, assim, atuar como multiplicador desse conhecimento em outros grupos. Já a seção **Comunicação**, da Unidade Água, os estudantes se tornam divulgadores de conhecimento científico, com base em campanha publicitária acerca do consumo consciente da água, com o intuito de atuar em prol da comunidade a que pertencem empregando as tecnologias da informação e comunicação e outros instrumentos de comunicação que tenham significado para eles. Cabe ressaltar que as temáticas trabalhadas por essas seções também estão articuladas aos Objetivos do desenvolvimento sustentável da ONU: 2 (Fome zero e agricultura sustentável); 6 (Água potável e saneamento) e 14 (Vida na água), favorecendo assim a atribuição de sentido às aprendizagens dos estudantes por sua vinculação aos desafios da realidade mundial, regional e local.

Coerente com essa perspectiva, a seção **Reflexões sobre a Ciência** busca viabilizar o acesso dos estudantes às bases científicas e tecnológicas dos processos de produção do mundo contemporâneo articulando o conhecimento teórico à resolução de problemas da sua realidade. Podemos citar novamente como exemplo a Unidade Água, em que o estudante, além de conhecer os diferentes tipos de pesquisa científica, é convidado a identificar um problema na comunidade na qual está inserido para então esquematizar, com base nos tipos de pesquisa, como procederiam na busca por soluções e/ou novas compreensões. Outro exemplo cujo foco está nos

EDIÇÃO

processos tecnológicos é apresentado na Unidade Explorando o Universo e a vida. O estudante é levado, por meio de leitura e pesquisa orientada, a entender que Ciência básica e Ciência aplicada têm propósitos diferentes a ponto de identificar a contribuição da pesquisa básica para o surgimento das inovações tecnológicas que beneficiam a sociedade.

O quadro **Revise e amplie!** é também um exemplo de estímulo ao protagonismo juvenil. Por meio dos questionamentos "o que eu aprendi sobre a temática?" e "o que mais eu gostaria de saber sobre essa temática?" os estudantes são convocados a refletir sobre suas experiências e aprendizagens desenvolvidas ao longo do estudo da Unidade, como também incentivados à aprofundar a temática de modo a privilegiar exclusivamente suas necessidades e seus interesses. Essa é uma estratégia de conscientização para que o estudante continue aprendendo e aprimorando seus conhecimentos.

A BNCC deixa explícito que enxergar o estudante como protagonista pressupõe também valorizar sua bagagem pessoal e cultural, ou seja, seus conhecimentos prévios. Admite ainda seu envolvimento em processos de discussão, decisão, desenho e execução de ações, porque, conforme expõe Costa e Vieira (2000), o protagonismo juvenil reconhece que a participação dos jovens pode gerar mudanças decisivas na realidade social, ambiental, cultural e política em que estão inseridos.

Com o intuito de atender também a essas demandas, a Coleção reservou, dois espaços que valorizam a voz do estudante, além dos já mencionados: o quadro **Pense nisso!** e a seção **Pensamento crítico e argumentação**.

O primeiro diz respeito às questões de levantamento de conhecimentos prévios sobre os conteúdos de Ciências da Natureza. Essa ferramenta auxilia o docente em seu planejamento, respeitando as especificidades de cada turma e de cada estudante. A utilização dessa estratégia se justifica, porque a aprendizagem significativa está associada à capacidade do estudante relacionar o que já sabe sobre determinado assunto com o que está aprendendo de novo, e assim estabelecer conexões. No entanto, o professor não deve se limitar a esse quadro para mapear os conhecimentos dos estudantes. Por exemplo, nas Orientações específicas deste Suplemento, tópico *Subsídios para o planejamento*, há sugestão de estratégia didática baseada em rotinas de pensamento que permite ao educando ativar seu conhecimento prévio para relacioná-lo com o conteúdo novo. No entanto, é fundamental que o professor tenha em mente que a natureza (procedimental, conceitual, factual ou atitudinal) do conteúdo também determina a maneira como vai conduzir a atividade de levantamento de conhecimentos prévios, que podem ser baseadas em desenhos e esquemas representativos, rodas de conversa, produções de texto, análises de casos e situações, encenações e dramatizações, desafios de lógica, entre outros.

O segundo se refere à preparação dos estudantes para atuar de modo responsável e consciente nas diferentes esferas: social, política, cultural, ambiental. Desse modo, nos diferentes volumes da Coleção os estudantes são conduzidos a aprender como estruturar argumentos adequadamente embasados que justifiquem suas ideias e avaliar informações a que serão expostos dentro da temática, e assim defender-se contra a manipulação intelectual. Podemos citar como exemplo, a Unidade Explorando o Universo e a vida, em que é apresentada a diferença entre um argumento e uma explicação, gêneros discursivos considerados sinônimos no senso comum. O estudante é desafiado a identificar e utilizar um argumento com base em evidências fortes, algo fundamental para que participe de discussões em contexto político na escola, como a organização de um grêmio estudantil. Na Unidade Humanos, metais e máquinas, o estudante terá contato com três tipos de argumento – indução, dedução e analogia –, e será levado a exercitá-los no contexto ambiental relativo aos vazamentos das barragens de rejeitos. Ao saber utilizar esses argumentos, os estudantes podem extrapolar os muros da sala de aula, mobilizando esse conhecimento para resolução dos problemas diários.

Ressignificando o papel do professor e sua prática pedagógica

A nova configuração do Ensino Médio prevê não apenas que os estudantes assumam o protagonismo do seu processo de formação, mas também exige uma mudança no papel do professor, o que já vem acontecendo há algum tempo na educação, desde que seu eixo central passou do ensino (centralizado na figura de autoridade do professor) para a aprendizagem (focada na figura do estudante produtor de conhecimento). O Ministério da Educação, nos anos 2000, propôs uma formação, nos cursos de Ensino Superior, mais condizente com os desafios do mundo atual. Entre as exigências que se colocam para o papel docente destacam-se:

- orientar e mediar o ensino para a aprendizagem dos alunos;
- responsabilizar-se pelo sucesso da aprendizagem dos alunos;
- assumir e saber lidar com a diversidade existente entre os alunos;
- incentivar atividades de enriquecimento curricular;
- elaborar e executar projetos para desenvolver conteúdos curriculares;
- utilizar novas metodologias, estratégias e materiais de apoio;
- desenvolver hábitos de colaboração e trabalho em equipe.

Há, portanto, uma mudança de paradigma tanto do papel docente, que vem buscando ocupar esse espaço de facilitador do processo de aprendizagem, compartilhando a autoridade do processo, quanto do estudante, que busca sair do papel de cumpridor de tarefas para alguém que faça proposições e seja ouvido de fato.

No livro *A pedagogia da presença* (2001), Antônio Carlos Gomes da Costa afirma que a verdadeira relação educador-educando

> [...] baseia-se na reciprocidade, entendida como interação na qual duas presenças se revelam mutuamente, aceitando-se e comunicando uma à outra, uma nova consciência, um novo conteúdo, uma nova força, sem que, para isto, a originalidade inerente a cada um seja minimante posta em causa.

EM MODERNA

Trata-se, portanto, de um equilíbrio dialógico entre os dois papéis, do professor e do estudante, ambos com exigências e paradigmas novos para lidar. Nesse cenário, a colaboração tende a ser um caminho de crescimento e desenvolvimento mais fluido e eficaz.

Para repertoriar os docentes com ferramentas capazes de estabelecer essa colaboração na aprendizagem, trazemos sugestões de **metodologias ativas** e as **rotinas de pensamento**, que também favorecem o desenvolvimento de competências e habilidades preconizadas pela BNCC.

Metodologias ativas

A essência do termo metodologia ativa não se constitui em algo novo. Encontramos menções à importância da ação e da experiência para a aprendizagem em Dewey (1950), Freire (2009), Rogers (1973), Novak e Gowin (1999). O norte-americano John Dewey (1859-1952), por exemplo, em seu ideário da Escola Nova, já defendia que a aprendizagem ocorre pela ação, colocando o estudante no centro dos processos de ensino e de aprendizagem. No entanto, é nesse contexto de crise que a escola tradicional e conteudista enfrenta que as metodologias ativas encontram um ambiente oportuno para serem consideradas nas práticas pedagógicas dos professores.

De acordo com Bacich e Moran (2018, p. 25) as "metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem [...] ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo, experimentando, desenhando, criando, com orientação do professor." Dessa forma, Diesil, Baldez & Martins (2017) identificam que os princípios que constituem essa abordagem de ensino são:

- aluno como centro do ensino aprendizagem;
- professor como mediador, facilitador, ativador;
- inovação;
- trabalho em equipe;
- problematização da realidade;
- reflexão;
- autonomia.

Nessa perspectiva, o uso das metodologias ativas requer uma mudança de postura do professor e do estudante para que ressignifiquem seus papéis, como pode ser observado no quadro a seguir.

	Características que professores e estudantes assumem em dois contextos de ensino.	
	Papel do professor	**Papel do estudante**
Ensino tradicional	Transmissor do conhecimento e centro do processo	Receptor passivo da informação
	Trabalho individual e por disciplina	Participa isoladamente do processo
	Conteúdos organizados em aulas expositivas	Transcreve, memoriza e repete
	Avalia o produto	Faz avaliações (provas e testes)
Ensino com metodologias ativas	Orientador, tutor, conduz a aprendizagem	Ativa o conhecimento prévio
	Trabalho em equipe	Aprende em ambiente colaborativo: interação estudante x estudante; estudante x professor; estudante x material didático
	As disciplinas são organizadas por área de conhecimento valorizando a interdisciplinaridade	Pesquisa, analisa, avalia, toma decisões coletivas e/ou individuais com a finalidade de encontrar soluções para um problema
	Avalia o processo e produto	Autoavaliação, avaliação entre pares e avaliação do professor

Fonte: DIESIL, A.; BALDEZ, TINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Revista Thema*, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

Assim, fica evidente que uma abordagem que faz uso de metodologias ativas promove, por meio de atividades complexas, o desenvolvimento das competências gerais tão enfatizadas pela BNCC. Aprendizagem baseada em problemas, em projetos, por pares, *design thinking*, sala de aula invertida, método *jigsaw*, estudo do meio e estudo de caso são apenas alguns exemplos de metodologias ativas, e sua escolha é condicionada aos objetivos de aprendizagem para cada turma.

Desse modo, o tópico *Subsídios para o planejamento* nas Orientações específicas deste Suplemento oferece sugestões para conduzir os Temas com base em metodologia ativa ou rotina de pensamento (descrita a seguir), obedecendo a estrutura de uma sequência didática. Ao longo das orientações, foram destacadas e justificadas as competências gerais que essas abordagens permitem desenvolver. Esta Coleção valoriza o docente não só como mediador do processo de ensino e aprendizagem, mas também o pesquisador da própria prática, que questiona, reflete e reavalia as etapas de seu trabalho na busca por soluções. Assim, estamos certos de que com base em seus saberes, você, professor, poderá adaptar nossa sugestão ao seu contexto educativo, para proporcionar um ambiente em que os estudantes desenvolvam cada vez mais a autonomia.

Rotinas de pensamento

O Project Zero (Projeto Zero) fundado por um grupo de pesquisadores da Faculdade de Educação da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos, dedica-se a pesquisar as capacidades humanas. Entre os projetos, destaca-se o Pensamento Visível, que se tornou um livro, em 2011, intitulado *Making Thinking Visible,* de autoria de Ron Ritchhart, Mark Church e Karin Morrison.

O pensamento visível, segundo esses autores, tem duplo objetivo: por um lado, cultivar habilidades e disposições de pensamento (curiosidade, preocupação com a verdade e compreensão, uma mentalidade criativa) dos estudantes e, por outro, aprofundar a aprendizagem de conteúdo. Para atingir esses objetivos, várias práticas são mobilizadas, entre elas, a **rotina de pensamento**. Essa é uma prática testada e aprovada mundo afora, mas ainda pouco conhecida no Brasil.

MODERNA

As rotinas de pensamento são protocolos de ação, por exemplo, um conjunto de perguntas ou uma breve sequência de etapas, voltadas para tornar o pensamento do estudante visível, para si e para o outro. Elas têm como objetivo principal despertar e manter o hábito, nos estudantes, de questionar, debater e refletir, desenvolvendo assim muitas das competências gerais da BNCC. O que as torna rotinas, em vez de estratégias, é que elas são usadas repetidamente para que se tornem parte do tecido da cultura da sala de aula. Assim, as rotinas são a maneira pela qual os estudantes conseguem monitorar seu processo de aprendizado.

Quando o pensamento é visível nas aulas, os estudantes estão em posição de serem mais metacognitivos, de pensar sobre seus pensamentos (aprendem a aprender). Isso significa que o professor não valoriza a memorização de conteúdo, mas busca explorar ideias por meio da identificação dos conceitos errôneos, dos conhecimentos prévios, da capacidade de raciocínio e graus de entendimento. Com base nisso, o professor pode enfrentar os desafios e ampliar o pensamento dos estudantes, partindo de onde eles estão.

Foram criadas rotinas específicas para o desenvolvimento da criatividade, da compreensão, da verdade e da equidade, as quais podem ser utilizadas em diferentes contextos, níveis e conteúdos. As principais rotinas são:

- *What makes you say that?* (O que faz você dizer isso?) – Ajuda os estudantes a descrever o que veem ou sabem e pede que eles elaborem explicações. Promove o raciocínio baseado em evidências, uma vez que convida os estudantes a compartilharem suas interpretações, incentivando-os a entender alternativas e múltiplas perspectivas.
- *Think Puzzle Explore* (Pense, Questione e Explore) – Ajuda os estudantes a se conectarem com o conhecimento prévio, estimula a curiosidade e estabelece as bases para uma investigação independente.
- *Think Pair Share* (Pense e Compartilhe em pares) – Incentiva os estudantes a pensar em algo, como um problema, uma pergunta ou um tópico, e depois a articular os pensamentos. A rotina promove o entendimento por meio de raciocínio e explicação, uma vez que os estudantes estão ouvindo e compartilhando ideias.
- *Compass Points* (Pontos de bússola) – Ajuda os estudantes a explorar os vários lados e as facetas de uma proposição ou ideia antes de tomar uma posição ou expressar uma opinião sobre ela.
- *I Used to Think... Now I Think...* (Eu costumava pensar... Agora eu acho...) – Ajuda os estudantes a refletir sobre o que pensavam sobre um tópico ou questão e a explorar como e por que esse pensamento mudou. Pode ser útil na consolidação de novos aprendizados à medida que identificam seus novos entendimentos, opiniões e crenças.
- *Circle of Viewpoints* (Círculos de pontos de vista) – Ajuda os estudantes a considerar múltiplas e diferentes perspectivas envolvidas em torno de um tópico, para entender que as pessoas podem pensar e sentir de maneiras diferentes.

Embora as rotinas de pensamento sejam estruturas simples e fáceis de serem utilizadas, elas colocam professores e estudantes em papéis bem diferentes dos tradicionais. O professor exerce a função de ouvinte, enquanto os estudantes se tornam sujeitos ativos, capazes de direcionar o aprendizado para suas dúvidas e seus questionamentos. Assim, acreditamos que nesse momento de transição elas podem se tornar excelentes aliadas para inovar a prática pedagógica.

Avaliação a serviço da aprendizagem

Quando pensamos na avalição como processo, surgem questionamentos voltados aos resultados esperados e cobrados dos estudantes, e nós, professores, na função de mediadores, por vezes nos perguntamos quais são os instrumentos seguros e legítimos que podemos utilizar.

Segundo Luckesi (2011), a avaliação deve ser o instrumento dialético do avanço, porque a aprendizagem, como cerne da ação avaliativa, é dinâmica. Portanto, a **avaliação formativa**, como propomos nessa Coleção, não busca classificar nem selecionar os estudantes, pelo contrário, é impulsionadora da aprendizagem dele, levando em consideração seus aspectos cognitivos, afetivos e sociais, além de ser promotora da melhoria do ensino. Esses dois processos são dinâmicos e complementares.

Concordamos com Luckesi (2011) quando aponta que:

> […] para qualificar a aprendizagem de nossos educandos, importa, de um lado, ter clara a teoria que utilizamos como suporte de nossa prática pedagógica, e, de outro, o planejamento de ensino, que estabelecemos como guia para nossa prática de ensinar no decorrer das unidades de ensino do ano letivo.

Nessa perspectiva, torna-se necessária uma reflexão do professor a respeito dos instrumentos capazes de recolher dados sobre a realidade de aprendizagem dos estudantes. Os instrumentos podem ser diversificados tanto quanto é diversificada a maneira como eles são capazes de aprender e demonstrar seu aprendizado. O *Guia de Implementação do Novo Ensino Médio* deixa explícita a necessidade de elaboração de modelos avaliativos que deem conta das particularidades de cada metodologia e estratégia de ensino e aprendizagem, enfatizando o caráter formativo:

> As escolas não devem se limitar somente à aplicação de provas escritas ao final de um período, em especial quando o que está sendo avaliado não é apenas o aprendizado de conteúdos, mas o desenvolvimento de habilidades e competências. Propõe-se que se desenvolvam diferentes métodos de avaliação que atendam à nova realidade, como a demonstração prática, a construção de portfólios, a documentação emitida por instituições de caráter educativo, entre outras formas de se avaliar os saberes dos estudantes.

A prática avaliativa no contexto atual busca, então, superar sua função burocrática de atribuir notas e sua limitação à memorização repetitiva de conteúdos conceituais. A preocupação do novo Ensino Médio é desenvolver habilidades e competências, o que exige do professor uma escolha diferenciada e diversificada de instrumentos que o ajudem a perceber o progresso dos estudantes nas múltiplas relações que eles estabelecem com o conhecimento científico, com os conteúdos procedimentais e atitudinais.

MODERNA

Assim, esta Coleção apresenta três momentos, no Livro do estudante, que priorizam a avaliação, delineando sua importância ao longo do processo de aprendizagem. Na Abertura das Unidades, o quadro **Pense nisso!** serve de avaliação diagnóstica, que permite ao professor colher pistas do que os estudantes já sabem e como compreendem o conteúdo para poder iniciar os Temas. A seção **Reflita sobre seu aprendizado!** é um momento de autoavaliação que demandará dos estudantes a decomposição dos objetivos gerais da Unidade em suas partes e posterior percepção de quais aspectos desses objetivos foram atendidos à luz do que foi estudado no Tema e quais ainda precisam ser esclarecidos. Trata-se de uma estratégia que compõe o pensamento computacional, dividir um problema em problemas menores até que sua solução seja trivial. Já a seção **Revise e amplie!** propõe duas questões metacognitivas: uma associada à autoavaliação da aprendizagem e a outra, que estimula o aprofundamento sobre a temática, incentivando o protagonismo do educando.

Na Coleção, consideramos a **autoavaliação** uma etapa importante da aprendizagem, pois permite que o estudante assuma responsabilidade sobre esse processo, estabelecendo ações que favoreçam seu avanço. Além disso, saber se autoavaliar contempla diretamente as competências gerais 7 e 10 da BNCC, ao exercitar o pensamento crítico e o aprender a aprender. Refletir sobre a própria aprendizagem e ter clareza desse processo é o que promove a autonomia necessária para chegar a essas competências.

Destacamos ainda dois instrumentos de avaliação e as oportunidades em que podem ser realizados com base nas seções do Livro do estudante. No entanto, cabe mencionar que o professor precisa ter clareza dos objetivos de aprendizagem durante o percurso traçado para favorecer a aprendizagem e é fundamental que registre esse percurso.

- **Mapa conceitual**

É uma representação gráfica de uma rede de proposições que explicita a relação entre conceitos sobre determinado conhecimento específico. Os conceitos, usualmente, são organizados de forma hierárquica, do mais geral, localizando-se no topo, em direção ao mais específico, na base do mapa. A construção do mapa conceitual deve responder a uma pergunta específica que direciona a elaboração e a sua leitura. Assim, ao trabalhar os Temas com o Livro do estudante, esse recurso torna-se valioso para ajudar o professor a verificar o conhecimento declarativo dos estudantes a respeito do conteúdo vinculado às habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, mobilizando também as competências gerais 1 e 2. Sugerimos duas maneiras de utilizar essa ferramenta.

1. Solicitar aos estudantes que construam um mapa, com base no seguinte questionamento: "Quais são os principais assuntos tratados ao longo do Tema?". Nesse caso, é importante que o professor ensine os estudantes a construir um mapa conceitual, realizando um treinamento sistemático para que eles manipulem corretamente os componentes essenciais, as proposições, hierarquia e a pergunta focal. Os artigos de Moraes e colaboradores (2011) e Moreira (2012) são excelentes referências para auxiliar nessa tarefa.
2. O professor elabora um mapa conceitual sobre o Tema estudado com termos de ligação ou conceitos de modo que algumas proposições estejam conceitualmente incorretas. Os erros devem ter níveis simples, intermediários e difíceis. Os mapas são distribuídos à turma e solicita-se aos estudantes que identifiquem os erros e sugiram uma forma de corrigi-los. O professor deve avaliar a quantidade de erros identificados e sua complexidade, bem como as sugestões de correção.

Nas duas sugestões de uso, o professor pode solicitar a construção ou a análise do mapa em grupo ou individualmente. Além disso, é importante que os estudantes exponham esse aprendizado para a turma, o que permitirá ao professor reconhecer as dificuldades conceituais do educando, gerando um momento metacognitivo. Esse momento também é uma oportunidade de avaliar como os estudantes mobilizam a competência geral 4, que tem como foco a comunicação.

- **Debate**

O debate é uma atividade intencionalmente planejada e estruturada para exposição dos diferentes pontos de vista sobre determinado assunto e assume diversos formatos (simulações de assembleias, júris, convenções etc.). Como instrumento de avaliação, permite que o professor observe os estudantes por meio das habilidades que o uso dessa ferramenta revela: conhecimento escolar, argumentação, oralidade, organização estratégica do pensamento e capacidade de escuta, favorecendo assim a mobilização de diversos elementos que compõem as Competências Gerais 1, 4, 7 e 9. É importante que o professor crie uma lista de critérios de avaliação para acompanhar a discussão e, assim, consiga orientar melhor a conduta de cada estudante.

A Coleção cria oportunidades para que o debate seja valorizado como estratégia de aprendizagem e, consequentemente, de avaliação. Destacamos a seção **Pensamento crítico e argumentação** por geralmente apresentar temas controversos e demandar um posicionamento dos estudantes. As seções **Reflexões sobre a Ciência; Valores e atitudes; Comunicação; Prática investigativa** (tópico *Discuta com seus colegas*) também permitem organizar esse tipo de atividade, uma vez que estimulam a participação ativa dos estudantes, convidando-os a expor suas opiniões e refletir sobre os diferentes pontos de vista.

Além desses instrumentos, é possível, a realização de resumos, relatórios ou fichas de observação, principalmente durante o trabalho com a seção **Prática investigativa**; confecção de portfólio individual ao longo do estudo da Unidade; elaboração de *blog*, produção de vídeos e animações em *stop motion* para divulgação de informações para a comunidade, um dos focos da seção **Comunicação** e ainda a utilização de rubrica (que indica, em escala, as expectativas específicas para determinada tarefa) para avaliar o trabalho em grupo, que pode ser feito em qualquer seção do livro.

A seção **Atividades** no Livro do estudante, composta de exercícios de múltipla escolha e questões discursivas, contribui com a preparação dos estudantes para as avaliações em larga escala, buscando inseri-los em uma cultura científica. Essa é uma oportunidade de o professor se tornar parceiro do estudante, utilizando essa seção como instrumento a serviço da

MODELO

aprendizagem do educando. Ou seja, de um lado o professor atua como mediador auxiliando na resolução dos exercícios, do outro, o educando gradativamente vai ganhando autoconfiança, tornando-se autônomo, de modo que os erros e as dúvidas possam impulsionar sua aprendizagem.

Vale destacar que durante o trabalho com as seções supracitadas, o professor deve ir além da constatação das dificuldades dos seus estudantes. É preciso compreender o nível e as condições em que eles se encontram com intuito de (re) direcionar suas ações e assim possibilitar caminhos para que o educando construa seu conhecimento. Nesse contexto, a avaliação, para o professor, assume também um caráter reflexivo, que pode ser norteado por alguns questionamentos: "Como planejo minha aula?"; "Como registro e avalio o trabalho realizado pelos estudantes?"; "Quais são as principais causas do sucesso ou fracasso das estratégias adotadas?" e "O que deve ser alterado e que deve permanecer igual?".

Justificativa e objetivos deste volume

Vivemos em um tempo de enormes desafios para o desenvolvimento sustentável. O esgotamento dos recursos naturais e os impactos negativos da degradação ambiental, incluindo a desertificação, as secas, a degradação dos solos, a escassez de água doce e a perda de biodiversidade acrescentam e exacerbam a lista de desafios a ser enfrentados. Dentro dessa perspectiva, o presente volume traz duas temáticas relevantes no contexto atual de mundo, cuja escolha foi embasada nos TCTs da BNCC e nos objetivos do desenvolvimento sustentável 2 e 6 da Agenda 2030 da ONU, e que são trabalhadas separadamente em cada uma das unidades. A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e a Coleção, por meio de um olhar articulado com outras áreas do conhecimento, assumem uma posição fundamental na formação integral dos estudantes, assegurando acesso à diversidade de conhecimentos científicos existentes e aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica. Possibilita ainda que o estudante faça escolhas e intervenções conscientes diante de problemas com que se depara cotidianamente e pautadas nos princípios da sustentabilidade e nos direitos humanos, a fim de promover o bem comum. Nesse contexto, para este volume definiram-se objetivos de aprendizagem, apresentados a seguir, que buscam garantir o desenvolvimento de habilidades e competências gerais e específicas.

Unidade 1 – Água
Compreender como ocorre a distribuição da água no planeta, os processos físicos envolvidos no ciclo hidrológico e a influência desses fatores na formação e manutenção dos ecossistemas aquáticos para avaliar as consequências da ação antrópica nesses ambientes.
Entender o funcionamento de instalações com dispositivos hidráulicos para a distribuição e armazenamento de água potável.
Discutir formas de prevenção de doenças infecciosas veiculadas pela água e o impacto de políticas públicas como tratamento da água e efluentes, para a promoção da saúde individual e coletiva.
Compreender alguns parâmetros envolvidos na certificação de potabilidade de amostras de água referentes a substâncias químicas e agentes biológicos.
Apropriar-se do conhecimento científico para propor alternativas de consumo consciente de água, como evitar o desperdício, reduzir e reaproveitar esse recurso por meio de diferentes linguagens e manifestações artístico-culturais.
Avaliar viés em argumentos para aplicar esse conhecimento na análise e na produção de discursos sobre a instalação da hidroelétrica de Belo Monte.
Comparar os diferentes tipos de pesquisa quanto aos seus objetivos.
Unidade 2 – Produção e conservação de alimentos
Reconhecer os impactos ambientais relacionados à produção de alimentos, bem como apresentar propostas individuais ou coletivas que os minimizem.
Compreender como é possível atuar sobre os fatores que afetam a rapidez das reações químicas, assim como fazer uso das radiações, para aumentar o tempo que os alimentos conservam suas características adequadas para o consumo.
Apropriar-se do conhecimento científico relacionado à fisiologia das plantas e às características das reações reversíveis para propor alternativas que aumentem a produtividade agrícola e diminuam seus impactos ambientais.
Compreender como satélites artificiais podem ser utilizados no monitoramento de grandes áreas, auxiliando na produtividade agrícola por meio de imagens amplas de fazendas, zonas de plantio e boletins meteorológicos.
Discutir as possíveis relações entre o conhecimento tradicional (senso comum) e o conhecimento científico.
Identificar e analisar falácias em debates sobre o uso de agrotóxicos para formular argumentos, atendendo à estrutura dado-conclusão-justificativa.
Propor e argumentar sobre alternativas que possam reduzir o desperdício de alimentos para promover o consumo consciente.

REPRODUÇÃO PROIBIDA

Referências bibliográficas

- ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, K. R. A. *Taxonomy for learning, teaching and assessing*: a revision of Bloom's taxonomy or educational objectives. New York: Longman, 2001.

O livro traz uma revisão da taxonomia de Bloom, que explora os currículos de três perspectivas únicas: psicólogos cognitivos, especialistas em currículo e formadores de professores e especialistas em medição e avaliação.

- ANDRÉ, C. F. O pensamento computacional como estratégia de aprendizagem, autoria digital e construção da cidadania. *Teccogs* – Revista Digital de Tecnologias Cognitivas, n. 18, p. 94-109, jul./dez. 2018.

O artigo tem como proposta instigar como o pensamento computacional, na escola, favorece a revisão das próprias produções em um processo de ideias.

- ARROIO. A. Is media literacy an urgent issue in education for all? *Problems of education in the 21th century*, v. 75, n. 5, p. 416-418, 2017.

O artigo traz uma reflexão sobre como as novas tecnologias poderiam ser usadas como meio de fornecer acesso e engajamento nos programas de aprendizagem para todos os grupos sociais da população em todo o mundo.

- AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, v. 1, 2007.

Artigo de revisão bibliográfica sobre o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) dentro do contexto do ensino de Ciências no Brasil.

- BACICH, L.; MORAN, J. *Metodologias ativas para uma educação inovadora*: uma abordagem teórico-prática [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Penso, 2018.

O livro apresenta práticas pedagógicas, na educação básica e superior, que valorizam o protagonismo dos estudantes e que estão relacionadas com as teorias que lhes servem como suporte.

- BERLAND, L. K.; HAMMER, D. Framing for scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 49, n. 1, p. 68-94, 2012.

O artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que tinha como objetivo entender como estudantes argumentam quando experimentam a necessidade de persuadir indivíduos com visões contrárias a deles.

- BORELLI, S. H. S.; FREIRE FILHO, J. (org.). Culturas juvenis no século XXI. *Revista de Antropologia*, v. 52, n. 1. São Paulo: USP, 2009. Disponível em: <revistas.usp.br/ra/article/view/27340/29112>. Acesso em: 4 jun. 2020.

O artigo apresenta uma série de pesquisas sobre práticas juvenis no Brasil e busca oferecer um panorama das transformações dos modos de ser jovem no início deste século.

- BRASIL. Ministério da Educação. Proposta de diretrizes para a formação inicial de professores da Educação Básica, em cursos de nível superior, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/ed_basdire.pdf. Acesso em: 4 jun. 2020.

O documento propõe uma formação, nos cursos de Ensino Superior, mais condizente com os desafios do mundo atual, e enumera algumas exigências para o papel do professor nessa nova perspectiva.

- BRASIL. Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*: educação é a base. Brasília: MEC/SEB, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2020.

Trata-se de um documento normativo que define o conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica.

- BRASIL. Ministério da Educação. *Temas Contemporâneos Transversais na BNCC*: Propostas de práticas de implementação, 2019. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/guia_pratico_temas_contemporaneos.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2020.

O documento explica a necessidade de abordar esses temas nas escolas mostrando que, ao contextualizar o que é ensinado em sala de aula juntamente dos temas contemporâneos, pode-se aumentar o interesse dos estudantes no seu desenvolvimento como cidadão.

- BRASIL. Ministério da educação. *Guia de Implementação do Novo Ensino Médio*. Disponível em: <http://novoensinomedio.mec.gov.br/#!/guia>. Acesso em: 4 jun. 2020.

O documento traz os fundamentos para a implementação da nova proposta para a etapa do Ensino Médio, enfatizando a importância do uso de instrumentos diversificados para avaliação do ensino-aprendizagem.

- BRASIL. Ministério da Educação. *Novo Ensino Médio – perguntas e respostas*. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/publicacoes-para-professores/30000-uncategorised/40361-novo-ensinomedio-duvidas>. Acesso em: 4 jun. 2020.

O documento reúne as perguntas mais frequentes sobre o novo Ensino Médio e as respectivas respostas.

- CARVALHO, A. M. P. Las prácticas experimentales en el proceso de enculturación cientifica. In: GATICA, M. Q.; ADÚRIZ-BRAVO, A. (ed.). *Enseñar ciencias en el nuevo milenio*: retos e propuestas. Santiago: Universidade Católica de Chile, 2006.

O artigo mostra que não é apenas o produto das Ciências que deve ser transmitido às novas gerações, mas também o processo de construção das Ciências e a cultura científica a partir de seus diversos prismas.

- CARVALHO, A. M. P. *et al*. *Termodinâmica:* um ensino por investigação. São Paulo: Feusp/Capes, 1999.

O artigo fala sobre averiguar quais as vantagens de se usar o ensino por investigação.

MODELO

- COSTA, A. C. G. da. *Pedagogia da presença*: da solidão ao encontro. Belo Horizonte: Modus Faciendi, 2001.

O livro é uma ferramenta de qualificação das relações humanas, como ética de acolhimento, respeito e empatia para com as pessoas.

- COSTA, A. C. G.; VIEIRA, M. A. *Protagonismo juvenil:* adolescência, educação e participação democrática. Salvador: Fundação Odebrecht, 2000.

O livro tem como objetivo instrumentalizar os profissionais que lidam com o desenvolvimento pessoal e social do jovem, oferecendo um conjunto de conceitos e práticas que trazem novos paradigmas de educação, com o jovem como eixo central.

- DEWEY, J. *Lógica*: teoría de la investigación. México: Fondo de Cultura Económica, 1950.

O livro demonstra que a aprendizagem deve partir da lógica, caracterizada como teoria da investigação.

- DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Revista Thema*, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

O artigo traz práticas pedagógicas que valorizam o protagonismo dos estudantes e que estão relacionadas com as teorias que lhes servem como suporte, além de apresentar as alterações necessárias na prática docente quando do uso de metodologias ativas.

- ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (eds.). *Argumentation in science education:* perspectives from classroom-based research. UK: Springer.

O livro agrupa artigos de grandes pesquisadores na área de argumentação no ensino de Ciências, combinando perspectivas teóricas e práticas relevantes.

- FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 22, n. 1, p. 42-60, 2017.

Artigo científico que traça um panorama das ações tomadas por um professor, visando instaurar e mediar a produção de argumentos pelos estudantes em sala de aula.

- FREIRE, P. *Pedagogia da esperança*: um reencontro com a *Pedagogia do oprimido*. 16. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2009.

O autor faz uma reflexão sobre *Pedagogia do oprimido*, publicado em 1968 durante o seu exílio no Chile, e analisa suas experiências pedagógicas em quase três décadas nos mais diferentes países.

- KLOSTERMAN, M. L.; SADLER, T. D.; BROWN, J. Science teachers' use of mass media to address socio-scientific and sustainability issues. *Research in Science Education*, v. 42, n. 1, p. 51-74, 2012.

Este estudo investiga os usos, relatados e reais em sala de aula, dos meios de comunicação de massa pelos professores secundários de Ciências para explorar questões sócio-científicas e de sustentabilidade.

- KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de Biologia*. São Paulo: Edusp, 2004.

O livro procura acompanhar o crescimento das pesquisas na área e a expansão e o aprofundamento dos estudos sobre o aprendizado dos alunos, mantendo, no entanto, suas características de instrumento de consulta e estudo.

- KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. *Ensino de Ciências e cidadania*. São Paulo: Moderna, 2004.

O livro faz uma análise das tendências presentes no ensino básico de Ciências, levando em consideração o que realmente é essencial para que o objetivo do seu ensino seja realmente alcançado.

- LUCKESI, C. C. *Avaliação da aprendizagem*: componente do ato pedagógico. São Paulo: Cortez Editora, 2011.

O livro oferece condições para melhor compreender o ato de avaliar a aprendizagem dos alunos e, dessa forma, orientar uma prática mais adequada às suas finalidades.

- MACHADO, V. F.; SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 2, 2012. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/c3a5/6d3136511e2012fde0b975c503ecf40ae332.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2020.

O artigo propõe uma construção teórica de categorias para as perguntas feitas pelo professor de Ciências em aulas investigativas, levando em conta o conceito de ciclo argumentativo.

- MARTINO, L. M. S. *Teorias das mídias digitais*: linguagens, ambientes e redes. Petrópolis: Vozes, 2014.

O livro faz um mapeamento dos conceitos e das teorias relacionadas à cibercultura, cultura digital, internet ou mídias digitais e apresenta os eixos temáticos dessas mídias dentro da comunicação.

- MORAES, J. U. P. *et al*. Avaliação baseada na aprendizagem significativa por meio de mapas conceituais. VIII ENPEC, Campinas, 2011.

O artigo busca fazer uso de mapas conceituais para avaliar o aprendizado dos alunos, identificando se tal aprendizado ocorreu de forma significativa.

- MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. 2012. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

O artigo mostra uma fundamentação teórica e alguns exemplos, particularmente na área de Ciências, como uma estratégia potencialmente facilitadora de aprendizagem significativa.

- MOSS, B.; LOH, V. S. *35 estratégias para desenvolver a leitura com textos informativos*. Porto Alegre: Penso, 2012.

O livro é um guia prático que apresenta atividades baseadas em pesquisas que auxiliam os professores a ensinar os estudantes a ler e pensar com senso crítico sobre textos informativos.

- NOVA ESCOLA. O que os jovens de baixa renda pensam sobre a escola. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/7307/expediente-edicao-especial-o-que-pensam-os-jovens-de-baixa-renda-sobre-a-escola>. Acesso em: 20 maio 2020.

Artigo que relata os resultados de uma pesquisa, revelando, entre outros aspectos, que os jovens de baixa renda não encontravam sentido nos conteúdos ensinados nas escolas, e evidenciando a distância entre a vida real e a rotina escolar no âmbito do uso de tecnologias.

MODELO

- NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. *Aprender a aprender*. 2. ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas. 1999.

O livro traz ferramentas com o objetivo de facilitar o processo de aprender de forma significativa.

- PEZARINI, A. R.; MACIEL, M. D. A Argumentação no ensino de Ciências: um delineamento das produções acadêmicas brasileiras no período de 2010 a 2018. *Revista Triângulo*, v. 11, n. 3, 2018. p. 212-232.

O artigo apresenta um mapeamento da produção acadêmica brasileira sobre argumentação no ensino de Ciências.

- RITCHHART, R.; CHURCH, M.; MORRISON, K. *Making Thinking Visible*: How to promote engagement, understanding, and independence for all learners.1. ed. California: Jossey-Bass, 2011.

O livro traz uma abordagem baseada em pesquisa para o ensino do pensamento. É uma coleção variada de práticas, incluindo rotinas de pensamento – pequenos conjuntos de perguntas ou uma curta sequência de etapas –, além da documentação do pensamento do aluno.

- ROGERS, C. *Liberdade para aprender*. Belo Horizonte: Interlivros, 1973.

O livro parte de questionamentos a respeito do sistema educacional; foi escrito para os profissionais da educação numa tentativa de motivar o desejo de mudança e a realização de algo concreto.

- SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, 2007.

A partir do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), o artigo propõe uma abordagem de contextualização no ensino de Ciências em uma perspectiva crítica e apresenta um modelo curricular como exemplo.

- SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química*: compromisso com a cidadania. 4. ed. Ijuí: Editora da Unijuí, 2010.

Obra dedicada ao ensino de Química, cujos fundamentos em termos de princípios para a formação da cidadania são o foco de interesse no ensino de Ciências.

- SASSERON, L. H. S. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da natureza e escola. *Revista Ensaio*, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00049.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2020.

O livro tem por objetivo discutir aspectos importantes do ensino e da aprendizagem dos conteúdos científicos no nível fundamental.

- SASSERON, L. H. S.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

O artigo apresenta um estudo qualitativo realizado após a aplicação de uma sequência didática de Ciências no Ensino Fundamental.

- SILVA, A. M. K. *Questões sociocientíficas e o pensamento complexo*: tecituras para o ensino de Ciências. Tese (doutorado) – Faculdade da Universidade de Brasília. Brasília, 2016.

A pesquisa, de cunho teórico, teve por objetivo delinear, a partir do pensamento complexo, princípios epistêmicos teórico-estratégicos orientadores nas discussões sobre Questões Sociocientíficas (QSC) em aulas de Ciências.

- SILVA, E. L. da. *Contextualização no ensino de Química: ideias, proposições de um grupo de professores*. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/marco2012/quimica_artigos/contex_ens_quim_dissert.pdf>. Acesso em: 4 jun. 2020.

A pesquisa teve como objetivo investigar as ideias e as proposições de um grupo de professores a respeito da contextualização no ensino de Química.

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

O objetivo desse livro é instrumentalizar educadores e profissionais a promover a utilização de estratégias de leitura que permitam interpretar e compreender melhor textos escritos.

- TRIVELATO, S. L. F.; SILVA, R. L. F. *Ensino de Ciências*. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

O livro aprofunda a discussão conceitual sobre temas atuais e de limites menos disciplinares e indica, ao final de cada capítulo, diversas referências bibliográficas sobre o ensino de Ciências.

- UNESCO. *Educação para os objetivos de desenvolvimento sustentável*: objetivos de aprendizagem, Brasília: Unesco, 2017.

O guia oferece orientações e sugestões que os educadores podem selecionar e adaptar para encaixar em contextos de aprendizagem concretos.

- VARGAS, D. S. O plano inferencial em atividades escolares de leitura: o livro didático em questão. *Revista Intercâmbio*, v. XXV, p. 126-152, 2012.

O artigo analisa materiais didáticos de Língua Portuguesa, no que diz respeito ao trabalho desenvolvido com os alunos em relação aos seus processos de inferenciação em leitura.

- WILSON, C.; GRIZZLE, A.; TUAZON, R.; AKYEMPONG, K.; CHEUNG, C. *Alfabetização midiática e informacional:* currículo para a formação de professores. Brasília: Unesco, 2013. 194p

A publicação faz uma abordagem sistemática e abrangente na preparação deste currículo de Alfabetização midiática informacional para formação de professores.

- WING, J. Pensamento computacional – Um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 9, n. 2, p. 1-10, maio/ago. 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/4711>. Acesso em: 20 maio 2020.

O artigo traz exemplos de como elementos do pensamento computacional estão presentes no cotidiano e evidencia a importância do favorecimento do pensamento computacional na compreensão de conceitos e no enfrentamento de desafios cotidianos.

MODERNA

UNIDADE 1 Água

Abertura

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término desta seção, o estudante seja capaz de:

- Estabelecer relação entre a visão de mundo representada na imagem de abertura e as diversas realidades existentes no mundo atual.
- Refletir sobre os impactos socioambientais atuais e futuros decorrentes do consumo não sustentável, individual ou coletivo, do recurso natural água.
- Compreender, por meio da análise de gráfico, a magnitude dos impactos socioeconômicos dos serviços inadequados de água potável e saneamento, bem como os desastres relacionados à água, tais como as secas e as inundações.
- Avaliar a disponibilidade hídrica e o acesso à água potável na realidade local e compará-la à realidade mundial.

Subsídios para o planejamento

A abertura proposta na Unidade parte do universo distópico de *Mad Max* e dos dados divulgados pela Organização das Nações Unidas (ONU) a respeito dos recursos hídricos para ilustrar como a falta de água potável afeta ou pode impactar a vida das pessoas. Esse cenário favorece o diálogo e o planejamento entre os professores da área de Ciências da Natureza e os das áreas de Linguagens, Matemática e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas para o desenvolvimento de diversas habilidades.

Não existe uma formação disciplinar prioritária para realizar o trabalho com a abertura, já que professores de **Biologia**, **Física** ou **Química** estão aptos a conduzir essa etapa. Oriente os estudantes a responder à pergunta referente à leitura da imagem da cena do filme seguida da legenda. Esse é um momento oportuno para o desenvolvimento da habilidade **EM13LGG102**, a qual pode ter participação, durante o planejamento, do professor da área de Linguagens, em especial do componente curricular **Arte**. Oriente o trabalho na direção da análise dos efeitos de sentido decorrentes da composição da imagem, como iluminação, cor, formas, referências contextuais e culturais, destacando os elementos estéticos que caracterizam o grupo social nas circunstâncias do conflito representado. O trabalho com essa habilidade favorece a ampliação do repertório crítico dos estudantes e da diversidade de modos de exprimir visão analítica quando incentivados a estabelecer um paralelo entre ficção científica e suas diversas visões de mundo com a realidade local, regional e mundial.

Para iniciar a discussão a respeito do universo distópico, pergunte aos estudantes o que eles sabem acerca do termo "utopia" e o seu antônimo. Esse debate permite uma ampliação do trabalho com a área de Linguagens, no desenvolvimento da habilidade **EM13LP49**, por meio do estudo das peculiaridades dos aspectos estruturais e estilísticos do gênero literário ficção científica.

Se possível, reserve um período para apresentar alguns trechos pré-selecionados do filme *Mad Max: estrada da fúria* e para discuti-los com os estudantes. Considerando que a classificação indicativa desse filme é de 16 anos, selecione trechos que não apresentem cenas de violência e/ou impróprias para a faixa etária.

Em seguida, auxilie os estudantes na análise e na interpretação dos dados do gráfico, o que favorecerá o desenvolvimento da habilidade **EM13MAT101**. Contribua para a compreensão de como uma grandeza se comporta ao modificar outra grandeza e as consequências dessa variação. Na situação retratada pelo gráfico em estudo, é importante que eles percebam que o diâmetro das circunferências reflete as quantidades representadas (número de pessoas afetadas, número de pessoas mortas e prejuízos econômicos) e assim sejam capazes, ao final da discussão, de contrapor a situação real com a ficção, concluindo que, se não mudarmos algumas atitudes, estaremos muito próximos de uma situação extrema de disputa por água potável que acarretará graves consequências para a humanidade. Debater as implicações sociais e econômicas veiculadas em gráficos possibilita o desenvolvimento do pensamento crítico e da argumentação com base em fatos e informações, contribuindo dessa forma para o desenvolvimento da **Competência Geral 7**. O conjunto da imagem da cena do filme e o gráfico permite ao estudante que utilize as linguagens artística e matemática para expressar sua aprendizagem sobre a temática e assim desenvolver a **Competência Geral 4**.

Analise o contexto socioeconômico retratado na imagem para o desenvolvimento da habilidade **EM13CHS304**, que proporciona a reflexão acerca dos efeitos da ação humana individual e de instituições públicas e privadas sobre a disponibilidade e o consumo de água. Contribui ainda para o desenvolvimento dessa habilidade o estudo da dimensão geopolítica e ambiental do consumo de água, com o intuito de debater a degradação, provocada pela sociedade contemporânea, desse recurso natural. Explore a questão da disputa pela água nas diversas regiões do mundo, incluindo o Brasil, destacando que esse conflito entre nações e civilizações existe há muito tempo. Solicite aos estudantes que pesquisem casos de conflito pelo recurso hídrico no Oriente Médio.

Se julgar necessário, apresente as discussões ao longo do estudo com base em três grandes eventos a respeito do tema: a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente

MODERNA

Humano, em 1972, em Estocolmo, na Suécia; a 1ª Conferência Internacional sobre a Educação Ambiental, em 1977, em Tbilisi, na Geórgia; e a Conferência da ONU sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1992, no município do Rio de Janeiro. Se possível, convide os estudantes a fazer a leitura e, depois, propicie um debate sobre a agenda de 2030 proposta em 2015 na Assembleia Geral da ONU.

A habilidade **EM13CNT310** também pode ser explorada em concomitância com a habilidade **EM13CHS304**, permitindo aos estudantes discutir situações do dia a dia da comunidade local. Instigue-os a refletir sobre a disponibilidade e o consumo de água, bem como sobre as condições dos serviços de saneamento básico no município em que vivem, desenvolvendo, assim, a noção de pertencimento a esse local. Se julgar adequado, selecione trechos do relatório *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2019*, indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, para ampliar a discussão por meio da comparação entre o acesso à água potável na realidade local e o acesso no contexto do país.

- **Objetivos e avaliação diagnóstica**

Na abertura, trabalhe os objetivos da Unidade, bem como as questões de cada Tema propostas no boxe **Pense nisso!**. Aqui indicamos o professor da área de Ciências da Natureza que se sentir mais confortável para realizar essas ações.

As questões do boxe **Pense nisso!** podem ser usadas para o levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes a respeito dos conteúdos que serão desenvolvidos por cada um dos Temas. Compartilhe com os outros professores da área de Ciências da Natureza as dificuldades encontradas pelos estudantes. Essas questões foram concebidas com base nas habilidades do Ensino Fundamental e servem de avaliação diagnóstica para que o professor desenvolva o Tema.

A questão do **Tema 1** visa investigar se os estudantes conseguem identificar as mudanças de fase da água no ciclo hidrológico, conhecimento que está associado à habilidade **EF05CI02**. Esse conhecimento é importante para dar prosseguimento aos estudos dos processos de transmissão de calor, que serão explorados nesse Tema.

Na questão do **Tema 2** exploram-se os conhecimentos prévios dos estudantes sobre as fontes poluidoras de corpos-d'água, cujo conteúdo está associado à habilidade **EF07CI08**. O reconhecimento da interferência humana como a principal responsável pela poluição de corpos-d'água e a associação com a contaminação da água por meio de atividades cotidianas são pré-requisitos para a compreensão do processo de eutrofização, que será trabalhado nesse Tema.

A questão do **Tema 3** visa apurar se os estudantes sabem identificar a água potável como uma mistura do tipo homogênea, aprendizagem que está associada à habilidade **EF06CI01**. Esse conhecimento é importante para que eles consigam avançar no estudo das propriedades das soluções, no contexto da potabilidade, que será explorado nesse Tema.

A questão do **Tema 4** tem como objetivo sondar os conhecimentos dos estudantes acerca das características e das formas de transmissão de alguns microrganismos (vírus, bactérias e protozoários), objeto de conhecimento associado à habilidade **EF04CI08**. Essa aprendizagem é pré-requisito para o aprofundamento proposto nesse Tema, cujo conteúdo aborda doenças veiculadas pela água contaminada.

Na questão do **Tema 5** parte-se do pressuposto de que os estudantes já sabem identificar os processos de separação de materiais e assim tenham desenvolvido a habilidade **EF06CI03**. Essa compreensão oferece subsídios para a ampliação do conhecimento das etapas do tratamento convencional para obtenção de água potável e a função de cada uma delas, bem como de alguns métodos de dessalinização da água salgada.

A questão do **Tema 6** tem como objetivo verificar se os estudantes reconhecem o conceito de densidade como propriedade física dos materiais, conhecimento que está associado à habilidade **EF05CI01**. Essa compreensão é necessária para que eles ampliem o conhecimento a respeito da densidade como propriedade de um corpo ou objeto e aprofundem o estudo sobre pressão hidrostática e suas aplicações, que serão trabalhadas nesse Tema.

Tema 1 – Transmissão de calor e mudanças de fase

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término deste Tema, o estudante seja capaz de:

- Diferenciar os processos de transmissão de calor (irradiação, convecção ou condução) entre diferentes corpos.
- Compreender os aspectos físicos relacionados às fases sólida, líquida e gasosa de diferentes substâncias.
- Explicar a mudança de fase de substâncias, incluindo a água, a partir da variação de temperatura e pressão utilizando o diagrama de mudança de fase.
- Identificar as mudanças de fase que ocorrem no ciclo da água.
- Avaliar e justificar a aplicação de materiais considerando o coeficiente de condutividade térmica.
- Diferenciar os materiais em condutores térmicos e isolantes térmicos.

Subsídios para o planejamento

Este Tema deve ser conduzido pelo professor do componente curricular **Física**. Inicie a aula retomando os conceitos de temperatura e calor, mostrando as diferenças entre essas duas grandezas e esclarecendo que esses conceitos não são sinônimos. Temperatura é a medida da agitação térmica de átomos e moléculas. Calor é uma forma de energia. Utilize a rotina de pensamento *What makes you say that?* (O que faz você dizer isso?), que favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 2**, de acordo com a qual os estudantes devem exercitar a curiosidade intelectual, recorrendo a abordagens próprias da Ciência. Para realizá-la, desenhe ou projete no quadro de giz uma chaleira no fogão e pergunte a eles como ocorre a transmissão de calor no processo de aquecimento de água nesse artefato. Peça que identifiquem a fonte de calor (a chama do fogão), a matéria que está sendo aquecida (a água) e se há elementos intermediários (a chaleira). Questione: "O que vocês observam nessa situação?", "O que vocês sabem sobre isso?". O objetivo é que eles justifiquem as respostas usando evidências, portanto solicite justificativas para o que foi exposto e peça-lhes que anotem as respostas no caderno.

MODERNA

Em seguida, solicite que leiam o tópico **Convecção** no Livro do estudante e, em duplas, comparem suas anotações sobre a situação da chaleira no fogão, reavaliando as respostas. Em uma roda de conversa, conduza uma discussão questionando se as respostas dadas estavam de acordo com a visão científica. Verifique se os estudantes compreenderam que o processo de convecção térmica ocorre por deslocamento de matéria e ofereça outros exemplos, como a inversão térmica (massa de ar atmosférico frio que fica próxima à superfície terrestre presa por uma massa de ar quente acima dela) e o ar dentro de uma geladeira (o ar à temperatura ambiente se desloca para a parte superior da geladeira, é resfriado pelo congelador e desce). Nesse momento, fique atento para eventuais concepções alternativas, como as mencionadas no artigo de Louzada, Elia e Sampaio (2015), que dizem que calor é uma substância ou fluido, que calor se movimenta apenas para cima e que calor é o mesmo que temperatura. Faça as intervenções necessárias para corrigir possíveis equívocos. Esta atividade favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT101**, pois envolve a análise de energia (calor) de um sistema, e da habilidade **EM13CNT301**, com a qual os estudantes interpretam uma situação sob a perspectiva da Ciência.

Após a discussão anterior, confronte a situação da chaleira no fogão, na qual o aquecimento da água ocorre por deslocamento de matéria, perguntando: "Existe transporte de matéria no metal que compõe a chaleira?", "Há calor sendo transportado por matéria do Sol até o planeta Terra?". Peça que anotem as respostas no caderno. Em seguida, realize a atividade experimental apresentada adiante, na seção *Atividade complementar*, para trabalhar a transmissão de calor por condução em relação à sensação térmica. Organize a turma em grupos de cinco integrantes, explique o objetivo do experimento, peça aos estudantes que respondam às perguntas do tópico *Prepare-se!* e, depois, discuta as respostas com toda a turma. Na sequência, faça a leitura do material e dos procedimentos em voz alta e realize o experimento.

Embora seja uma experimentação de execução rápida, ele costuma causar alvoroço entre os estudantes por tratar de uma confusão de sensações; por isso, reserve cerca de 30 minutos para essa atividade. Em geral, eles gostam de falar sobre o que sentem e de fazer testes com outras superfícies. Novamente em grupos, os estudantes devem responder às questões do tópico *Discuta com seus colegas* e ler o tópico **Condução** no Livro do estudante. Em uma roda de conversa, promova uma discussão com base nas respostas e aproveite para esclarecer a diferença entre a transmissão de calor por convecção e condução, retomando a questão: "Existe transporte de matéria no metal que compõe a chaleira?". Espera-se que os estudantes percebam que como a chaleira é feita de metal sólido, cujo arranjo dos átomos não permite deslocamento, seus átomos transferem calor uns para os outros por vibração. Verifique ainda o entendimento dos estudantes sobre o termo "livre" de "elétrons livres", que diz respeito à maior vibração dos elétrons e não ao seu deslocamento. Por estarem menos ligados a outras partículas, esses elétrons vibram e transmitem mais facilmente sua agitação para a partícula ao lado.

Explore a **figura 1.7** com os estudantes para discutir a equação do fluxo de calor, que representa a lei de Fourier. Destaque as grandezas envolvidas: temperatura dos dois ambientes (T_1 e T_2), espessura da parede (e), área da parede (A) e intervalo de tempo (Δt). Pergunte aos estudantes, solicitando que justifiquem as respostas: "Se a diferença de temperatura aumentar, o fluxo de calor será maior ou menor?", "Se a espessura da parede diminuir, o fluxo de calor será maior ou menor?", "Se a área da parede aumentar, o fluxo de calor será maior ou menor?", "Se o intervalo de tempo for maior, o fluxo de calor será maior ou menor?". Para cada resposta dada pelos estudantes, anote no quadro de giz se a relação entre as grandezas é proporcional ou inversamente proporcional. Por fim, componha a equação do fluxo de calor de acordo com as respostas dos estudantes e compare-a com a equação do Livro do estudante. O item que pode causar confusão é a proporção entre a área da parede e o fluxo de calor, pois os estudantes podem pensar, por exemplo, em um ambiente com determinada temperatura que é expandido para um volume maior, ou seja, que tenha uma parede maior. Nessa condição, haveria resfriamento desse lado da parede e, então, a relação com o fluxo de calor seria inversamente proporcional. Deve-se, portanto, ressaltar a fixação das demais grandezas e pensar somente no aumento da área de parede. A primeira situação apresenta uma parede de área A e espessura e que, por um intervalo de tempo Δt, é atravessada por um fluxo de calor entre dois ambientes de temperaturas diferentes T_1 e T_2. A segunda situação envolve uma parede de área A' (A' $>$ A) e espessura e que, por um intervalo de tempo Δt, é atravessada por um fluxo de calor entre dois ambientes que apresentam as mesmas temperaturas da primeira situação.

Para trabalhar a propagação de calor por irradiação e promover o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT101**, descreva algumas situações do dia a dia, por exemplo, quando nos aproximamos de uma fogueira, uma lâmpada incandescente ou um aquecedor elétrico e sentimos o calor emitido por eles. Questione os estudantes: "Como o calor está sendo transportado até nós?". Peça a eles que leiam o tópico **Irradiação** do Livro do estudante e, em seguida, promova uma discussão retomando a questão: "Há calor sendo transportado por matéria do Sol até o planeta Terra?". Espera-se que os estudantes entendam que o calor é transmitido à Terra sem intermediação de matéria.

Para finalizar e verificar a aprendizagem dos estudantes, proponha a construção de uma versão simplificada de um aquecedor solar. Além de esse equipamento reunir os três processos de transmissão de calor, a construção e a interpretação do funcionamento do aquecedor solar favorecerão o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT102** e da **Competência Geral 2**, sobre a abordagem própria da Ciência. Essa atividade propicia ainda uma reflexão acerca das fontes alternativas de energia, entre as quais o aquecedor solar é uma excelente opção. Sugerimos o modelo proposto por Pimentel (2004), que envolve como elementos principais uma bandeja metálica e uma chapa de vidro.

Antes de iniciar o trabalho com o conceito de mudança de fase, utilize o simulador indicado na seção **Fique por dentro**. Essa abordagem microscópica contribui para o desenvolvimento da **Competência Geral 5**, da habilidade **EM13CNT307**, pois facilita a análise das propriedades dos materiais e auxilia os estudantes na construção dos modelos mentais mais semelhantes aos modelos científicos. Utilize o simulador na seguinte ordem:

REPRODUÇÃO PROIBIDA

1. Na página inicial, opte pelo simulador "Estados" e escolha a molécula da água no quadro superior direito "Átomos & Moléculas".
2. Sem utilizar a opção de aquecimento e esfriamento, mostre a diferença do arranjo molecular da água nas fases sólida, líquida e gasosa que aparece logo abaixo do quadro "Átomos & Moléculas". Chame a atenção dos estudantes para o grau de liberdade de movimento das moléculas e questione-os: "Em qual fase as moléculas estão mais livres e em qual estão menos livres?".
3. Em seguida, use a opção de resfriamento e pergunte: "O que acontece com o comportamento de movimentação das moléculas de água?". Perceba que, para diminuir bastante a temperatura, é necessário manter o botão na direção do modo "Esfriar" por alguns segundos. O termômetro na parte superior esquerda indica a temperatura, nas escalas Kelvin e Celsius, da amostra de água no interior do recipiente. Teste a menor temperatura possível, 0 K, e pergunte o que muda na movimentação e nas distâncias das moléculas. Esse ponto da simulação pode funcionar como um confronto à concepção alternativa dos estudantes de que não existe limite para a temperatura mínima de um objeto.
4. Use a opção de aquecimento e pergunte: "O que acontece com o comportamento de movimentação das moléculas de água?". Observe a temperatura da amostra indicada pelo termômetro, faça testes para temperaturas específicas, como 0 °C e 100 °C, e questione-os: "O comportamento da matéria muda repentinamente nessas temperaturas?".
5. Escolha outro átomo ou molécula para visualizar o comportamento de movimentação nos três estados de agregação da matéria. Chame a atenção dos estudantes para a semelhança do comportamento de átomos ou moléculas em cada estado, independentemente do tipo.

Caso não utilize o simulador, fique atento à dificuldade dos estudantes em diferenciar o estado de agregação da matéria nas suas diferentes fases, associando líquido e gases a fluidos e sólido a algo rígido.

Explore o exemplo do ciclo da água, **figura 1.15**, para trabalhar as mudanças de fase desse processo e desenvolver parcialmente a habilidade **EM13CNT105**, com a qual os estudantes avaliam os ciclos biogeoquímicos. Se julgar necessário, discuta a interferência da ação humana nesse ciclo biogeoquímico por meio do conceito de rios voadores. Utilize a reportagem de Grandelle (2015) que descreve uma situação climática anômala na região Sudeste do país consequente de ações de desmatamento da Amazônia.

Outro conceito que merece atenção é o da evaporação, quando a água em fase líquida passa à fase gasosa de forma lenta antes de atingir 100 °C. Esse processo ocorre no limite da superfície entre um líquido e um gás, por exemplo, uma roupa molhada no varal: as gotículas de água líquida contidas na fibra do tecido em contato com o ar atmosférico vão evaporar lentamente. A taxa de evaporação da água nesse caso está relacionada à umidade do ar, à temperatura ambiente, à área de superfície do líquido com o gás e às condições de vento.

Para verificar a aprendizagem dos estudantes, recorra às seções **Atividades** e **Reflita sobre seu aprendizado!**. Solicite a eles que respondam individualmente às questões da seção **Atividades** e depois, em duplas, troquem as respostas. Caso considere necessário, faça a correção no quadro de giz e proponha a construção em conjunto de um mapa mental. Finalize o Tema incentivando os estudantes a refletirem sobre a questão da seção **Reflita sobre seu aprendizado!**, favorecendo o desenvolvimento da subdimensão autoconhecimento da **Competência Geral 6** e da subdimensão metacognição da **Competência Geral 1**.

Atividade complementar

A atividade a seguir contribui para que os estudantes reconheçam que há materiais que conduzem o calor melhor que outros e que essa propriedade gera impacto na sua aplicação, favorecendo o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT307**. Além disso, ao avaliar e justificar a aplicação de determinados materiais em situações do cotidiano sob a perspectiva da Ciência, a atividade promove o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT301**, bem como da **Competência Geral 9** quando os estudantes trabalharem em grupos.

Sensações térmicas

A sensação de quente e frio que temos ao tocar um material sólido está relacionada com a facilidade ou a dificuldade do material em transmitir o calor por condução. A quantificação desse processo está representada pelo coeficiente de condutividade térmica: quanto maior o valor desse coeficiente, maior é a facilidade do material em ganhar ou perder calor. Essa propriedade é um critério para determinar o uso de materiais em circunstâncias de conforto térmico, por exemplo.

> Antes de iniciar a atividade, peça à turma que se reúna em grupos, leia todo o procedimento e consulte o infográfico **Segurança no laboratório**, no início do Livro do estudante.

Objetivos

- Compreender que a sensação de quente e frio está associada à propriedade do material em ganhar ou perder calor.
- Conhecer o significado do coeficiente de condutividade térmica.
- Reconhecer que a aplicação de materiais que envolvem conforto térmico é determinada pelas propriedades de condução térmica do material.

Cuidados: segurança e descarte

Fique atento à temperatura da água, que deve ser um pouco mais quente do que morna, ou seja, não deve chegar perto da temperatura de ebulição.

Material

- 3 recipientes metálicos, como jarra de suco ou bule de chá (Se não for possível obter três recipientes iguais, tente usar recipientes semelhantes.)
- Água quente para encher um dos recipientes
- Água gelada para encher um dos recipientes
- Mesa
- Cronômetro
- Aquecedor de água elétrico portátil, micro-ondas ou chaleira elétrica

EM MODERNA

Prepare-se!

1. Pesquisem o que é conforto térmico e qual profissional se dedica a desenvolvê-lo.
2. Com base nos coeficientes de condutividade térmica listados na **tabela 1.1** do Livro do estudante, qual superfície metálica vocês escolheriam para se deitar em um dia muito quente, uma de ferro ou de alumínio? Justifiquem.

Procedimentos

- Disponham os recipientes em cima de uma mesa da seguinte forma: recipiente da direita com água gelada e da esquerda com água quente (em uma temperatura na qual seja possível manter a mão encostada por 30 segundos) e o recipiente do meio vazio.
- Um por um, cada integrante do grupo deve tocar com a mão direita no recipiente frio e com a esquerda no recipiente quente e aguardar 30 segundos cronometrados. Em seguida, deve tocar com as duas mãos no recipiente vazio.

Discuta com seus colegas

1. Pela sensação das mãos, é possível determinar se o recipiente do meio está quente ou frio?
2. Qual é o sentido do fluxo de calor entre as mãos e os recipientes nos seguintes momentos: mão que toca o recipiente quente, mão que estava no recipiente quente e toca o recipiente do meio, mão que toca o recipiente frio, mão que estava no recipiente frio e toca o recipiente do meio?
3. Como o sentido do fluxo de calor está relacionado à sensação de quente e frio?
4. Explique, em termos do coeficiente de condutividade térmica, a diferença no uso de revestimentos de piso em moradias localizadas em locais de climas quentes e frios.

• Resoluções da atividade complementar

Prepare-se!

1. Conforto térmico é um estado em que as pessoas que usufruem de uma construção sentem-se bem em relação à temperatura. Arquitetos e engenheiros civis se dedicam a buscar condições favoráveis para atingir conforto térmico.
2. Para se sentir mais confortável, escolhe-se o metal com maior coeficiente de condutividade térmica, alumínio, pois o calor do corpo será mais facilmente transferido à superfície metálica.

Discuta com seus colegas

1. A sensação térmica de tocar o recipiente vazio, que está em temperatura ambiente, é contraditória, pois a mão que estava tocando o recipiente gelado sente o recipiente quente e a mão que estava no recipiente quente sente o recipiente frio. Isso acontece porque o metal é um bom condutor térmico: a mão que estava tocando o recipiente gelado ganhará calor do recipiente em temperatura ambiente, que vai parecer estar quente; e a mão que estava tocando o recipiente quente perderá calor para o recipiente do meio, que vai parecer estar frio.
2. A mão que tocar o recipiente com água quente receberá calor, portanto o fluxo de calor terá sentido do recipiente para a mão. Essa mesma mão perderá calor ao tocar o recipiente do meio, que está em temperatura ambiente, portanto o fluxo de calor terá sentido contrário: da mão para o recipiente. A mão que tocar o recipiente com água gelada perderá calor, portanto o fluxo de calor terá sentido da mão para o recipiente. Essa mesma mão ganhará calor ao tocar o recipiente do meio, que está em temperatura ambiente, portanto o fluxo de calor terá sentido do recipiente para a mão.
3. Receber calor significa ter a sensação de calor e perder calor significa ter a sensação de frio.
4. O piso frio é um bom condutor de calor porque apresenta coeficiente de condutividade térmica alto. Ao entrar em contato com esse tipo de piso, perdemos calor rapidamente para ele, tendo a sensação de frio, apesar de ele estar à mesma temperatura que o ambiente e os demais objetos. Por isso, ele é muito utilizado em regiões de clima quente. O carpete ou o piso de madeira, por exemplo, apresentam coeficiente de condutividade térmica baixo e conduzem o calor de forma lenta, por isso são considerados isolantes térmicos. Ao entrar em contato com esse tipo de piso, o fluxo de calor é pouco intenso, portanto não há sensação nem de frio nem de calor.

Tema 2 – Vulnerabilidade dos recursos hídricos

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término deste Tema, o estudante seja capaz de:

- Relacionar a penetração da luz solar com as zonas fótica e afótica e diferenciar, adaptativamente, os tipos de organismos marinhos: plâncton, nécton e bentos.
- Reconhecer os sinais de poluição dos ecossistemas aquáticos e suas consequências para o ambiente e para os seres humanos.
- Caracterizar os ecossistemas aquáticos marinho e de água doce, compreendendo suas particularidades.
- Avaliar as consequências da ação antrópica nos ambientes aquáticos.
- Analisar o ambiente aquático com base nos parâmetros DBO e presença de nitrogênio e fósforo e propor intervenções que promovam a melhoria na qualidade de vida das populações do seu entorno.
- Aplicar diferentes abordagens metodológicas para compreender a dinâmica da matéria nos ambientes aquáticos.
- Analisar as inferências socioculturais no ambiente ao longo do desenvolvimento da população humana.
- Relacionar as práticas de consumo e responsabilidade socioambiental, individual e de instituições públicas e privadas, com relação à conservação dos recursos hídricos.

Subsídios para o planejamento

O Tema 2 deve ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Biologia**. Neste Tema serão estudados os ecossistemas aquáticos tendo como foco a fragilidade dos recursos hídricos e os danos causados a esses ecossistemas pela ação antrópica. Este Tema pode ser planejado em conjunto com o componente curricular **Geografia** visando compreender a divisão geopolítica das reservas de água

MODERNA

doce e os aspectos socioambientais do entorno de ambientes aquáticos, o que favorece o desenvolvimento das habilidades **EM13CHS301** e **EM13CHS304**. O assunto também pode ser trabalhado com o componente curricular **Química**, com o intuito de entender a importância do gás oxigênio dissolvido em água e os fatores que alteram sua solubilidade, o que será apresentado no Tema 3. Esse trabalho favorece o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT203** e **EM13CNT206**.

Inicie o estudo do Tema recapitulando os conhecimentos dos estudantes com as seguintes questões: "Qual é a substância que cobre a maior parte da superfície do planeta?", "O que é a hidrosfera?", "Quanto dessa água é doce?", "Toda água doce está disponível para consumo? Por quê?". Solicite aos estudantes que consultem a **figura 2.1** e permita-lhes concluir que a porcentagem de água disponível para consumo é mínima. Levando em conta essa conclusão, questione-os sobre o gasto de água na indústria e na agricultura e introduza o conceito de "pegada hídrica" ou "pegada de água". Utilize a **figura 2.2**, apresentada no Livro do estudante, para dar alguns exemplos. Peça aos estudantes que expliquem como eles acham que se chegou a esses números. Esclareça que o cálculo da pegada hídrica não está atrelado apenas ao consumo de água, mas também à água que é utilizada durante uma atividade ou a produção de um bem. Nesse momento, o desenvolvimento da habilidade **EM13CHS304** é favorecido, uma vez que permite aos estudantes compreender a relação entre suas práticas de consumo e a responsabilidade socioambiental individual, bem como de instituições públicas e privadas na conservação dos recursos hídricos.

Conduza a discussão para questões do dia a dia, como o consumo de roupas e alimentos, estimulando-os a analisar os próprios hábitos e perceber que o problema do uso inadequado dos recursos naturais também está relacionado ao cotidiano deles. Recomende aos estudantes a leitura do relatório **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2018**, sugerido no boxe **Fique por dentro**, dando especial atenção ao capítulo 5, no qual é discutida a crise hídrica. Sugira aos estudantes que elaborem um texto argumentativo em que comentem a crise hídrica e o papel da sociedade e do governo na sua resolução. Essa reflexão permitirá aos estudantes fazer escolhas com autonomia, responsabilidade e consciência crítica, além de incentivar o consumo consciente, a responsabilidade socioambiental e um posicionamento ético em relação aos cuidados com o planeta, favorecendo assim o desenvolvimento das **Competências Gerais 5; 7 e 10**.

Como estratégia didática para desenvolvimento do tópico **Ecossistemas aquáticos**, proponha um estudo em grupos com apresentação para toda a turma, tendo em vista que isso permite o desenvolvimento das relações interpessoais entre os estudantes, incentiva a autonomia e a gestão do próprio aprendizado, fomenta a comunicação e a disseminação de informações baseadas em fatos e proporciona o exercício do protagonismo na vida pessoal e coletiva, como preconizam as **Competências Gerais 2, 4, 7 e 9**.

Oriente os estudantes a se organizarem em grupos, que ficarão responsáveis por estudar um dos ecossistemas aquáticos: rios, lagos, oceanos e manguezais. Se considerar necessário, inclua também no estudo biomas que necessitem de água para existir, como é o caso de pântanos, charcos e outros locais inclusos no conceito de zonas úmidas. Utilize essa informação também para expandir a percepção dos estudantes acerca de ecossistemas aquáticos. O Livro do estudante será a fonte principal de informação, mas sugira a busca por artigos, reportagens e vídeos que contenham informações relevantes e confiáveis abordando os ecossistemas selecionados. Vale ressaltar que os manguezais não são apresentados no livro texto.

Informe aos estudantes que o trabalho será dividido em duas etapas: a primeira terá como foco o estudo dos ecossistemas aquáticos e a segunda uma prática investigativa analisando os efeitos poluentes nas águas.

- **1ª etapa**

Proponha aos estudantes uma situação fictícia em que a ONU abra um concurso com o objetivo de selecionar e financiar projetos de proteção a determinado ecossistema. Para concorrer, cada grupo deve fazer uma apresentação de um ecossistema na qual sejam evidenciados os seguintes pontos: suas principais características e as características de sua flora, as quais favorecem o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT203**; os principais fatores abióticos que influenciam o ecossistema, adaptações da sua fauna e classificação dessa fauna de acordo com seu modo de vida, assuntos que contribuem para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT202**; ameaças causadas pela ação humana, propostas de exploração sustentável desse ecossistema e programas de educação ambiental, que favorecem o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT206** e **EM13CHS301**.

É importante deixar claro que todos os integrantes do grupo devem fazer parte da exposição oral. Durante as apresentações, se sentir necessidade, faça interferências para corrigir eventuais erros ou complementar informações.

As apresentações devem ser avaliadas por todos os estudantes. Assim, elabore com a turma os critérios de avaliação, considerando os seguintes itens: conteúdo apresentado; cumprimento do tempo de apresentação; qualidade do material de apoio utilizado; participação dos integrantes e desenvoltura durante a apresentação (comunicação verbal e não verbal). Por fim, cada grupo deverá elaborar um relatório que contenha um parecer sobre cada apresentação ressaltando pontos positivos e negativos, com base nos critérios de avaliação, bem como diferenças e semelhanças entre os biomas estudados.

Após esse trabalho, se ainda houver tempo, você poderá fazer uma saída de campo para uma praia, um manguezal, um rio, um lago ou um pântano, pois esse tipo de atividade permite conectar o conhecimento científico com o cotidiano dos estudantes, além de proporcionar observação, seleção, comparação e análise de dados e uso de diferentes formas de registro e interpretação, que envolvem leitura, escrita e várias formas de expressão. Essas características permitem o desenvolvimento das **Competências Gerais 2, 4 e 7,** fomentando ainda o desenvolvimento das habilidades **EM13CHS301**, **EM13CNT203** e **EM13CNT206**, à medida que os estudantes passam a compreender a importância ambiental, social e econômica dos biomas regionais e a relacionar os impactos das práticas humanas com o ambiente.

Se optar por realizar a saída de campo, defina os objetivos, que podem ser o resgate do conhecimento já adquirido pelos estudantes e a demonstração na prática de como a atividade

humana impacta os ecossistemas aquáticos. Sugerimos a leitura do artigo de Favoretti *et al.* (2018) apresentado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, que pode servir de inspiração para realizar essa atividade. Além disso, é importante planejar o evento com antecedência, incluindo um roteiro de estudo para antes e após a saída de campo, a solicitação da autorização dos pais, o meio de transporte, além de uma revisão das normas de segurança. Busque parcerias com outros professores, como o de **Geografia**, que será essencial para o desenvolvimento da habilidade **EM13CHS301** e cuja participação na saída de campo poderá facilitar a logística da atividade.

- **2ª etapa**

O experimento proposto na seção **Prática investigativa** permite aos estudantes o desenvolvimento das **Competências Gerais 2, 7 e 9**, uma vez que estimula a curiosidade intelectual e recorre a uma abordagem científica para formular hipóteses, argumentar e resolver problemas, de forma respeitosa, com empatia e em cooperação. Além disso, favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT301**, porque permite vivenciar aspectos da prática científica, propondo hipóteses para dados observados. Caso queira aprofundar seus conhecimentos a respeito dos indicadores ambientais em ecossistemas aquáticos para desenvolver a prática investigativa, consulte o material de Pedrozo e Kapusta (2010) disposto na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Antes do início dos procedimentos, oriente os estudantes a responder às questões do tópico **Prepare-se**. Depois, peça que se organizem em grupos com os mesmos integrantes da etapa anterior e discutam suas respostas, reavaliando-as. Explique o objetivo do experimento e leia os tópicos **Segurança** e **Descarte**. Enfatize a necessidade de conhecer e seguir as regras de segurança durante a realização da prática. Leia a lista de material e explique o passo a passo do experimento para que os estudantes possam resolver as dúvidas. Se for possível, permita a cada grupo que realize o experimento, promovendo assim a autonomia e a participação dos estudantes, além da criação de um número de réplicas que permitirá avaliar determinadas alterações nos resultados.

Caso seja utilizado o mesmo recipiente graduado para o preparo de todas as soluções, é recomendável iniciar o procedimento pela solução de menor concentração, pois, se houver um resquício de solução entre os preparos, esse resquício deve preferencialmente apresentar a concentração menor que a próxima solução a ser preparada, a fim de minimizar os erros experimentais por causa da variação de concentração.

No primeiro dia do experimento, após a montagem das garrafas do tratamento controle e com distintas diluições de NPK, fomente uma pequena discussão com os estudantes, sobre as questões 1 e 2 do tópico **Discuta com seus colegas**. Após sete dias, solicite aos estudantes que finalizem a questão 2 do referido tópico e preparem os pedaços de esponja de aço para inserir nos recipientes. Após cinco dias, conclua o experimento com eles e recomende que construam uma tabela para o registro dos resultados, o que facilitará a posterior discussão sobre os dados. Em seguida, discuta as questões de 3 a 7 do tópico **Discuta com seus colegas** e complemente os resultados do experimento e a discussão apresentando o conceito de eutrofização e os aspectos envolvidos nesse processo.

Para avaliar a aprendizagem sobre os conceitos trabalhados no Tema, peça aos estudantes que resolvam as questões da seção **Atividades**. De maneira a complementar a avaliação continuada da aprendizagem dos estudantes, proponha a reflexão sobre a questão de autoavaliação disposta na seção **Reflita sobre seu aprendizado!**, favorecendo o desenvolvimento das **Competências Gerais 1 e 6**.

Tema 3 – Água potável: parâmetros físico-químicos

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término deste Tema, o estudante seja capaz de:

- Diferenciar eletrólitos fracos, fortes e não eletrólitos com base em testes de condutividade elétrica.
- Relacionar a condutividade elétrica das soluções com o grau de ionização ou dissociação iônica.
- Compreender os fatores que influenciam a quantidade de gás oxigênio dissolvido em corpos-d'água.
- Expressar a concentração de uma solução de diferentes formas, reconhecendo as relações entre elas e sua utilidade na compreensão de rótulos de produtos e da legislação.
- Relacionar a escala de pH com a concentração em quantidade de matéria de cátions hidrogênio e com a acidez das soluções.
- Reconhecer a ocorrência de hidrólise salina e suas consequências no pH das soluções aquosas.
- Formular os conceitos de caráter ácido e caráter básico como decorrentes de interações entre substâncias.

Subsídios para o planejamento

O Tema 3 deve ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Química**. Inicie o trabalho retomando o conceito de substância e estabeleça a diferença entre os conceitos de pureza, do ponto de vista da Química, e potabilidade, com base nos seguintes questionamentos: "Como reconhecer se uma substância é pura?"; "A água que chega à sua casa é considerada pura?"; "Quais são os significados de água pura e água potável?"; "Esses tipos de água apresentam as mesmas propriedades?". Registre as respostas no quadro de giz e explique aos estudantes que a pureza indica que a espécie química água é somente água (H_2O) e tem propriedades específicas que a caracterizam, como temperatura de ebulição de 100 °C a 1 atm, temperatura de fusão de 0 °C a 1 atm e densidade a 20 °C de 0,998 g cm^{-3}. Já a potabilidade se refere ao auxílio na manutenção da saúde dos seres vivos, incluindo o ser humano.

Comente com os estudantes que as águas subterrâneas, por exemplo, têm uma quantidade maior de íons dissolvidos, enquanto a água de um rio tem muitas substâncias moleculares provenientes das árvores, dos animais e dos microrganismos que vivem e dependem da água. Dessa forma, a composição da água varia de acordo com a localidade, a estação do ano e o ecossistema à sua volta. Assim, a água mineral retirada de uma fonte é diferente da água procedente da torneira das casas, que passa por um tratamento para tornar-se potável, e também é diferente da água captada de um poço artesiano, já que as substâncias dissolvidas nessas três fontes de água são diferentes.

MANUAL DO PROFESSOR

Se possível, leve para a sala de aula diferentes rótulos de água mineral e peça aos estudantes que os analisem. Ao longo do estudo, eles vão discutir os parâmetros apresentados nos rótulos. Faça-os perceber as diferenças em termos de composição química.

Após essa discussão, solicite aos estudantes que formem pequenos grupos e realizem as atividades das etapas a seguir.

- **1ª etapa**

Os estudantes devem ler todos os tópicos do Tema 3 e anotar no caderno as principais ideias de cada um. Na sequência, devem compartilhar as informações, anotando as opiniões e as dúvidas do grupo. Esses procedimentos ajudam os estudantes a valorizar diversas perspectivas e a exercitar o respeito mútuo e favorecem o diálogo com seus pares, desenvolvendo elementos da **Competência Geral 9** e propiciando a participação ativa dos estudantes na construção do próprio conhecimento.

Em seguida, solicite ao grupo que resolva as questões propostas na seção **Atividades**. Essas questões favorecem o desenvolvimento de alguns elementos da **Competência Geral 7**, segundo a qual os estudantes têm subsídios para posicionar-se criticamente, inferir e até fazer previsões sobre o fato ou fenômeno em estudo.

Nessa etapa, observe os grupos e a interação entre os estudantes, bem como estimule-os a pesquisar por conta própria os termos, os conceitos e o conteúdo que não compreenderam.

- **2ª etapa**

Utilize a rotina de pensamento denominada *Domino discover* (Rotina do dominó) para garantir que todos os grupos apresentem seus pontos de vista sobre a leitura do Tema 3. Informe aos estudantes que a cada tópico discutido é necessário que um integrante comunique as ideias do grupo (anotações feitas na etapa anterior). Oriente os grupos a anotar pontos que considerarem importantes durante a discussão. Estabeleça a ordem em que os grupos vão falar e siga estes passos: 1. Peça a cada grupo que apresente as ideias principais acerca do tópico **Propriedades das soluções**. 2. Anote no quadro de giz as palavras-chave de cada grupo. É importante atentar aos erros dos estudantes para posterior discussão. 3. Desafie os estudantes a procurar padrões ou diferenças nas respostas dos grupos. Aproveite também para esclarecer os equívocos que surgirem sobre o tópico.

Repita essa mesma dinâmica para as outras duas perguntas da etapa anterior em relação ao tópico estudado: quais são as dúvidas do grupo e o que não conseguiram entender. A valorização dessa estratégia favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 2** e da habilidade **EM13CNT301**, uma vez que se pode priorizar a formulação de perguntas e hipóteses para garantir uma base sólida para a investigação e a interpretação de dados e informações com base em critérios científicos.

Siga os passos sugeridos anteriormente para todos os tópicos trabalhados no Tema 3: **Solubilidade, Saturação, Curva de solubilidade, Soluções eletrolíticas e não eletrolíticas, Concentração** e **Caráter ácido-base**.

Enfatize que o termo "entidades elementares", de acordo com a Iupac (*Gold Book*), caracteriza qualquer objeto ou evento contável, que pode ser um átomo, uma molécula, um íon, um elétron, ou qualquer outra partícula ou grupo especificado de partículas. O uso desse termo reforça que o primeiro passo em medições em Química e Biologia é a identificação.

O estudo das propriedades das soluções contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT307**; assim, quando abordá-lo, verifique as concepções dos estudantes em torno dos conceitos de sistema homogêneo e heterogêneo, substância pura e solução. O artigo de Carmo e Marcondes (2008) apresenta algumas propostas para os conceitos das soluções. Comente que se pode preparar uma solução em que a água é o soluto e o etanol é o solvente. Mencione ainda que é possível ter soluções na fase gasosa, como o ar atmosférico; e na fase sólida, como as ligas metálicas (bronze, latão, ouro 18 quilates).

Fale sobre o fato de o processo de dissolução não ser uma transformação química, saliente a distinção entre soluto e solvente e esclareça os parâmetros da dissolução, reforçando que não há perda de massa. Se necessário, aprofunde a discussão e explique brevemente o conceito de interações intermoleculares.

Demonstre em sala de aula o processo de dissolução utilizando, por exemplo, permanganato de potássio e água. Use luvas descartáveis e pequenas quantidades de substância. Evite o contato com a pele, os olhos e as mucosas. Para enriquecer a atividade, utilize dois sistemas: deixe um em repouso e submeta o outro à agitação, utilizando um bastão de vidro ou espátula. Peça aos estudantes que, antes da realização da prática, façam previsões sobre os resultados. Depois, solicite a eles que elaborem hipóteses para explicar o que foi observado. Espera-se que eles percebam que a agitação acelera o processo.

Muitas vezes, os conceitos de dissociação e ionização também são confundidos e utilizados de forma equivocada. Assim, verifique e esclareça os termos: ionização, solvatação, dissociação e dissolução.

Como as propriedades coligativas, assunto abordado no Tema 5, dependem do número relativo de partículas entre soluto e solvente, neste Tema descrevemos algumas formas de expressar a grandeza concentração. Embora a concentração comum e a concentração em quantidade de matéria não sejam as mais adequadas para o estudo quantitativo dos efeitos coligativos, elas foram incluídas pela relevância na temática e na aplicação em outros cálculos químicos.

Quando abordar o tópico **Caráter ácido-base**, amplie a discussão desenvolvendo, com os estudantes, uma escala de pH a partir do extrato de repolho-roxo e classifique os materiais presentes no cotidiano em ácidos ou básicos. O importante é que eles identifiquem o caráter ácido e o caráter básico como decorrentes de interações entre substâncias e, assim, desenvolvam parcialmente a habilidade **EM13CNT101**.

Outra sugestão para identificar o caráter ácido, básico ou neutro dos materiais e mobilizar a **Competência Geral 5** é por meio do simulador indicado na seção **Fique por dentro**.

EXCLUSIVA

- **3ª etapa**

A última etapa tem como objetivo a criação de uma estratégia para conscientizar a comunidade dos riscos de consumir água fora dos padrões de potabilidade. Se possível, parte desta etapa deve ocorrer no laboratório de informática para que os grupos realizem as pesquisas.

Oriente os estudantes a consultar a Resolução nº 357/2005, do Conama, bem como a Portaria nº 518/2004, que estabelece os procedimentos e a vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade. Sugira a leitura dos relatórios de qualidade da água distribuída pelo sistema de abastecimento e o Índice de Qualidade das Águas (IQA). Os estudantes podem acessar o *site* do órgão responsável por esse monitoramento, ou podem buscar as informações, até mesmo de todo o país, no *site* da Agência Nacional de Águas (ANA). A análise das leituras sugeridas e a criação da estratégia de conscientização permitem que os estudantes avaliem os riscos da exposição e do consumo da água com base em sua composição, o que contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT104**, bem como de elementos da **Competência Geral 10**, ao refletirem sobre o impacto de suas decisões nos grupos e na sociedade.

É importante que as estratégias de conscientização sejam validadas pelo professor antes de serem divulgadas pelos estudantes em suas redes sociais.

Proponha a realização do experimento, indicado na *Atividade complementar* a seguir, que tem como objetivo principal avaliar o efeito da presença de um contaminante no desenvolvimento de um organismo vivo (a cebola). Organize a turma em grupos de cinco integrantes, explique o objetivo do experimento e peça aos estudantes que respondam às perguntas do tópico *Prepare-se!*

Discuta as respostas dadas às questões e, depois, leia a lista de material e os procedimentos. Proponha as seguintes questões aos estudantes: "1. O que esperam que aconteça com as raízes da cebola? (Respostas variáveis.)", "2. O que acontece se a cebola não estiver em contato com a solução? (As raízes não cresceriam, pois também precisam da água para crescer.)", "3. Por que todos os recipientes devem ficar juntos? (Para que as raízes cresçam nas mesmas condições de temperatura e luminosidade.)".

Oriente os estudantes a preparar 1 L de solução-estoque para toda a turma, pois o volume que será usado para preparar as demais soluções é pequeno. Auxilie-os no cálculo das soluções diluídas a partir do volume da solução-estoque, pois esse conteúdo não foi estudado no Tema 3. Explique a eles que diluir significa preparar uma solução com concentração menor pela adição de mais solvente. Nesse processo, a quantidade de soluto permanece constante ao longo da diluição, porém o volume da solução aumenta, de modo que há menos soluto por unidade de volume. Desse modo, a concentração diminui e a solução obtida é denominada diluída. Fique atento a uma possível confusão de conceitos dos estudantes com os termos "diluir" e "dissolver", já que na linguagem do cotidiano muitas vezes ambos são considerados sinônimos.

No final dos sete dias, os estudantes devem responder em grupo às questões do tópico *Discuta com seus colegas* e compartilhar os resultados com os demais grupos, comparando-os e construir um gráfico com o tamanho médio das raízes em cada cebola. Ressalte que, ao fazer o gráfico, os estudantes terão um valor mais representativo do fenômeno, uma vez que dessa forma algumas eventuais diferenças nas concentrações, má-formação no crescimento das raízes da cebola ou nas condições ambientes podem ser minimizadas. Uma das características do experimento científico é sua reprodutibilidade, por isso os cientistas os repetem diversas vezes para obter mais confiabilidade nos seus resultados.

Proponha a reflexão da seção **Reflita sobre seu aprendizado!** para finalizar o Tema, favorecendo o trabalho com as **Competências Gerais 1 e 6**.

Atividade complementar

A proposta desta atividade experimental, de fácil execução e sem custos elevados, apresenta evidências dos efeitos dos íons Cu^{2+} em soluções aquosas de diversas concentrações no desenvolvimento da cebola comum (*Allium cepa*). Testes com cebola têm sido aplicados em diferentes áreas de conhecimento com o intuito de avaliar a toxicidade de compostos químicos de interesse ecológico e sanitário. Sua utilização como organismos-teste é recomendada em bioensaios porque a cebola é sensível mesmo em concentrações consideradas aceitáveis. Esse experimento, além de permitir o estudo de soluções e suas concentrações, abre espaço para uma discussão sobre os efeitos provocados pela presença de metais no ambiente e na saúde humana, favorecendo o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT104** e da **Competência Geral 2**, uma vez que os estudantes são levados a exercitar alguns procedimentos da investigação científica.

Investigando a toxicidade de íons Cu^{2+} em soluções aquosas

A presença de algumas substâncias químicas, quando fora da faixa de concentração considerada adequada de acordo com a legislação, torna a água imprópria para o consumo humano. Embora o cobre seja considerado um metal essencial, isto é, fundamental para o crescimento de todos os tipos de organismo, desde as bactérias até o ser humano, ele é necessário em baixas concentrações. De acordo com os padrões da Organização Mundial da Saúde (OMS) e a legislação brasileira, os limites toleráveis de íons Cu^{2+} na água são, respectivamente, 1,5 mg L^{-1} e 2,0 mg L^{-1}.

Antes de iniciar a atividade, peça à turma que se reúna em grupos, leia todo o procedimento e consulte o infográfico **Segurança no laboratório**, no início do Livro do estudante.

Objetivos

- Avaliar o efeito da concentração de íons Cu^{2+} no crescimento das raízes de cebola comum (*Allium cepa*).
- Preparar soluções aquosas com diferentes concentrações de íons Cu^{2+}.

Cuidados: segurança e descarte

Para o preparo das soluções, os estudantes devem usar avental e luvas simples. Quem tiver cabelos compridos deve prendê-los totalmente. Após a manipulação das cebolas e ao final do preparo do experimento, todos devem lavar as mãos com água e sabão.

As soluções de sulfato de cobre geradas podem ser filtradas para retirar resíduos que possivelmente tenham surgido durante o crescimento das raízes de cebola para, assim, serem utilizadas novamente. Após o experimento, as cebolas não devem ser utilizadas para fins alimentícios. No entanto, podem ser cortadas e enterradas no jardim da escola, pois tornam-se nutrientes para plantas e a concentração de cobre presente nas cebolas é baixa.

Os copos e as colheres descartáveis podem ser lavados e reutilizados. Dê preferência aos copos de vidro, uma vez que eles permitem observar melhor o crescimento da raiz. A régua e o copo medidor devem ser lavados e reutilizados em outras atividades práticas.

PROIBIDA

Material

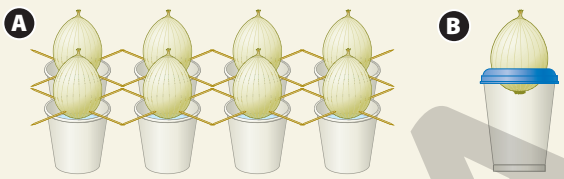
- Sulfato de cobre penta-hidratado ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) obtido em lojas de produtos para tratamento de piscinas ou de fertilizantes
- 5 litros de água mineral
- 8 bulbos de cebola com diâmetro de 3,5 cm a 4,0 cm, secos e sem formação de folhas e/ou de raízes
- 8 copos plásticos descartáveis de 80 mL ou 8 copos de requeijão vazios e com tampas
- Palitos de dente
- 1 recipiente de medida com volume de 1 L
- 1 copo medidor com volume de 250 mL
- Balança com, pelo menos, duas casas decimais
- 1 colher plástica (café) descartável
- 1 seringa de 10 mL sem agulha
- 1 régua escolar de 15 cm ou 30 cm
- 1 caneta
- 8 etiquetas

Prepare-se!

1. Pesquise a definição de elementos químicos essenciais, os critérios de sua classificação e cite alguns exemplos.
2. Pesquise a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) nº 357, que dispõe sobre os padrões de potabilidade da água e a classificação de diferentes corpos hídricos. Verifique a concentração-limite tolerável para os metais ferro, cobre, manganês, cobalto e zinco na água doce de classe 1 e explique a que se destina esse tipo de água.
3. Uma pessoa de 70 kg tem cerca de 80 mg de cobre no organismo. Essa quantidade é mantida por meio do consumo de alimentos, como crustáceos, nozes, sementes, legumes, farelo e gérmen de cereais. Pesquise os problemas causados pela deficiência de cobre no organismo humano, bem como pelo seu excesso.

Procedimento

- Pese 0,04 g de ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) e coloque no recipiente de 1 L. Em seguida, complete o volume com água mineral para formar uma solução com concentração de 10 mg L^{-1} de cobre. Essa será a solução-estoque.
- Utilizando as etiquetas, identifique os 8 copos numerando-os. O copo 1 será o de água mineral; as etiquetas dos copos numerados de 2 a 8 deverão conter os valores das concentrações das soluções que serão preparadas a partir da diluição da solução-estoque. As concentrações são: 0,04 mg L^{-1}; 0,06 mg L^{-1}; 0,08 mg L^{-1}; 0,10 mg L^{-1}; 0,20 mg L^{-1}; 0,40 mg L^{-1} e 1,00 mg L^{-1} de Cu^{2+}.
- Calcule os volumes da solução-estoque necessários para preparar 100 mL de cada uma das sete soluções, levando em consideração as concentrações de íons Cu^{2+} mencionadas. Registre essas informações em uma tabela.
- Prepare cada uma das soluções transferindo, com o auxílio da seringa, o volume da solução-estoque para o copo medidor e acrescente água mineral até completar 100 mL de solução. Com a ajuda da colher de plástico, misture bastante a solução. Em seguida, transfira cada solução preparada para o copo descartável correspondente ao valor da concentração indicado na etiqueta.
- Coloque as cebolas nos copos com as soluções, de modo que apenas a região da raiz fique em contato com o líquido. Para isso, utilize os palitos de dente para sustentar a cebola na borda do copo, como mostrado na figura A. Caso utilize copos de requeijão, coloque o bulbo da cebola sobre o orifício feito na tampa, conforme figura B.



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Representação da montagem da atividade experimental: (A) vista geral com copos plásticos descartáveis; (B) vista geral com copo de requeijão.

- Mantenha os sistemas em repouso, à sombra e em local fresco. Caso haja evaporação da solução a ponto de interromper o contato da cebola com o líquido, coloque mais água mineral para restabelecer o contato.
- Após sete dias, retire as cebolas das soluções e meça o tamanho das raízes com a régua.

Discuta com seus colegas

1. O que é possível concluir depois de retirar as cebolas das soluções? Apresentem uma explicação para suas conclusões mostrando os resultados em uma tabela.
2. Demonstrem por meio de gráfico o efeito da concentração de íons Cu^{2+} em solução relacionando-o com o percentual de crescimento das raízes das cebolas. Caso julguem necessário, utilizem um *software* de tratamento de dados para a construção do gráfico. Em seguida, compartilhem os dados obtidos com os outros grupos, calculem a média dos resultados para cada concentração e façam um novo gráfico para comparar com o primeiro.
3. Qual é a finalidade do copo 1, que contém apenas água mineral?

Fonte: PALÁCIO, S. M. *et al*. Toxicidade de metais em soluções aquosas: um bioensaio para sala de aula. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 2, p. 79-83, 2013. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/03-QS-61-11.pdf>. (Adaptado). Acesso em: 29 mar. 2020.

• Resoluções da atividade complementar

Prepare-se!

1. Elementos químicos essenciais são aqueles fundamentais para manter as funções vitais dos organismos vivos. Para que um elemento químico seja considerado essencial, ele precisa atender a quatro critérios: 1) que sua deficiência no organismo cause problemas funcionais, mas que, quando reposta a quantidade do elemento em questão, as funções sejam restabelecidas/recuperadas; 2) que o organismo não cresça ou não complete seu ciclo de vida sem o elemento; 3) que o elemento tenha relação direta com as funções orgânicas e nos processos metabólicos; 4) que a função

MODERNA

do elemento químico não possa ser executada por um elemento diferente, ou seja, que nenhum outro elemento cause o mesmo efeito no organismo. Diversos elementos químicos enquadram-se nessa definição e nesses critérios, mas a quantidade de cada um varia significativamente. São exemplos os elementos químicos majoritários, que ocorrem em grandes quantidades, como carbono, oxigênio, hidrogênio, enxofre, nitrogênio, sódio, cálcio, magnésio e fósforo. Os elementos químicos que aparecem em menores quantidades são chamados elementos traços e elementos microtraços. São exemplos de elementos traços: cobre, ferro, zinco, flúor e bromo. Já os microtraços são iodo, manganês, boro, níquel, molibidênio, cobalto e outros.

2. A citada resolução do Conama classifica os corpos-d'água de acordo com os parâmetros de qualidade e atribui a destinação adequada para cada classe. A água para o consumo humano é classificada como especial e apresenta maior nível de exigência em relação aos parâmetros físico-químicos e biológicos. A água doce de classe 1 é destinada: 1) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; 2) à proteção das comunidades aquáticas; 3) à recreação de contato primário, como natação, esqui aquático e mergulho, conforme a Resolução Conama nº 274, de 2000; 4) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e 5) à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas. As concentrações permitidas dos metais essenciais apresentados na questão são: 0,3 mg L^{-1} de Fe, 0,009 mg L^{-1} de Cu, 0,1 mg L^{-1} de Mn, 0,05 mg L^{-1} de Co e 0,18 mg L^{-1} de Zn.
3. A deficiência de cobre no organismo pode causar problemas, como manchas na pele, neutropenia, osteoporose, e doenças neurodegenerativas, como Alzheimer e Parkinson. Problemas na tireoide também podem ocorrer pela carência de cobre. O excesso de cobre no organismo tende a se acumular no sangue. Além disso, altos níveis de cobre podem causar dores musculares e nas articulações, fadiga, distúrbios no aprendizado e depressão.

Discuta com seus colegas

1. É esperado que os resultados mostrem uma redução no crescimento da raiz a partir de uma concentração aproximada de 0,04 mg L^{-1} de Cu^{2+} na solução, o que demonstra a alta sensibilidade do organismo-teste (cebola) diante do efeito tóxico desse elemento. A inibição no crescimento das raízes aumenta conforme aumenta a concentração de cobre na solução. No artigo usado como fonte de consulta, há uma tabela que pode servir de base.
2. Espera-se que os estudantes consigam calcular as porcentagens de crescimento das raízes das cebolas em relação ao tratamento controle, e, com base nesses valores, sejam capazes de elaborar um gráfico. As soluções apresentam os seguintes percentuais de crescimento das raízes: solução 1 – 100%; solução 2 – 64%; solução 3 – 56%; solução 4 – 40%; solução 5 – 30%; solução 6 – 26%; solução 7 – 10%; e solução 8 – 6%. Os percentuais de crescimento das raízes foram obtidos com base nos dados apresentados no artigo. Assim, pode ser que o experimento realizado pela turma apresente dados diferentes. Espera-se também que os estudantes consigam calcular a média entre os resultados dos grupos e elaborem um novo gráfico.
3. Espera-se que os estudantes percebam que o copo 1 fornece o controle da atividade experimental, pois nele ocorrerá o crescimento considerado normal das raízes da cebola. E esse crescimento será posteriormente comparado com o ocorrido nos outros copos.

Tema 4 – Relações entre saúde humana e tratamento de água

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término deste Tema, o estudante seja capaz de:

- Caracterizar doenças infecciosas veiculadas pela água contaminada que afetam a humanidade.
- Explicar as implicações científico-sociais do conceito de saúde como bem-estar físico, mental e social.
- Reconhecer as consequências do saneamento básico desigual e precário entre as regiões brasileiras no comprometimento da saúde humana.
- Associar as doenças a seus agentes causadores, sintomas, formas de prevenção e políticas públicas para compreender como o conhecimento etiológico pode intervir na promoção da saúde.
- Valorizar a busca coletiva de soluções para problemas de saúde pública e a adoção de atitudes que promovam a higiene ambiental e corporal e previnam a transmissão de doenças.
- Reconhecer as relações entre ciência e sociedade que emergem das campanhas de vacinação ao longo do tempo.

Subsídios para o planejamento

O Tema 4 deve ser ministrado pelo professor do componente curricular **Biologia**. Neste Tema são discutidos os principais problemas decorrentes da contaminação dos ecossistemas aquáticos com destaque para as doenças relacionadas à água, que geram problemas de saúde pública.

O trabalho com o Tema 4 pode ser dividido em três etapas: a primeira voltada ao estudo do saneamento básico, a segunda direcionada ao estudo das doenças relacionadas à falta de saneamento e a terceira voltada ao estudo das vacinas.

- **1ª etapa**

Inicie a aula com a rotina de pensamento *Creative Hunt* (Caça à criatividade), na qual os estudantes serão convidados a especular a respeito do sistema de saneamento básico. Essa rotina favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT310** e da **Competência Geral 8**, uma vez que ressalta a importância do tratamento da água e do esgoto e evidencia seu papel como promotor do bem-estar social e como indicador de qualidade de vida e da saúde pública, posicionando os estudantes como agentes transformadores do seu contexto social. Peça-lhes que formem grupos com quatro integrantes, o que contribui para o desenvolvimento da **Competência Geral 9**, e distribua blocos de notas. Divida o quadro de giz em quatro partes e nomeie-as com: "objetivo

MODERNA

geral", "partes e seus objetivos", "partes mais criativas" e "quem necessita disso". Faça o seguinte questionamento: "Qual é o objetivo do saneamento básico?". Cada grupo deve discutir, registrar as respostas no bloco de notas e, posteriormente, afixar suas respostas no local designado do quadro de giz. Leia as respostas para os estudantes e, se julgar necessário, fomente uma discussão para elucidar o conceito.

Depois, peça a cada grupo que escreva sobre dois ou três componentes dos serviços do saneamento básico e definam funções de cada um deles. Alguns exemplos de respostas são: "estações de tratamento, onde a água e o esgoto são purificados" e "aterro sanitário onde o lixo é acumulado para decomposição". Instigue os estudantes a pensar em partes menores, como "tubulações, que servem para conter a água ou os dejetos ao longo do seu deslocamento"; "torneiras e transmissões, que servem para interromper o fluxo de água"; "bueiros, que evitam a entrada de sólidos no sistema de captação de água da chuva"; "baldes de lixo, que permitem armazenar o lixo temporariamente", entre outras. Novamente, as respostas devem ser registradas nos blocos de nota e cada grupo deve ler suas respostas para a turma. A cada resposta, questione se outro grupo pensou no mesmo componente ou se alguém tem mais alguma função para acrescentar. Essas respostas, registradas nos blocos de nota, devem ser colocadas no quadro de giz, na lacuna "partes e seus objetivos". Em seguida, peça-lhes que ressaltem, entre os componentes citados, aqueles que parecem ser especialmente geniais. Um bom exercício é tentar enxergar a genialidade de todas as partes e, depois, selecionar as que se sobressaem. Uma forma de direcionar a discussão é questionando quais foram os problemas resolvidos com a criação de cada parte. Alguns exemplos de perguntas são: "Se não existisse uma tubulação, como a água seria transportada?", ou "O que acontece se amontoarmos sacos de lixo nas calçadas?", ou "Qual é a importância de tratar a água antes de devolvê-la às pessoas e ao ambiente?". Enxergar a genialidade em objetos do convívio diário abre as portas da imaginação e permite não apenas apreciar a realidade com novo olhar como também tornar-se mais criativo para resolver problemas, o que favorece o desenvolvimento das **Competências Gerais 1 e 2**. Por fim, questione: "A quem interessa o saneamento básico?". Não permita que a resposta se resuma somente "às pessoas". Lembre-os dos impactos econômicos e no desenvolvimento do país, como a diminuição da mortalidade infantil, a economia gerada em saúde graças ao investimento em saneamento, a melhoria no nível de escolaridade da população, a valorização imobiliária, o aumento do turismo etc.

Visando dar continuidade à discussão, solicite aos estudantes que busquem dados atualizados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico para explorar a distribuição desse serviço no país. Chame a atenção dos estudantes para a situação do local onde eles vivem e questione: "Existe saneamento básico no município onde vocês moram? E no bairro?" Dependendo das respostas, sugira a eles que pesquisem essas informações em fontes confiáveis, e elaborem um texto dissertativo-expositivo em resposta às seguintes questões: "Se não existe saneamento, como ele poderia ser implantado?", "Se existe, como ele foi implantado?", "Como é feita a manutenção?", "Há alguma configuração melhor para o sistema de saneamento do que aquela já implantada?". Se necessário, relembre aos estudantes que o saneamento deve atender aos cuidados com a água encanada, esgoto, água da chuva e lixo. Essa atividade proporciona o trabalho com as **Competências Gerais 4, 7, 8 e 10**.

Para aprofundar o trabalho com a habilidade **EM13CNT310** e **EM13CHS304,** realize a *Atividade complementar*, disponível a seguir. Peça aos estudantes que pesquisem, em casa, a origem e a função dos tributos no Brasil. Também peça a eles que levem para a sala de aula uma conta de água, de energia elétrica e de gás encanado. Caso os estudantes não disponham dessas contas, oriente-os a pesquisar na internet.

Promova uma discussão sobre o material pesquisado em casa, chamando a atenção para o fato de que todas as pessoas pagam tributos, mesmo as que são isentas do imposto de renda pagam tributos embutidos no preço dos bens e serviços que consomem.

Verifique se os estudantes entenderam que tributos são os pagamentos obrigatórios realizados por pessoas físicas e jurídicas, que devem ser recolhidos pelo governo. Comente que o sistema tributário brasileiro está estruturado em três níveis de competência com arrecadações tributárias diferentes: federal (45,6%), estadual (47,4%) e municipal (7,0%). Segundo dados da Receita Federal, em 2017, o Brasil foi considerado o segundo país com maior carga tributária da América Latina, 32,4% do Produto Interno Bruto (PIB), perdendo apenas para Cuba. Esclareça a diferença entre impostos, taxas e contribuições de melhoria, que, embora pareçam sinônimos, não são. Para mais informações, acesse o material oferecido pelo *Programa Nacional de Educação Fiscal*, cujo foco é informar a função social dos tributos, indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Em seguida, disponibilize um tempo para que os estudantes, individualmente, respondam às questões propostas na seção. Solicite a eles que compartilhem as respostas em duplas. Por fim, em uma roda de conversa, promova uma discussão com a participação de todos eles, incentivando-os a comunicar seus aprendizados e suas dúvidas. Essa dinâmica favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 7**, uma vez que leva os estudantes a exercitar a exposição de suas opiniões e seus argumentos, à luz de dados e informações coletados durante o estudo, procurando ser claros, coerentes e compreensíveis para os interlocutores.

A análise dos tributos embutidos nas contas de consumo proporciona aos estudantes uma formação consciente de seus direitos e de suas obrigações, colaborando, assim, para o desenvolvimento da **Competência Geral 10** e da habilidade **EM13CNT310**. Essa atividade complementar abre espaço também para aprofundar o trabalho já iniciado na *Abertura* desta Unidade, com o professor da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Nesse momento, o trabalho com a habilidade **EM13CHS304** proporciona aos estudantes reflexões e possibilidades de ações individuais em relação ao uso consciente e à preservação da água.

- **2ª etapa**

Baseado no método de sala de aula invertida, recomende aos estudantes que pesquisem e estudem, no período extraclasse, doenças relacionadas à falta de saneamento básico ou com veiculação hídrica. Essa atividade favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT104**, que envolve

EM ABERTURA

aspectos da contaminação da água pelo lixo e esgoto, e da habilidade **EM13CNT310**, que ressalta a importância de serviços e infraestrutura básicos para a saúde pública e a prevenção de doenças regionais.

Direcione a pesquisa com base nos grupamentos propostos no Livro do estudante: doenças virais, doenças bacterianas, protozooses, platelmintos parasitas e nematódeos parasitas. Os estudantes devem fazer anotações sobre os pontos mais importantes de cada grupamento, levando em consideração os seguintes tópicos: doenças que se encaixam em cada grupo; peculiaridades do agente etiológico, incluindo o ciclo de vida; formas de transmissão de cada doença; fatores que favorecem a transmissão da doença; sintomas em humanos; prevalência de cada doença do grupo na população brasileira; formas de tratamento e/ou prevenção dessas doenças. Ter acesso a essas informações possibilita aos estudantes cuidar da própria saúde física e, portanto, favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 8**.

Além de sugerir o Livro do estudante como fonte principal de pesquisa, indique também os *sites* recomendados nos boxes **Fique por dentro** e a busca de textos em outros repositórios confiáveis.

Posteriormente, durante a aula, oriente os estudantes a formar grupos para compartilhar os aprendizados, esclarecer dúvidas e resolver as questões da seção **Atividades**. Esse é um momento oportuno para o desenvolvimento das **Competências Gerais 7 e 9**. No decorrer dessa atividade, o papel do professor é, conforme o método de sala de aula invertida, oferecer suporte aos grupos dirimindo as dúvidas, explicando conceitos e acrescentando informações.

Sobre as doenças virais, chame a atenção da turma para a dificuldade de encaixar os vírus nos grupos de seres vivos conhecidos e também para a necessidade que um vírus tem de uma célula hospedeira para se reproduzir. Comente a alta incidência de poliomielite no Brasil no passado e como essa doença foi erradicada. Ressalte o papel da vacinação e da adoção de medidas de higiene para que isso acontecesse.

Sobre as doenças bacterianas, reforce as características dos seres procarióticos, sobretudo seu alto poder reprodutivo, suas distintas formas de aumentar a variabilidade genética e sua capacidade de resistir a ambientes hostis com a formação de esporos. Ao discutir as protozooses comente as mudanças na classificação do grupo e ressalte a diversidade de seres que o compõem. Quando abordar as doenças provocadas por platelmintos, enfatize as diferenças em cada ciclo de vida e a existência de diferentes hospedeiros em seus ciclos. Na discussão sobre nematodas parasitas, comente a ancilostomíase (ou amarelão) e informe que, apesar de não estar diretamente ligada à água, sua propagação deve-se à falta de saneamento básico, em razão da deposição das fezes no solo. Se considerar necessário, corrija as questões no quadro de giz para verificar a aprendizagem dos estudantes e dirimir eventuais dúvidas sobre o Tema.

Na sequência, proponha aos grupos a elaboração de uma história em quadrinhos de uma das doenças estudadas. Ressalte que a história deve contar com detalhes sobre o agente etiológico e o ciclo de vida dele, as formas de contágio e os sintomas causados nos seres humanos. Ao final da confecção das histórias em quadrinhos, organize uma breve apresentação para a turma, na qual cada equipe encena sua história. As apresentações serão um importante estímulo para que o material estudado seja bem compreendido, além de trabalhar diretamente a **Competência Geral 4**. As histórias em quadrinhos e as apresentações, bem como a proposta da seção **Reflita sobre seu aprendizado!**, são oportunidades de avaliação do processo de ensino-aprendizagem e do desenvolvimento da **Competência Geral 6**.

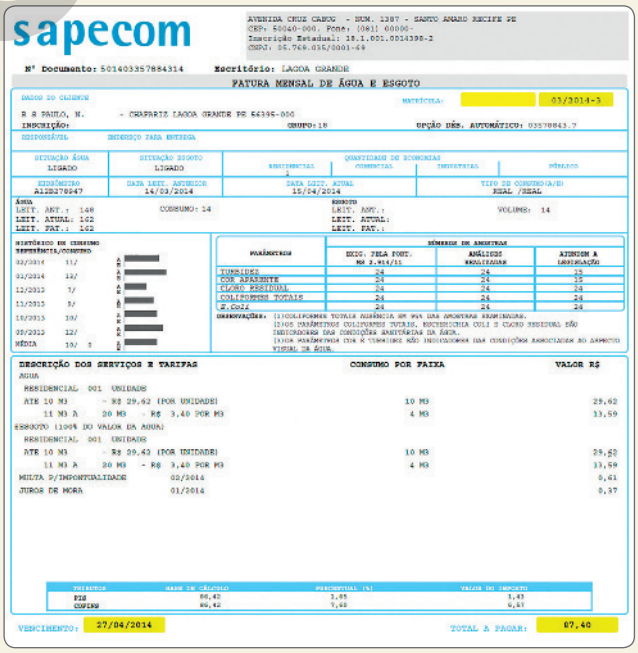
- **3ª etapa**

Inicie a aula retomando o estudo, realizado nos anos finais do Ensino Fundamental, sobre a atuação das vacinas no organismo e a relação entre a vacinação e a manutenção da saúde individual e coletiva. Em seguida, solicite aos estudantes que leiam o texto sugerido no boxe **Fique por dentro**, que trata da Revolta da Vacina. Peça-lhes que formem duplas e compartilhem os pontos que consideraram mais interessantes. Depois, os estudantes devem elaborar um texto argumentativo sobre os investimentos com vacinas e campanhas de vacinação no Brasil, incluindo comparações com, ao menos, um país. No texto, devem evidenciar e embasar suas opiniões com dados de fontes confiáveis de informação, referenciar essas fontes e, assim, desenvolver a **Competência Geral 7**. Estimule-os a utilizar repositórios de artigos científicos e publicações oficiais dos órgãos públicos. Essa atividade trabalha também a habilidade **EM13CNT310**, tendo em vista que vão lidar com a importância das campanhas de imunização para a promoção da saúde coletiva. O texto pode ser usado como forma de avaliar a aprendizagem dos estudantes.

Após a elaboração do texto, as duplas devem apresentar as principais informações para toda a turma, exercitando a argumentação e a utilização da linguagem oral, o que propicia o desenvolvimento da **Competência Geral 4**.

Atividade complementar

Em muitos municípios em que há saneamento básico, a água tratada e o esgoto são serviços cobrados por meio das contas de água, como a que é mostrada na imagem a seguir.


sapecom

AVENIDA CRUZ CABUG - NUM. 1387 - SANTO AMARO RECIFE PE
CEP: 50040-000. Fone: (081) 00000
Inscrição Estadual: 18.1.001.0014398-2
CNPJ: 06.769.035/0001-68

Nº Documento: 501403357884314 Escritório: LAGOA GRANDE

FATURA MENSAL DE ÁGUA E ESGOTO

DADOS DO CLIENTE — MATRÍCULA: 03/2014-5
R 8 PAULO, N. - CHAPARIA LAGOA GRANDE PE 56396-000
INSCRIÇÃO: GRUPO:18 OPÇÃO DÉB. AUTOMÁTICO: 03578843-7
DISPONÍVEL: ENDEREÇO PARA ENTREGA

SITUAÇÃO ÁGUA	SITUAÇÃO ESGOTO	QUANTIDADE DE ECONOMIAS		
LIGADO	LIGADO	RESIDENCIAIS	COMERCIAIS	INDUSTRIAIS	PÚBLICOS

IDENTIFICADOR	DATA LEIT. ANTERIOR	DATA LEIT. ATUAL	TIPO DE CONSUMO(A/E)
A128278947	14/03/2014	15/04/2014	REAL /REAL

ÁGUA
LEIT. ANT.: 148
LEIT. ATUAL: 162
LEIT. PAT.: 162
CONSUMO: 14

ESGOTO
LEIT. ANT.:
LEIT. ATUAL:
LEIT. PAT.:
VOLUME: 14

HISTÓRICO DE CONSUMO REFERENTE/CONSUMO
03/2014 117
02/2014 123
12/2013 77
11/2013 57
10/2013 107
09/2013 127
MÉDIA 109

PARÂMETROS	NÚMEROS DE AMOSTRAS		
	EXIG. PELA PORT. MS 2.914/11	ANÁLISES REALIZADAS	ATINGIDO A CONTENTAÇÃO
TURBIDEZ	24	24	24
COR APARENTE	24	24	24
CLORO RESIDUAL	24	24	24
COLIFORMES TOTAIS	24	24	24
E.Coli	24	24	24

OBSERVAÇÕES: (1)COLIFORMES TOTAIS AUSÊNCIA EM 95% DAS AMOSTRAS EXAMINADAS.
(2)OS PARÂMETROS COLIFORMES TOTAIS, ESCHERICHIA COLI E CLORO RESIDUAL SÃO INDICADORES DAS CONDIÇÕES SANITÁRIAS DA ÁGUA.
(3)OS PARÂMETROS COR E TURBIDEZ SÃO INDICADORES DAS CONDIÇÕES ASSOCIADAS AO ASPECTO VISUAL DA ÁGUA.

DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS E TARIFAS	CONSUMO POR FAIXA	VALOR R$
AGUA		
RESIDENCIAL 001 UNIDADES		
ATE 10 M3 - R$ 29,62 (POR UNIDADE)	10 M3	29,62
11 M3 A 20 M3 - R$ 3,40 POR M3	4 M3	13,59
ESGOTO (100% DO VALOR DA AGUA)		
RESIDENCIAL 001 UNIDADES		
ATE 10 M3 - R$ 29,62 (POR UNIDADE)	10 M3	29,62
11 M3 A 20 M3 - R$ 3,40 POR M3	4 M3	13,59
MULTA P/IMPONTUALIDADE 02/2014		0,61
JUROS DE MORA 01/2014		0,37

TRIBUTOS	BASE DE CÁLCULO	PERCENTUAL (%)	VALOR DO IMPOSTO
PIS	86,42	1,65	1,43
COFINS	86,42	7,68	6,61

VENCIMENTO: 27/04/2014 TOTAL A PAGAR: 87,40

REPRODUÇÃO/COMPESA

Conta de água de uma pessoa jurídica estabelecida em Recife, município do estado de Pernambuco.

REPRODUÇÃO

1. Observe a descrição dos serviços e das tarifas da conta de água e faça o que se pede.

a) Como ocorre a relação entre as tarifas cobradas pelo volume de água consumido e o volume de esgoto gerado?

b) Utilizando os dados da tarifa de água, calcule e compare o total a ser pago nos casos em que o consumo de água seja de 5 m^3, 10 m^3 e 20 m^3.

c) Com base nas respostas anteriores, reflita sob os pontos de vista econômico e ambiental acerca da importância de diminuir o consumo de água.

d) A conta de água apresentada é de uma pessoa jurídica. Identifique quais impostos são cobrados sobre o consumo de água e qual a alíquota de cada um deles. Pesquise sobre o significado das siglas e se o imposto é federal, estadual ou municipal.

e) Busque contas recentes de água, de luz e de gás encanado de sua residência. Verifique em pelo menos duas delas se há cobrança de impostos e, caso haja, quais são as alíquotas. Os impostos cobrados e as alíquotas recolhidas são os mesmos, independentemente do bem fornecido ou do serviço prestado? Repita a comparação com a conta de água de pessoa jurídica fornecida e escreva sua conclusão.

f) Reflita sobre a relevância dos impostos e a forma como você e sua família podem monitorar a destinação correta desses recursos pelo poder público.

2. Faça um levantamento de suas atividades diárias que consomem água, a frequência com que as realiza e a duração de cada uma delas. Com base nos dados da tabela a seguir, estime o seu consumo de água em um dia e extrapole para um mês.

Atividade	Duração	Volume médio consumido
Tomar banho de chuveiro	15 minutos	135 L
Escovar os dentes com torneira aberta	5 minutos	12 L
Lavar o rosto	1 minuto	2,5 L
Usar a descarga	6 segundos de acionamento	12 L
Usar a mangueira	15 minutos	279 L
Lavar roupa no tanque com torneira aberta	15 minutos	279 L
Lavar roupa em máquina de lavar com capacidade de 5 kg	1 lavagem	135 L
Lavar louça	15 minutos	117 L

Fonte consultada: COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=184>. Acesso em: 5 maio 2020.

3. Com base nos resultados da atividade anterior, proponha alternativas para diminuir o seu consumo diário de água.

• Resoluções da atividade complementar

1. a) Espera-se que os estudantes observem que as tarifas são as mesmas. É relevante que eles percebam que o esgoto é formado pela água residual de atividades do cotidiano como tomar banho, dar a descarga do vaso sanitário e lavar roupas e louças, de forma que, se um medidor de esgoto não estiver instalado, a estimativa do volume de esgoto gerado é bem próxima do volume de água consumido. Caso essa atividade seja repetida utilizando uma conta de água recente da residência dos estudantes, leve em consideração que, em alguns estados brasileiros, a tarifa de esgoto corresponde a um percentual menor que o total pago pela água consumida. Se for o caso do seu estado, chame a atenção dos estudantes para o fato.

b) De acordo com as informações contidas na conta, o consumo de água inferior ou igual a 10 m^3 tem uma tarifa fixa: R$ 29,62. A partir de 11 m^3, à taxa mínima de R$ 29,62 são acrescidos R$ 3,40 por m^3 de água consumida. Dessa forma, o total a ser pago por 5 m^3, 10 m^3 e 20 m^3 é de R$ 29,62, R$ 29,62 e R$ 63,62 (R$ 29,62 + 10 · R$ 3,40), respectivamente. É importante que os estudantes percebam que, assim como acontece com a conta de energia elétrica, a taxa mínima é cobrada mesmo que não haja consumo. Uma justificativa é a cobertura dos custos de manutenção da rede para que os consumidores sempre tenham o recurso disponível.

c) Espera-se que os estudantes compreendam que, apesar de a diminuição do consumo de água nem sempre estar relacionada à economia financeira, ao fazê-la, se estará economizando um recurso obtido de fontes cada vez mais escassas e haverá uma redução na produção do esgoto formado pelo uso da água nas atividades do cotidiano. O esgoto produzido demanda recursos, que são finitos, para ser tratado, e, quando não é tratado, polui corpos-d'água, afetando o ambiente.

d) Os impostos cobrados e as respectivas alíquotas são: Programa de Integração Social (PIS), alíquota de 1,65%, e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins), alíquota de 7,6%; ambos são impostos federais. Caso os estudantes desconheçam o significado do termo pessoa jurídica, bem como a diferença em relação ao termo pessoa física, esclareça a eles que pessoa jurídica é uma entidade formada por indivíduos e reconhecida pelo Estado como detentora de direitos e deveres, podendo se referir a empresas, organizações ou qualquer outro grupo com uma finalidade específica. Por sua vez, pessoa física é qualquer ser humano na condição de indivíduo detentor de direitos e deveres.

e) Resposta variável. Espera-se que os estudantes percebam que impostos distintos podem incidir sobre diferentes bens e serviços e, quando apresentam a taxação por um mesmo imposto, em geral, a alíquota recolhida é distinta. Na comparação entre os impostos pagos entre pessoas físicas e jurídicas, espera-se que os estudantes percebam que os impostos e/ou as alíquotas diferem entre elas. Idealmente, nesta atividade, os estudantes devem comparar pelo menos duas contas de diferentes serviços de suas residências. Alguns estudantes, em função do tipo de residência que habitam, podem não dispor de conta de água e/ou de gás en-

MODELO

canado. Nesses casos, instrua-os a conseguir exemplos dessas contas por meio de pesquisa na internet ou comparar notas fiscais de produtos adquiridos.

f) Resposta variável. Espera-se que os estudantes percebam que os impostos são uma forma que o poder público tem de adquirir os recursos necessários para subsidiar investimentos em diferentes áreas. Infelizmente há uma cultura de corrupção grande no país e, em muitas esferas, também de falta de transparência na gestão. Isso dificulta a destinação adequada dos recursos conseguidos e o devido monitoramento pela sociedade civil do valor arrecadado e de onde está sendo aplicado.

2. Resposta variável. Espera-se que os estudantes registrem o tempo gasto em atividades diárias que demandam água e estimem o volume de água consumido utilizando os valores fornecidos na tabela. Para isso, oriente-os a cronometrar e registrar de forma organizada no caderno os dados obtidos. Auxilie-os na interpretação dos dados e nos cálculos necessários para chegar ao consumo de água diário e mensal.

3. Espera-se que os estudantes se conscientizem e atuem como multiplicadores desse conhecimento entre seus familiares e amigos, adotando e incentivando medidas simples como: reduzir o tempo no chuveiro, mesmo fechando o registro ao passar sabonete, xampu e condicionador; deixar a torneira fechada ao ensaboar a louça e escovar os dentes; utilizar a máquina de lavar em sua capacidade máxima (ou deixar a torneira fechada, no caso de a lavagem ser realizada no tanque); usar o balde no lugar de mangueira para lavar áreas externas de sua moradia; reaproveitar a água da máquina de lavar para limpeza dessas áreas; retirar o excesso de sujeira dos utensílios de cozinha antes de abrir a torneira. Se julgar conveniente, peça que refaçam a atividade após um mês para verificar seu progresso e novas possibilidades de redução do desperdício de água.

Tema 5 – Água potável: métodos de obtenção

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término deste Tema, o estudante seja capaz de:

- Compreender a função de cada etapa do tratamento convencional para obtenção de água potável.
- Identificar os processos de separação de misturas envolvidos no tratamento de água convencional.
- Diferenciar os tipos de dispersão (solução, dispersão coloidal, suspensão) em função do tamanho de partícula.
- Conhecer alguns métodos de dessalinização da água salgada.
- Compreender a influência das substâncias dissolvidas na água para o processo de dessalinização.

Subsídios para o planejamento

O Tema 5 deve ser trabalhado preferencialmente pelo professor do componente curricular **Química**. Para iniciar o trabalho com o Tema, utilize a estratégia metodológica da sala de aula invertida. Explique aos estudantes que o conteúdo teórico apresentado neste Tema deverá ser estudado no período extraclasse. Disponibilize outras referências, como as indicações do boxe **Fique por dentro** e outras que julgar adequadas. Além disso, sugira aos estudantes a realização de pesquisas em fontes confiáveis, utilizando plataformas como: Scielo, Portal da Capes e Biblioteca Virtual da Saúde. Esse procedimento favorece o desenvolvimento de alguns elementos das **Competências Gerais 1 e 5**, visto que os estudantes vão aprender sobre as estratégias de busca e curadoria de informações em uma variedade de fontes, melhorar a avaliação da pertinência e confiabilidade dessas informações, bem como compreender as diferentes normas e padrões de citação. É importante orientar os estudantes a, sempre, se questionar como forma de verificar seu grau de entendimento acerca de determinado conteúdo utilizando questões como: "Qual é o assunto?", "Que conhecimento eu tenho a respeito do conteúdo?", "Quais são os pontos mais importantes?", "Conseguiria explicar o conteúdo para alguém?", "Sou capaz de elaborar um resumo?". Isso ajuda o estudante a selecionar elementos importantes de um novo conhecimento, articulando-os com seus conhecimentos prévios, além de facilitar o encontro dos significados e das conexões entre as diferentes partes de uma informação para a resolução de problemas.

Inicie a aula com a rotina de pensamento *Think Pair Share* (Pense e compartilhe em pares). Solicite aos estudantes que, individualmente, respondam no caderno aos seguintes questionamentos: "O que aprendi com o estudo?", "Quais foram as minhas dificuldades para compreender o conteúdo?", "O que ainda não consegui compreender totalmente?".

Em seguida, peça aos estudantes que formem duplas e compartilhem suas respostas às questões anteriores. Dessa forma, eles discutem entre si exercitando o diálogo, o respeito mútuo e os diferentes pontos de vista, além da elaboração do raciocínio lógico para expor um pensamento, o que favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 9**.

Ainda em duplas, oriente-os a resolver as questões da seção **Atividades** deste Tema. As questões 2 e 11 trabalham o pensamento computacional, proporcionando aos estudantes o desenvolvimento da compreensão de um algoritmo como uma sequência de instruções, sem o uso do computador. Utilize as respostas das questões para verificar se compreenderam os conceitos estudados. Esse material fornecerá pistas das dificuldades ainda presentes e orientará na criação de novas estratégias didáticas.

Nesse momento do trabalho em dupla, a atuação do professor como mediador é fundamental para sustentar a aprendizagem dos estudantes. Procure circular entre as duplas e fique atento para dirimir as prováveis dúvidas, principalmente sobre os conceitos estudados no Tema.

Por fim, conduza uma discussão com os estudantes questionando-os sobre os principais desafios enfrentados nessa nova configuração de aula. Pergunte o que aprenderam durante as trocas de ideias e leituras, bem como com a resolução dos exercícios e se algo os surpreendeu. Fique atento às falas deles, conferindo se, de fato, compreenderam os conceitos trabalhados e se restam dúvidas. Finalize esta

MANUAL

etapa fazendo um resumo do Tema e propondo uma nova tarefa, que contribuirá também com a atividade que consta na seção **Comunicação**, que é elaborar um texto dissertativo-argumentativo com base na temática "A demanda de água tratada é um desafio atual e futuro", destacando os conceitos científicos trabalhados.

Sobre o processo de tratamento de água, verifique se os estudantes apresentam ideias contraditórias, como admitirem que a água proveniente de reservatórios seja mais pura que a água que passa pela estação de tratamento por causa da adição de produtos químicos, como a aplicação de cloro. Essa contradição já foi identificada no estudo de Toquetto *et al*. (2012) e merece atenção para que os estudantes não se confundam. Na etapa de pré-cloração, mencione que o uso do cloro na eliminação de bactérias foi descoberto pelo bacteriologista alemão Heinrich Hermann Robert Koch (1843-1910), em 1881, cem anos após o gás cloro ter sido isolado pelo químico sueco Carl Wilhelm Scheele (1742-1786). Comente que no Brasil o uso contínuo de cloro no controle microbiológico de águas destinadas ao consumo pela população teve início em 1926.

Quando abordar a etapa da floculação, chame a atenção dos estudantes para alguns conceitos, como coloides, uma vez que nessa etapa existem partículas coloidais de argila dispersas na água que é submetida a tratamento nas estações.

Na etapa da cloração, destaque os potenciais riscos à saúde decorrentes dos subprodutos gerados com a adição de cloro, nas formas de gás cloro e hipoclorito de sódio, entre eles estão os trialometanos, que têm sido identificados como substâncias cancerígenas. Essa discussão favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT104**. Comente que países como França, Alemanha e Estados Unidos já empregam desinfetantes alternativos no tratamento de água pública. Para se aprofundar nessa temática, acesse o relatório publicado pela Fundação Nacional de Saúde chamado "Potenciais fatores de risco à saúde decorrentes da presença de subprodutos de cloração na água utilizada para consumo humano".

Explore o **boxe +** que aborda as dificuldades enfrentadas por indígenas e populações ribeirinhas na obtenção de água própria para o consumo, favorecendo o trabalho com a **Competência Geral 3**. Destaque o método alternativo que utiliza a semente de *Moringa oleífera* como coagulante natural para o tratamento de água.

O desenvolvimento da habilidade **EM13CNT310** e da **Competência Geral 1** é favorecido durante a avaliação da aplicação segura das etapas de cloração e fluoretação no tratamento convencional e na dessalinização da água. Ao compreenderem a função e importância dessas etapas, os estudantes poderão refletir e argumentar sobre os impactos desses processos na saúde e no bem-estar das populações e dessas estratégias sobre o meio ambiente.

Quando a turma começar a discutir sobre a dessalinização, mencione o estudo publicado, em 2018, pela Organização das Nações Unidas (ONU), que apontou a existência de quase 16 mil usinas de dessalinização operando em 177 países. Chame a atenção dos estudantes para a situação de países, como Arábia Saudita, Maldivas, Malta e Bahamas, que dependem estritamente desse processo para obtenção de água própria para o consumo. Informe a eles que o arquipélago de Fernando de Noronha, em Pernambuco, concentra a maior unidade de dessalinização do Brasil, a qual produz 47% de toda a água consumida no arquipélago. Enriqueça a discussão questionando os estudantes sobre os riscos para o ambiente causados por subprodutos da dessalinização. Um dos subprodutos desse processo é a água salobra tóxica, que, ao ser descarregada no mar, pode degradar os ecossistemas costeiros e marinhos. Além disso, os compostos, como o cloreto e o cobre, utilizados no processo de pré-tratamento da dessalinização, podem ser tóxicos aos organismos aquáticos. Essa discussão favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT104**.

As propriedades coligativas, em especial efeito tonoscópico e osmose, merecem atenção, pois, conforme o estudo de Campos e Veríssimo (2015), a maioria dos estudantes entrevistados na pesquisa desconhecia ou não conseguia explicar situações do dia a dia relacionadas aos conceitos envolvidos no conteúdo de propriedades coligativas das soluções. Assim, mencione algumas situações do cotidiano, como a ascensão da seiva nas plantas, o motivo de não se ingerir a água do mar ou as consequências de se alterar a concentração do soro fisiológico (solução 0,9% de NaCl) utilizado para fins terapêuticos, destacando que todas essas situações envolvem o processo osmótico. Cite as mudanças nas propriedades físicas do solvente provocadas pela presença do soluto não volátil, destacando que o efeito tonoscópico não depende da natureza da substância dissolvida, mas sim da quantidade de partículas presentes em determinado volume. Por fim, mostre a visão microscópica do conhecimento químico ao especificar a composição química da água pura ou das espécies químicas na solução.

Quando os estudantes são conduzidos a analisar a influência das propriedades físico-químicas das misturas – densidade, solubilidade, pressão de vapor e pressão osmótica –, empregadas nas etapas de floculação e decantação do método convencional de tratamento de água, bem como nos processos de dessalinização, estão desenvolvendo a habilidade **EM13CNT307**.

Proponha a realização da seção **Reflita sobre seu aprendizado!** para finalizar o Tema, mobilizando as **Competências Gerais 1 e 6**.

Tema 6 - Densidade e pressão

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término deste Tema, o estudante seja capaz de:

- Reconhecer a pressão atmosférica como a pressão exercida pela atmosfera sobre a superfície da Terra, bem como saber medi-la.
- Compreender o conceito de pressão hidrostática e suas várias aplicações em situações do dia a dia, como no sistema de distribuição de água.
- Compreender o conceito de empuxo para explicar por que alguns objetos flutuam em líquidos, como a água.

MODERNA

- Compreender a densidade como propriedade dos materiais sendo definida por uma grandeza escalar que pode ser considerada a medida da quantidade de matéria que ocupa determinado espaço.

Subsídios para o planejamento

Este Tema deve ser conduzido pelo professor do componente curricular **Física**. Inicie a aula retomando o conceito de densidade e mostrando a diferença entre este e de massa específica. Pergunte aos estudantes "O que pesa mais: 1 kg de chumbo ou 1 kg de pena?". Essa pergunta, embora simples, frequentemente é respondida pelos estudantes de forma equivocada, como mostra o artigo de Oliveira *et al*. (2017), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Geralmente, eles respondem que a pena pesa menos, quando pensam na massa específica dos materiais. Nesse caso, mostre, com base na fórmula $\mu = \frac{m}{V}$, que a massa específica de um material homogêneo não muda em razão das alterações na massa ou no volume de determinado objeto. O que pode mudar é a densidade. Por exemplo, uma placa fina ou uma bola oca de alumínio podem ter densidades diferentes, no entanto a massa específica do alumínio não se altera em nenhum dos dois objetos. Após essa discussão, peça aos estudantes que façam as atividades 2, 4 e 5 e, em seguida, corrija-as no quadro de giz com o auxílio deles. Essas atividades são propícias para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT307**, pois definem densidade como uma propriedade material.

Na sequência, peça aos estudantes que façam a leitura do tópico **Pressão atmosférica** e depois proponha a seguinte situação-problema: "Um ovo cozido é colocado na boca de um recipiente de vidro, sendo que ele fica firmemente ajustado sem cair para dentro do frasco. Em seguida, o ovo é retirado, e um pedaço de papel em chamas é colocado dentro do recipiente e deixado por alguns instantes até sua combustão completa. Logo após, esse mesmo ovo é novamente recolocado na boca do recipiente, mas, dessa vez, ele acaba, em questão de segundos, caindo para dentro do frasco".

Solicite aos estudantes que apresentem uma explicação para o fato de o ovo cair para dentro da garrafa no segundo momento. Peça que registrem suas respostas e depois as comparem com as de um colega.

Em uma roda de conversa, conduza uma discussão para que os estudantes compartilhem as suas conclusões. A explicação é que o ar atmosférico que estava dentro da garrafa foi aquecido pela chama do papel em combustão, expandiu-se e parte dele saiu da garrafa. Colocando-se o ovo na boca da garrafa assim que o papel termina de queimar, a pressão do ar interno à garrafa fica menor do que a pressão atmosférica. Com a diferença de pressão, surge uma força vertical com sentido da região de maior pressão para a região de menor pressão. Ou seja, o ovo será empurrado para dentro da garrafa. Como apontado por Longhini e Nardi (2009), algumas respostas poderão estar mais focadas nos efeitos da combustão do papel, como a dilatação da garrafa ou a fumaça, do que no ar atmosférico. Note se os estudantes reconhecem que a pressão atmosférica é resultante da pressão exercida pela coluna de ar atmosférico acima do ovo. Essa atividade favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT301**.

Para trabalhar o conceito de pressão hidrostática, o Teorema de Stevin e a **Competência Geral 5**, peça aos estudantes que explorem o simulador indicado na seção **Fique por dentro**. Em um primeiro momento, deixe-os explorá-lo livremente e depois peça que avaliem como a densidade do fluido e a gravidade influenciam na pressão dentro do líquido. Espera-se que os estudantes percebam que o aumento no valor da densidade ou na gravidade acarretará o aumento da pressão em qualquer ponto interno ao líquido. Aproveite o exemplo da caixa-d'água para explicar o seu funcionamento com base no Teorema de Stevin.

Comente com os estudantes outra aplicação de vasos comunicantes, que pode substituir de modo mais simples o teodolito, instrumento de precisão óptico que mede ângulos verticais e horizontais, usado por topógrafos para realizar o levantamento planialtimétrico (*plani* = plano, *alti* = altura, *métrico* = medidas) de um terreno. Nesse levantamento é realizada a medida do nível de alinhamento do terreno em relação à horizontal. Isso pode ser feito com o uso de uma mangueira transparente com água em seu interior e ambas as extremidades abertas, sendo cada extremidade segurada por uma pessoa. Como a água em cada extremidade está submetida apenas à pressão atmosférica, a altura da água obtida em cada ramo deve ser igual, caso as pessoas estejam no mesmo nível de alinhamento horizontal. Se a parte vazia da mangueira for diferente, isso significa que as pessoas estão em níveis de alinhamento diferentes.

Para trabalhar o conceito de empuxo, realize uma dinâmica baseada na rotina de pensamento *Think Pair Share* (Pense e compartilhe em pares).

Questione os estudantes por que uma pedra de gelo flutua no copo com água. O tamanho da pedra de gelo influencia sua flutuabilidade?

Depois, realize os seguintes passos:

1. Peça que reflitam, compartilhem ideias em dupla e registrem a resposta. Esse tipo de dinâmica contribui para o desenvolvimento da **Competência Geral 9**, uma vez que os estudantes exercitarão o diálogo e a escuta com empatia.
2. Em roda de conversa, cada dupla deve apresentar sua resposta. Registre no quadro de giz as diferentes respostas. Observe se os estudantes estão considerando que uma pedra de gelo maior flutuará mais do que uma pedra menor, ou seja, que a força de empuxo é proporcional à massa do objeto que flutua.
3. Peça aos estudantes que leiam o tópico **Empuxo e teorema de Arquimedes** no Livro do estudante. Se necessário, reforce, nos dois exemplos no final do tópico, que o módulo da força de empuxo não depende da massa do objeto que flutua.
4. Reveja com os estudantes o registro das respostas anotadas no quadro de giz, corrigindo o que for necessário.

Para finalizar, apresente a lenda de Arquimedes, que ilustra como ele chegou à formulação da equação do empuxo, na versão de Batalha e Bento (2007) indicada na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. A dúvida do rei era se a coroa tinha sido feita de ouro puro, como ele encomendou, ou se havia uma mistura com prata e outros metais. Arquimedes deve então ter calculado o volume da coroa nas duas situações, a coroa feita de ouro puro e de prata pura. Assim, ele teria uma referência para comparar quando medisse o volume da coroa mergulhando-a na água. Proponha aos estudantes que

REPRODUÇÃO

calculem a diferença de volume derramado entre uma coroa feita de ouro puro e outra feita de prata pura. Considere que a coroa do rei tem massa igual a 3 kg e a densidade do ouro vale 19,3 g cm^{-3} e a da prata 10,5 g cm^{-3}. A diferença de volume derramado seria 130,3 cm^3 ou 130,3 mL. A discussão do conceito de empuxo, aliada à história de Arquimedes, que evidencia que seu teorema foi baseado em dados experimentais, favorecem o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT301**.

Proponha a realização da seção **Reflita sobre seu aprendizado!** para finalizar o Tema, mobilizando as **Competências Gerais 1 e 6**.

Reflexões sobre a Ciência

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término desta seção, o estudante seja capaz de:

- Selecionar o tipo de pesquisa adequado (descritiva, exploratória ou explicativa) para propor soluções aos problemas do cotidiano, a partir da elaboração de questões e hipóteses fundamentadas em informações e argumentos extraídos de fontes confiáveis.
- Relacionar conhecimento prévio e informações explícitas de um texto de forma que realize as inferências necessárias para a compreensão leitora.

Subsídios para o planejamento

Por se tratar de uma atividade que envolve procedimentos científicos, pode ser conduzida por professores dos componentes curriculares **Biologia**, **Física** ou **Química**. Nesse momento, se possível, estabeleça uma parceria com o professor do componente curricular **Língua Portuguesa** para realizar um planejamento, em conjunto, que envolva estratégias de leitura.

Solicite aos estudantes que, individualmente, leiam o título do texto e registrem suas respostas. Na sequência, promova uma breve discussão, com base nas respostas apresentadas por eles sobre as expectativas relacionadas ao texto, questionando quais informações esperam encontrar.

Pergunte aos estudantes se sabem o que é metodologia científica ou se já ouviram falar algo sobre o assunto. Essa é uma discussão importante para se trabalhar a **Competência Geral 2**, na medida em que o educando aprende sobre as diferentes formas de construção do conhecimento científico. O foco nesse momento é levantar os conhecimentos prévios deles, contribuindo com a leitura inferencial e favorecendo o desenvolvimento da habilidade **EM13LP28**. Se julgar necessário, aprofunde seus conhecimentos a respeito dos princípios fundamentais da pesquisa científica, consultando o material organizado por Gerhardt e Silveira (2009) indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Em seguida, peça aos estudantes que façam uma leitura silenciosa do texto e registrem no caderno, com as próprias palavras, as principais ideias. Essa atividade favorece o desenvolvimento parcial da habilidade **EM13CNT301**. Finalizada essa etapa, promova uma conversa com toda a turma sobre a compreensão do texto – qual era a intenção do autor ao escrevê-lo e se o texto correspondeu às expectativas iniciais. Esses procedimentos contribuem para o aprofundamento da habilidade **EM13LP28**, uma vez que os estudantes passam a construir um sentido para o texto lido mediante a mobilização de seu conhecimento prévio, estabelecendo relações entre as diversas partes, integrando as informações e dando coerência ao todo. Garanta que a maioria dos estudantes exponha seu ponto de vista, verificando se as afirmações e os argumentos deles são claros, ordenados e coerentes, favorecendo, assim, o desenvolvimento da **Competência Geral 7**.

Após a conversa sobre o texto, peça aos estudantes que respondam às atividades e, novamente, discutam-nas. Tome nota no quadro de giz das palavras-chave que forem surgindo a cada resposta. Para assegurar o aprofundamento da habilidade **EM13CNT301**, solicite aos estudantes que elaborem ao menos uma questão de pesquisa para a situação-problema levantada por eles na atividade 3, proponham uma hipótese e realizem uma pesquisa exploratória sobre a temática. Tal abordagem também promove o aprofundamento das **Competências Gerais 2 e 7**, visto que o estudante é incentivado a experimentar os primeiros passos de uma pesquisa científica, mobilizando a criatividade, o senso crítico fundamentado em informações e argumentos extraídos de fontes confiáveis. Essa atividade pode ser utilizada no processo avaliativo.

Pensamento crítico e argumentação

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término desta seção, o estudante seja capaz de:

- Avaliar e utilizar criticamente tecnologias digitais de comunicação para disseminar e produzir conhecimento referente às questões socioambientais.
- Identificar e utilizar informações confiáveis para defender decisões relacionadas às questões socioambientais.
- Analisar situações problemas relacionadas à intervenção humana no ambiente frente aos desafios econômicos e sociais.
- Utilizar materiais de divulgação científica como fonte de evidências para a construção de argumentos acerca das questões socioambientais.
- Analisar campanhas publicitárias de interesse de um grupo com base em estratégias de persuasão para elaborar uma produção audiovisual.
- Refletir sobre os impactos econômicos e socioambientais ligados à produção de energia.
- Trabalhar em grupo para a produção de vídeo, incorporando empatia, cooperação, cuidado e respeito com o outro.

Subsídios para o planejamento

O trabalho com a seção pode ser conduzido por qualquer um dos professores dos componentes curriculares de Ciências da Natureza. Um trabalho em conjunto com professores de **Geografia** pode enriquecer as discussões possibilitadas pelo recorte temático proposto, que permite tanto explorar os impactos econômicos e socioambientais relacionados ao uso da energia hidrelétrica, quanto questões relativas à territorialidade e fronteiras, dialogando com a habilidade **EM13CHS302**. Adicionalmente, o professor de **Língua Portuguesa** pode contribuir com o planejamento da seção, especialmente por conta da etapa final, a qual envolve uma pequena produção

REPRODUÇÃO

audiovisual que levará em consideração os recursos de persuasão utilizados em textos de peças publicitárias, favorecendo o desenvolvimento da habilidade **EM13CHS302**.

Inicie a seção solicitando aos estudantes que, individualmente, leiam o texto introdutório. Essa é uma boa oportunidade para acessar alguns dos conhecimentos prévios que possuem sobre conceitos importantes explorados na seção. Assim, após a leitura, estimule os estudantes a compartilharem a compreensão que tiveram e o que entendem sobre as ideias de evidências, credibilidade de fontes de informação, argumentos e persuasão. Após esse breve momento, explique os objetivos da atividade.

Em seguida, oriente a formação de pequenos grupos, entre três a cinco integrantes. A organização desses grupos pode seguir diferentes critérios (sorteios, afinidade entre estudantes, seleção estratégica para potencializar o trabalho dos grupos, etc.). Na sequência, exiba o vídeo *É a gota d'água +10* e disponibilize um tempo para os grupos responderem à questão 1.

Depois, exiba o vídeo *Verifique os fatos – Belo Monte* e, novamente, oriente-os a responderem à questão 2. Os grupos que terminarem já podem seguir a atividade e responder às questões 3 e 4. Quando todos concluírem promova uma discussão, orientada pelas respostas esperadas das questões, garantindo que os grupos compartilhem suas respostas.

A temática de argumentação, evidências e credibilidade perpassa várias das unidades da seção **Pensamento Crítico e Argumentação**. O texto de Mendonça e Justi (2013) apresenta discussões que podem ajudar no aprofundamento dos conceitos de argumentação científica e credibilidade associada ao conceito de evidência. Complementarmente, além do diálogo com os professores da área de **Língua Portuguesa**, o livro de Citelli (2002), também indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, possui reflexões que podem auxiliar no aprofundamento da temática da persuasão.

As discussões propiciadas pelas análises propostas nas questões de 1 a 3 contribuem para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT303** e da **Competência Geral 7**. Os itens da questão 4 permitem que a turma se aprofunde na temática, favorecendo o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT106** e **EM13CNT310**, na medida em que analisam a consistência das informações presentes nos vídeos, dialogando assim com a habilidade **EM13CNT303**. Além disso, a questão 4 favorece o trabalho com a habilidade **EM13LP44**.

Caso considere pertinente, realize as discussões coletivas ao final de cada uma das questões, para que a turma caminhe junto com as análises. Além disso, informações extras sobre o contexto dos vídeos utilizados podem ser encontradas no texto de Rosa e Schaefer (2013), também indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Disponibilize cópias do texto *As águas vão rolar*, indicado no Livro do estudante, para os grupos responderem à questão 5. O item "a" vai exigir um posicionamento dos grupos em relação à problemática, então, após a elaboração dos textos, promova um breve momento de compartilhamento entre as respostas dos grupos. Esse é um momento em que a habilidade **EM13CHS302** poderá ser favorecida. Além disso, ouvir os diferentes posicionamentos da turma poderá ajudar os grupos a refletirem sobre as estratégias que usarão no item seguinte.

O item "b" vai exigir dos grupos uma produção audiovisual, como forma de exercitar não apenas as habilidades relacionadas ao pensamento crítico e à argumentação, **Competência Geral 7**, mas também as diferentes formas de linguagem que podem ser mobilizadas por esse tipo de produção. É também uma oportunidade para que os estudantes exerçam o protagonismo na resolução de problemas, dialogando com a **Competência Geral 5**, bem como a **Competência Geral 9**, que envolve empatia, cooperação, cuidado e respeito com o outro.

Oriente os grupos a explorarem as diferentes estratégias de persuasão, que foram abordadas nesta seção para elaborar um vídeo em formato livre. O momento de fechamento da seção favorecerá o aprofundamento da habilidade **EM13LP44**. Incentive-os a pesquisarem estratégias para a elaboração de roteiros de vídeos, os quais podem ajudar a delimitar o formato que usarão nas produções. Algumas instruções gerais que podem ser compartilhadas com a turma para o planejamento da produção audiovisual incluem a elaboração de um roteiro esquematizando o que será abordado/defendido no vídeo, para organizar e facilitar o trabalho dos grupos. Sobre o roteiro,

- ele deve conter as informações que serão importantes para compreender a mensagem do vídeo;
- ele depende de informações (no caso, oriundas das discussões realizadas ao longo da unidade e das fontes de referências que foram usadas, como o texto da revista *Pesquisa Fapesp*) para que seja possível delimitar o recorte e o posicionamento que será mostrado/defendido em vídeo;
- ele precisa prever o que será falado no vídeo e incluir informações sobre o que será mostrado na forma de imagens.

Além de considerações sobre o planejamento, outras podem ser feitas para a turma, incluindo cuidados durante e após a gravação. Por exemplo:

- antes de começar a gravar, é importante observar a qualidade da luz, do áudio e os enquadramentos escolhidos, prestando atenção em cenas e em sons de fundo que possam comprometer o foco da mensagem do vídeo.
- após a gravação, uma edição pode melhorar a qualidade do vídeo e há várias ferramentas gratuitas disponíveis para isso.

Ao longo da produção dos vídeos, fique à disposição para fornecer *feedbacks* aos estudantes, até mesmo na etapa de planejamento. Essa atividade permite o trabalho com a **Competência Geral 4**, uma vez que os estudantes deverão usar a linguagem visual, sonora e digital com diferentes recursos para convencer os receptores para a construção de uma usina hidrelétrica.

Comunicação

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término desta seção, o estudante seja capaz de:

- Desenvolver o trabalho em grupo, com o posicionamento ativo dos integrantes, valorização da escuta e negociação.
- Criar e divulgar campanha inovadora sobre o consumo consciente da água, considerando resultados de análises e pesquisas.

CÓPIA NÃO OFICIAL

- Conhecer as práticas que favorecem o consumo consciente do recurso natural água promovidas por instituições governamentais, empresas e indivíduos.
- Utilizar *softwares* de edição de textos, fotos, vídeos e/ou áudio para criar campanha publicitária explorando os recursos e efeitos disponíveis.

Subsídios para o planejamento

Para a realização desta atividade os professores de **Biologia**, **Física** ou **Química** podem assumir a condução ou realizá-la em conjunto. O planejamento com o professor do componente curricular **Língua Portuguesa** torna-se necessário, pois o estudo acerca dos recursos linguísticos do gênero textual publicitário é fundamental para o sucesso da campanha. Também será importante contar com o apoio do professor de **Geografia** para o aprofundamento da habilidade **EM13CHS304**, que já foi trabalhada na **Abertura** desta Unidade.

Oriente os estudantes a formar grupos de no máximo seis integrantes e peça a eles que elaborem um plano de ação da campanha utilizando a ferramenta 5W2H. Tal estratégia é importante para o desenvolvimento da **Competência Geral 9**, uma vez que os estudantes terão de exercitar o diálogo, escutando uns aos outros com respeito e expressando suas ideias com clareza, valorizar diversas perspectivas, compreendendo pontos de vista diferentes dos seus:

What: O que será feito? – o escopo;

Why: Por que será feito? – o objetivo;

Who: Quem fará? – a divisão das responsabilidades;

Where: Onde será feito? – em que locais as pessoas se reunirão ao longo do trabalho;

When: Quando será feito? – definição do cronograma, dividido em etapas;

How: Como será feito? – quais metodologias, tecnologias e *softwares* de apoio serão utilizados e critérios de tomada de decisão;

How much: Quanto vai custar? – definição de orçamento da campanha publicitária.

Articule com os estudantes os planos elaborados, concentrando-se nas três perguntas iniciais do 5W2H, para que eles tomem consciência da problemática e das tarefas que os auxiliarão na elaboração da campanha. Conduza a discussão para garantir que algumas ações colaborem para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT302**, a qual se conecta com a **Competência Geral 4**, cujo foco é a comunicação. Espera-se que os estudantes busquem dados e informações sobre as campanhas já existentes e analisem-nas apontando pontos positivos e negativos; além disso, eles devem listar as aprendizagens relacionadas à problemática, construídas ao longo da Unidade. Dessa forma, também favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 7**, uma vez que o estudante é convidado a criar e divulgar campanha inovadora sobre o consumo consciente da água, com base em resultados de análises e pesquisas.

A habilidade **EM13CHS304** pode ser trabalhada por meio da realização de entrevistas com pessoas de diversas idades e setores empresariais sobre as práticas bem-sucedidas do uso consciente da água ou, ainda, analisar iniciativas sobre a temática, como o programa PURA do estado de São Paulo, que estimula ações de economia e reúso de água. O intuito é ampliar o repertório de estratégias dos estudantes e fornecer subsídios para a elaboração da campanha.

É importante que os estudantes sistematizem todos os dados obtidos e os apliquem na construção das campanhas de conscientização da sociedade, utilizando as tecnologias digitais; assim, favorecerão o desenvolvimento da **Competência Geral 5** e da habilidade **EM13LP18**. Chame a atenção para a escolha do tipo de campanha – cartaz, vídeo ou *podcast*, bem como a definição do público-alvo.

Aproveite as tarefas propostas com as habilidades como entregas intermediárias, as quais também podem servir de material para ser avaliado. Peça uma autoavaliação do grupo em relação ao papel e à contribuição de cada integrante para a construção das atividades.

De modo a dar fechamento ao trabalho com a Unidade, proponha a reflexão sobre as duas questões do **Revise e amplie!**. Essas questões, que são metacognitivas, tem como objetivo a autoavaliação da aprendizagem e o aprofundamento sobre a temática estudada e mobilizam a subdimensão autoconhecimento da **Competência Geral 6**.

Apoio ao trabalho pedagógico

- BATALHA, E.; BENTO, S. *Arquimedes e a coroa*. Fiocruz, 2007. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=946&sid=7>. Acesso em: 28 mar. 2020.

Apresenta a lenda de Arquimedes mostrando que o princípio que tem seu nome foi baseado em experimentos.

- BRASIL. Agência Nacional de Águas. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual*. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura-completo.bb39ac07.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2020.

O documento apresenta a situação dos recursos hídricos no país.

- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde (Funasa). *Potenciais fatores de risco à saúde decorrentes da presença de subprodutos de cloração na água utilizada para consumo humano*. Brasília: Funasa, 2007. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/potenciais_fatores_risco_saude_cloracao_agua_consumo_humano.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2020.

A pesquisa apresenta dados sobre as condições de geração de compostos organoclorados, os níveis de risco de sua presença na água de abastecimento e a potencial relação com o aparecimento de tumores cancerígenos, bem como tecnologias de remoção desses compostos.

- BRASIL. Ministério da Fazenda. Escola de Administração Fazendária. Programa Nacional de Educação Fiscal (PNEF). *Função social dos tributos*. 5. ed. Brasília: ESAF, 2014. Disponível em: <http://www.educacaofiscal.sp.gov.br/contents/Caderno%203.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2020.

Esse caderno de estudo destaca a importância dos tributos na atividade financeira do Estado para a manutenção das políticas públicas e a melhoria das condições de vida do cidadão. Apresenta também o conceito de tributo, suas características e as três espécies tributárias, taxas, impostos e contribuição de melhoria.

- CAMPOS, A. F.; VERÍSSIMO, V. B. Concepções dos estudantes de Química sobre as propriedades coligativas das soluções. *Revista Dynamis*, Blumenau, v. 21, n. 2, p. 41-52, 2015. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/dynamis/article/view/3850/3389>. Acesso em: 29 mar. 2020.

O artigo apresenta as concepções de estudantes sobre as propriedades coligativas das soluções.

EM ANDAMENTO

- CARMO, M. P; MARCONDES, M. E. R. Abordando soluções em sala de aula – uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos. *Química Nova na Escola*, n. 28, p. 37-41, 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/09-AF-1806.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2020.

Traz uma proposta de ensino para ajudar os estudantes no entendimento do conceito de solução.

- CITELLI, A. *Linguagem e persuasão*. 15. ed. São Paulo: Ática, 2002.

O autor discute as ideias de persuasão e informação, construção de significados e discorre sobre diferentes tipos de discurso.

- FAVORETTI, V.; GOMES, S. C. H.; DA SILVA, V. V. Aula prática de campo em ambientes naturais: uma experiência de ensino desenvolvida no sul do Amazonas. *In*: V CONGRESSO NACIONAL DA EDUCAÇÃO, 2018, Recife. Anais... Editora Realize, v. 1, 2018.

Nesse artigo é discutida a importância das aulas de campo para a aprendizagem da Ecologia, bem como são mostrados os cuidados necessários para realização desse tipo de atividade.

- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (orgs.). *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: UFRGS, 2009. 120 p. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2020.

Esse material apresenta conteúdo referente aos princípios da pesquisa científica.

- GRANDELLE, R. Desmatamento na Amazônia enfraquece "rios voadores" que refrescam calor carioca. *O Globo,* 3 fev. 2015. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/desmatamento-na-amazonia-enfraquece-rios-voadores-que-refrescam-calor-carioca-15224850>. Acesso em: 29 mar. 2020.

A reportagem explica como o desmatamento na Amazônia enfraquece a incidência de chuvas nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil.

- LONGHINI, M. D.; NARDI, R. Como age a pressão atmosférica? Algumas situações-problema tendo como base a história da ciência e pesquisas na área. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 26, n. 1, p. 7-23, abr. 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/10492>. Acesso em: 29 mar. 2020.

No item II são apresentadas onze situações-problema sobre pressão atmosférica.

- LOUZADA, A. N.; ELIA, M. F.; SAMPAIO, F. F. Concepções alternativas dos estudantes sobre conceitos térmicos: um estudo de avaliação diagnóstica e formativa. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 37, n. 1, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172015000101508>. Acesso em: 29 mar. 2020.

Traz as concepções alternativas de estudantes sobre calor, temperatura, transferência de calor, mudança na temperatura e propriedades térmicas dos materiais.

- MENDONÇA, P.; JUSTI, R. Ensino-Aprendizagem de Ciências e Argumentação: Discussões e Questões Atuais. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 13, n. 1, p. 187-216, 2013.

As autoras apresentam questões relativas à pesquisa e ao ensino da argumentação no ensino de Ciências.

- OLIVEIRA, T. I. *et al*. Metodologia e recursos para a avaliação da construção do conhecimento sobre o conceito de densidade e massa específica. *Research, Society and Development*, v. 5, n. 1, p. 77-88, 2017. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6070027>. Acesso em: 29 mar. 2020.

O trabalho apresenta um caso de ensino sobre os conceitos de densidade e massa específica.

- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS BRASIL. ONU alerta contra impactos ambientais da dessalinização para fornecimento de água doce. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/onu-alerta-contra-impactos-ambientais-da-dessalinizacao-para-fornecimento-de-agua-doce/>. Acesso em: 29 mar. 2020.

A reportagem apresenta informações acerca dos impactos ambientais decorrentes do processo de dessalinização para fornecimento de água doce.

- PEDROZO, C. S.; KAPUSTA, S. C. *Indicadores ambientais em ecossistemas aquáticos.* Porto Alegre: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, 2010. 72 p. Disponível em: <http://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_amb_saude_seguranca/meio_amb/031212_indic_amb.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2020.

Nessa compilação são apresentados diversos aspectos dos indicadores ambientais em ecossistemas aquáticos.

- PETROBRAS. Projeto Rios Voadores. Disponível em: <http://riosvoadores.com.br/>. Acesso em: 29 mar. 2020.

O *site* do projeto Rios Voadores traz resultados de pesquisa sobre o vapor de água amazônico e seu papel no regime de chuvas em outras regiões do Brasil, além de informações sobre meteorologia.

- PIMENTEL, J. R. Sistema de aquecimento solar didático empregando uma bandeja metálica. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 21, n. especial, p. 114-119, 2004. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/9996/14543>. Acesso em: 29 mar. 2020.

Traz a descrição para a construção de um modelo de aquecedor solar de água.

- ROSA, R.; SCHAEFER, R. Movimento Gota d'Água: da criação à desconstrução de um simulacro na internet. *Mediação*, Belo Horizonte, v. 15, n. 17, p. 60-74, jul./dez. 2013.

O artigo traz um breve histórico dos vídeos usados na seção, ajudando na contextualização e na análise da linguagem e das estratégias de persuasão utilizadas.

- TOQUETTO, A.; LOPES, D.; SZPOGANICZ, B. P.; GONÇALVES, F. P. O tratamento de água em narrativas discentes: uma pesquisa na formação inicial de professores de Química. *In*: XVI ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA e X ENCONTRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA DA BAHIA, Salvador, 2012. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7274/5167>. Acesso em: 29 mar. 2020.

Apresenta as compreensões contraditórias dos estudantes acerca do processo de tratamento da água e sugere que esse assunto deve ser trabalhado de forma mais efetiva e contextualizada.

EM MOBILIA

UNIDADE 2

Produção e conservação de alimentos

Abertura

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término desta seção, o estudante seja capaz de:

- Utilizar o conhecimento histórico sobre a expansão da agropecuária para entender e explicar a degradação dos biomas brasileiros.
- Argumentar com base em fatos sobre os impactos socioambientais da agropecuária e propor iniciativas que promovam o cuidado com o planeta.
- Reconhecer e identificar os desequilíbrios ambientais causados pela expansão da agropecuária no ambiente, seus efeitos e seu papel na contaminação da água e do solo.
- Reconhecer os impactos negativos dos insumos agrícolas na saúde humana e no meio ambiente, em especial na contaminação da água.
- Analisar mapas e imagens de satélite de diferentes períodos relacionando-os ao contexto social e político do momento.

Subsídios para o planejamento

A abertura proposta para a Unidade remete às mudanças ocasionadas pela expansão da agricultura no país, de modo que o professor da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, em especial do componente curricular **Geografia,** poderia auxiliar no planejamento dessa seção possibilitando o desenvolvimento das habilidades **EM13CHS106**, **EM13CHS202** e **EM13CHS302**.

Não existe uma formação disciplinar prioritária para realizar o trabalho com a abertura, de modo que professores de **Biologia**, **Física** ou **Química** estão aptos a conduzir essa etapa, porém é possível que o professor de **Biologia** se sinta mais confortável para realizá-la.

Peça aos estudantes que analisem as duplas de imagens. Depois, comente que elas expressam duas situações em momentos temporais distintos. A primeira dupla de imagens mostra o município de Luís Eduardo Magalhães (BA) em um intervalo de 32 anos, e a segunda mostra a distribuição dos plantios de soja no país num intervalo de 40 anos, dando especial destaque à região do "Matopiba", intersecção entre Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. A análise dessas imagens pelos estudantes mobiliza a habilidade procedimental **EM13CHS106.** Oriente a leitura da legenda e pergunte aos estudantes se eles conhecem o conceito de "fronteira agrícola". Caso necessário, defina esse termo como sendo um local onde a atividade agropecuária avança sobre o ambiente natural. Ressalte que estes locais são dinâmicos e respondem não somente às demandas do mercado interno, mas principalmente às externas, representadas por *commodities* e pelos interesses do capital internacional. Aproveite o momento para refletir com os estudantes sobre o conceito de agronegócio e suas implicações na produção agropecuária brasileira. Alguns tópicos que podem contribuir para direcionar a discussão são: a modernização das técnicas de plantio, manejo e colheita de grãos, que afetam não somente a produção, mas levam à falência os pequenos e médios produtores por serem menos capitalizados; a utilização fundiária, que requer melhorias na produtividade para evitar o aumento da pressão sobre as áreas naturais; a utilização de agrotóxicos e fertilizantes químicos, que poluem o solo e as nascentes e alteram os ciclos biogeoquímicos; e o desmatamento, que provoca perda da biodiversidade, alterações climáticas, alterações no ciclo hidrológico, entre outras. Após as discussões, solicite aos estudantes que respondam à questão de abertura e fomente uma discussão com toda a turma, o que favorecerá o desenvolvimento das habilidades **EM13CHS302**, **EM13CNT203**, **EM13CNT206**, uma vez que tem como foco a análise dos impactos da agropecuária no ambiente e as formas de mitigar esses problemas. Também contribui com a habilidade **EM13CNT306**, na medida em que aborda o uso dos defensivos agrícolas; e a habilidade **EM13CNT310**, quando são discutidos os impactos da agricultura na qualidade da água. A **Competência Geral 7** também é favorecida, uma vez que os estudantes são convidados a argumentar com base em fatos a respeito dos impactos socioambientais da agropecuária. Proponha iniciativas que promovam o cuidado com o planeta.

Continue o desenvolvimento da abertura perguntando aos estudantes se sabem quais são os alimentos mais produzidos no Brasil. Caso tenham dificuldades em nomeá-los, apresente a eles a lista do IBGE que se encontra na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Aproveite o momento para explicar que o cultivo inicial da soja se deu apenas para alimentar o gado e que a expansão da produção ocorreu devido a uma crise na produção dos Estados Unidos em 1973. A partir daí, pergunte aos estudantes se é possível expandir o cultivo da soja e das outras culturas voltadas para o agronegócio. Pergunte ainda como esta expansão afeta os grandes ecossistemas (biomas) brasileiros. Peça aos estudantes que comparem os mapas e questione-os sobre qual bioma se localiza na região com maior concentração de áreas destinadas ao plantio de soja. Quando eles perceberem que o Cerrado é o bioma mais afetado, questione sobre o relevo e características da vegetação e do clima desta região. Fomente uma discussão para que eles concluam que a vegetação, o clima e o relevo são facilitadores da expansão da soja, já que a região é predominantemente plana, sua vegetação pode ser facilmente desmatada com queimadas e o clima pode ser dividido em estação seca e chuvosa. Neste momento é favorecido o trabalho com a habilidade **EM13CNT206**, ao possibilitar a discussão sobre características ambientais e o impacto causado pela agropecuária no Cerrado. E também é favorecida a **Competência Geral 1** ao promover o uso do conhecimento histórico sobre a expansão da agropecuária para entender e explicar a degradação dos biomas brasileiros.

Se julgar adequado, amplie a discussão para uma escala mais local e questione os estudantes sobre a região em que vivem. Sugira a formação de duplas e peça para que discutam sobre quais os alimentos predominantes na região e se eles são plantados por pequenos agricultores ou se são

EM OFERTA

monoculturas voltadas para o agronegócio. Este momento é propício para verificar se os estudantes conhecem o bioma da região em que vivem. Faça um pequeno levantamento deste conhecimento pedindo que citem as características do clima, relevo, vegetação e solo da região. Direcione a discussão para uma reflexão sobre as perdas do bioma local causadas pela produção de alimentos. Se considerar interessante, peça aos estudantes que construam um quadro comparativo das diferentes culturas presentes no Brasil e relacione-as com as propriedades do solo e condições climáticas da região em que elas são predominantes.

Um trabalho articulado com a área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas pode ser favorecido por meio de pesquisas pelos estudantes, em *sites* confiáveis, sobre a história das mudanças na produção de alimentos no Brasil relacionando dados da distribuição da população urbana e rural com a contribuição da agricultura no PIB (Produto interno bruto). Estes dados podem ser encontrados no *site* do IBGE. Tal atividade contribui com o desenvolvimento das habilidades **EM13CHS106**, já que inclui a compreensão das modificações históricas relacionadas à logística do escoamento da produção de alimentos; **EM13CHS202**, já que requer a utilização de documentos históricos para se compreender as relações entre tecnologias e a produção de alimentos; e **EM13CHS302**, uma vez que requer o reconhecimento e a análise das alterações socioespaciais provocadas pela produção de alimentos.

- **Objetivos e avaliação diagnóstica**

Nesta abertura, trabalhe os objetivos da Unidade, bem como as questões de cada Tema propostas no boxe **Pense nisso!** É recomendado que o professor que mais se sentir confortável realize tais ações.

Como as questões do boxe **Pense nisso!** foram estruturadas para fomentar o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes a respeito dos conteúdos que serão desenvolvidos em cada um dos Temas, é fundamental que as respostas obtidas sejam compartilhadas entre todos os professores da área de Ciências da Natureza.

A questão do **Tema 1** visa identificar se os estudantes conseguem reconhecer e caracterizar ecossistemas brasileiros, conteúdo associado à habilidade **EF07CI07**, bem como se eles percebem que o modelo atual de produção de alimentos impacta esses ecossistemas e sua biodiversidade, conhecimento relacionado à habilidade **EF07CI08**. Tais conhecimentos são aprofundados no Tema, onde os ecossistemas são agrupados em Biomas e são explorados tanto os impactos da produção de alimentos quanto as possibilidades de cultivos sustentáveis nestes locais.

A questão do **Tema 2** tem como objetivo investigar se os estudantes reconhecem que os alimentos podem sofrer alterações quando expostos a diferentes condições, como aquecimento e resfriamento, bem como a alterações por agentes biológicos, conteúdos desenvolvidos pelas habilidades **EF04CI02** e **EF04CI06**. Também busca-se perceber se entendem que o desenvolvimento de processos de conservação de alimentos, como a pasteurização, pode contribuir para o melhor acondicionamento dos alimentos, um dos aspectos que se pode depreender da habilidade **EF07CI06**. Tais conhecimentos são importantes para que os estudantes compreendam a rapidez das transformações químicas envolvidas na deterioração dos alimentos e os fatores que a influenciam, de modo a perceber como a cinética química, conteúdo desenvolvido no Tema 2, pode contribuir para minimizar o desperdício de alimentos e aumentar sua vida útil.

A questão do **Tema 3** busca verificar o aprendizado do estudante sobre o funcionamento e a aplicabilidade das radiações, conteúdos associados às habilidades **EF09CI06** e **EF09CI07**. Este conhecimento é primordial para ser aprofundado no Tema onde serão discutidos os aspectos da radiação, radioatividade, meia-vida e suas aplicações na conservação de alimentos.

A questão do **Tema 4** busca resgatar os conhecimentos sobre as características das plantas, a importância da água e da luz para seu desenvolvimento, a identificação de suas partes e a importância do solo para a agricultura, conteúdos explorados por diversas habilidades, tais como **EF02CI04**, **EF02CI05**, **EF02CI06** e **EF03CI10**. Também pretende perceber se o estudante compreende os processos reprodutivos das plantas, conteúdo explorado pela habilidade **EF08CI07**. Todos esses conhecimentos são conectados e aprofundados no estudo da fisiologia das angiospermas, foco do Tema 4, com o objetivo de associar esse conteúdo ao incremento da produtividade agrícola.

A questão do **Tema 5** tem como pré-requisito a habilidade **EF04CI03**, que trata da reversibilidade ou não de uma mudança causada por aquecimento ou resfriamento. Tal conhecimento é fundamental para avançar com o estudo das reações reversíveis no estado de equilíbrio químico, que será abordado no contexto da produção de fertilizantes nitrogenados.

Na questão do **Tema 6** é resgatada a habilidade **EF06CI13**, a qual versa sobre os argumentos que demonstram a esfericidade da Terra. Essa compreensão é necessária para que os estudantes ampliem seus conhecimentos sobre a lei da gravidade e as diversas dinâmicas que regem os movimentos dos corpos celestes, foco do Tema 6, com o intuito de contextualizar a utilização de imagens via satélite e sistemas de monitoramento como estratégias visando à melhora na produtividade por área de cultivo.

Tema 1 – Impactos ambientais da produção de alimentos

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término deste Tema, o estudante seja capaz de:

- Identificar os biomas como diferentes unidades ecológicas determinadas pelo clima, solo, vegetação e relevo do local.
- Reconhecer e localizar geograficamente os biomas brasileiros.
- Explicar que o desmatamento, o assoreamento dos rios, as queimadas e a poluição impactam negativamente a biodiversidade e podem resultar na extinção de espécies.
- Compreender que a interferência humana em comunidades naturais, como a produção de alimentos em larga escala, pode causar desequilíbrios ecológicos e perda de biodiversidade.
- Compreender os alcances e os limites do conhecimento científico como ferramenta para evitar ou minimizar os

EM MODERAÇÃO

efeitos prejudiciais da interferência humana em comunidades naturais, conscientizando-se da importância da conservação ambiental.

Subsídios para o planejamento

Este Tema deverá ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Biologia**. O planejamento poderá contar com o apoio do professor do componente curricular **Geografia** para o desenvolvimento da habilidade **EM13CHS302**, uma vez que relaciona os impactos gerados pelas atividades agropecuária e extrativista, os hábitos culturais e a estrutura produtiva dos setores econômicos aos danos ambientais decorrentes, como o desmatamento, o assoreamento, as queimadas, a poluição e a perda da biodiversidade.

A sugestão de condução deste Tema está dividida em três etapas, sendo cada uma delas detalhadas a seguir.

- **1ª etapa**

Inicie a aula utilizando a rotina de pensamento *Think Pair Share* (Pense e compartilhe em pares). Peça aos estudantes que, individualmente, descrevam o que sabem sobre biomas brasileiros e biomas globais. É esperado que relembrem o papel dos fatores abióticos como determinantes para as características da fauna e da flora locais. Apresente as imagens das plantas da Amazônia, da Caatinga e dos Pampas e peça à turma que descreva as folhas e as razões pelas quais são diferentes umas das outras. Espera-se que os estudantes mencionem as adaptações das espécies vegetais, por exemplo, o predomínio de folhas reduzidas em ambientes xéricos, limitando a perda de água por transpiração, ao passo que em ambientes úmidos prevalecem plantas com folhas mais largas, dada a abundância de água nesses locais. Peça aos estudantes que formem duplas e compartilhem suas respostas, chegando a um consenso que represente o pensamento da dupla. Em seguida, os pares devem apresentar suas ideias para toda a turma, o que facilita o desenvolvimento das **Competências Gerais 2 e 9**, quando os estudantes são convidados a exercitar sua curiosidade intelectual, dialogar e cooperar para a formulação de hipóteses sobre as adaptações das espécies vegetais aos ambientes que ocupam, bem como o da habilidade **EM13CNT202**, que trabalha conceitos fundamentais da Ecologia.

Durante as apresentações, identifique os conceitos equivocados, corrija-os e esclareça as dúvidas. Aproveite a oportunidade para trabalhar o conceito de adaptação, uma vez que este tende a ser mal interpretado pelos estudantes. Ou seja, muitas vezes eles pensam que as adaptações ocorrem como uma resposta às necessidades do indivíduo, quando, na verdade, elas surgem ao longo de várias gerações, em resposta ao ambiente e como resultado do processo de seleção natural. Explique à turma de onde foram extraídas as imagens e que a formulação do conceito de bioma se deu no início do século passado, no contexto de busca por uma abordagem que contemplasse o conjunto planta-animal. A palavra "bioma" é derivada do grego: *bio* – vida, e *oma* – sufixo que pressupõe generalização (grupo, conjunto). A base para esse conceito foi o entendimento de que, na biosfera, os organismos formam comunidades relacionadas com seu ambiente por meio da troca de energia e matéria. Essas comunidades são conhecidas como ecossistemas. Assim, um complexo de ecossistemas com características geológicas, pedológicas e climáticas homogêneas, que compartilham uma história evolutiva e que podem ser reconhecidos por sua fisionomia, recebe a denominação de bioma. Acrescente que o conceito de bioma pode ser aplicado em diferentes níveis, como global (Tundra, Floresta Tropical, Taiga, Deserto, Floresta Temperada, Savana e Pradaria) ou local (Amazônia, Pantanal, Mata Atlântica, Caatinga, Cerrado e Pampa – no Brasil). Faça a relação entre os biomas brasileiros e os biomas globais e comente que Tundra e Taiga não ocorrem no Brasil. Ressalte que a Caatinga é um bioma exclusivo do Brasil e que os outros biomas existentes no país se estendem para além de suas fronteiras. Aproveite a oportunidade para comentar a grande diversidade da Caatinga e dos Desertos, uma vez que os estudantes tendem a acreditar que regiões áridas e semiáridas são pobres em diversidade. Explique que o bioma Mata Atlântica contém tanto Florestas Tropicais quanto Florestas Temperadas, que são as Matas de Araucária da região Sul do país. Nesse contexto, explique que a classificação, quanto ao número de biomas e aos limites de cada um, difere entre os biogeógrafos, resultando em variações quanto ao que deve, efetivamente, ser reconhecido, de acordo com os critérios adotados. Ressalte que limites espaciais bem definidos são convenientes para cartógrafos, porém não são uma realidade da natureza e, por isso, a Ecologia denomina ecótonos as zonas de transição entre biomas.

Após essa discussão inicial, direcione a turma para o estudo dos biomas brasileiros. Proponha a seguinte situação fictícia: uma agência de viagem vai contratar os serviços de estudantes para criar uma apresentação de *slides* (ou um guia, dependendo da disponibilidade de recursos) sobre um bioma brasileiro.

Deixe claro para os estudantes que o material produzido deve atender às seguintes especificações: 1 – Qual é a área ocupada e em que região do Brasil esse bioma se encontra?; 2 – Como é o clima do local?; 3 – Que plantas vivem no local e quais são suas especializações?; 4 – Que animais vivem no local e quais são suas especializações?; 5 – Como é o relevo do local?; 6 – Como é o solo do local?; 7 – Que tipo de relevo é encontrado nesse bioma?; 8 – O que torna esse lugar interessante para visitar?; 9 – Quais são as comidas típicas da região?; 10 – Qual seria o itinerário de viagem pelos principais pontos turísticos?. Essa abordagem, além de favorecer o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT202**, contribui com o trabalho com o professor do componente curricular **Língua Portuguesa** para o desenvolvimento da habilidade **EM13LP35**, uma vez que os estudantes precisarão utilizar ferramentas de apoio à apresentação oral.

Organize a turma em seis equipes e sorteie um bioma brasileiro para cada uma delas. Recomende a utilização de fontes confiáveis de informação, como os *sites* do Ministério do Meio Ambiente, do Ibama, do IBGE, de ONGs como a WWF (World Widelife Fund) e ((O))eco, e artigos científicos, entre outras.

O material produzido pelos grupos deve ser apresentado para os colegas de turma. Reforce que é necessário que todos os componentes do grupo participem, assim, terão oportunidade de utilizar diferentes linguagens para compartilhar o conhecimento, poderão argumentar com base em dados, exercitarão a empatia e a cooperação e poderão agir pessoal

REPRODUÇÃO

e coletivamente com autonomia e responsabilidade, desenvolvendo assim as **Competências Gerais 4, 7, 9 e 10**. Essa atividade desenvolve a habilidade **EM13CNT202** ao fomentar a utilização da tecnologia para ampliar os conhecimentos fundamentais em Ecologia, e também a habilidade **EM13LP16**, uma vez que estimula a produção de textos orais e requer a utilização de elementos linguísticos relativos à fala, à expressão facial e à postura corporal.

Na ocasião da apresentação, esclareça dúvidas, discuta os conceitos necessários e ressalte a singularidade da biodiversidade de cada um dos biomas. Para finalizar essa etapa e decidir qual será o grupo contratado pela agência de viagem, organize um evento na escola, no qual os estudantes apresentarão o itinerário da viagem e as comidas típicas do local de destino.

- **2ª etapa**

Os estudantes devem ser orientados a assistir no período extraclasse ao documentário "Sob a pata do boi", indicado no boxe **Fique por dentro**. Peça que tomem nota das informações que considerarem importantes.

Em aula, de preferência no laboratório de informática, cada estudante deverá se aprofundar em um bioma indicado por você. Eles deverão responder ao questionário apresentado a seguir, com base nas informações do livro, em pesquisas em fontes confiáveis na internet, bem como nas informações obtidas no documentário.

Questionário:

1. Quais são os impactos da agricultura e da pecuária no bioma?
2. Qual era a área original do bioma e quanto dessa área já foi perdida?
3. Os impactos causados ao bioma são relevantes para aumentar o efeito estufa? Como isso acontece?
4. Como a perda de hábitat se relaciona à biodiversidade?
5. Quais seriam as formas de diminuir a destruição dos biomas brasileiros?
6. Quais são as populações que habitam o bioma?

Algumas respostas para as perguntas idealizadas podem ser encontradas no livro *Biomas e agricultura,* de Vilela *et al.* (2019); em *sites* do governo federal e de ONGs que trabalham com cada bioma específico.

Ao completarem as respostas, peça aos estudantes que formem grupos com os colegas que analisaram o mesmo bioma. Eles devem discutir as respostas coletadas para o questionário e preparar uma apresentação que sintetize as informações do grupo sobre o bioma estudado. A apresentação deve durar em torno de 1 a 3 minutos, com base nas apresentações da competição de divulgação científica FameLab Brasil. Peça aos estudantes que acessem o *site* da FameLab Brasil (Disponível em: <https://www.britishcouncil.org.br/famelab/inspirese>. Acesso em: 12 jun. 2020.), assistam às apresentações dos finalistas e conheçam os critérios de avaliação a fim de se prepararem para a elaboração das próprias apresentações. Essa abordagem favorece o trabalho com a **Competência Geral 4**.

Durante as apresentações, esclareça as dúvidas sobre assuntos não compreendidos, como a dificuldade de relacionar a perda de hábitat com a diminuição da biodiversidade ou de perceber o papel da pecuária na emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa. Nesta etapa, os estudantes são convidados a utilizar tecnologias digitais, fontes de dados confiáveis e diferentes formas de linguagem para trabalhar o conteúdo, e, por isso, as **Competências Gerais 2, 5, 7, 9 e 10** são favorecidas. O conteúdo abordado também mobiliza diversas habilidades: **EM13CNT202**, que trabalha conceitos fundamentais da Ecologia, incluindo a problematização da extinção da biodiversidade; **EM13CNT203**, que possibilita estudar algumas causas de desequilíbrio nos ecossistemas, bem como os impactos desse desequilíbrio nas populações humanas; e **EM13CHS302**, que versa sobre os impactos ambientais da agropecuária nos biomas brasileiros.

- **3ª etapa**

Peça aos estudantes que realizem uma pesquisa sobre métodos sustentáveis e iniciativas individuais e/ou coletivas que possam reduzir o impacto da produção de alimentos sobre os biomas brasileiros. Recomende a leitura do texto "Florestas e produção de alimentos em harmonia na Amazônia", no boxe **Fique por dentro**.

Durante a aula, convide os estudantes a compartilharem as informações encontradas e aproveite a oportunidade para sanar as dúvidas que surgirem sobre o assunto. Neste momento são mobilizadas as habilidades **EM13CNT202**, **EM13CNT203**, **EM13CNT206** e **EM13CNT302**, uma vez que são trabalhados os ecossistemas locais e discutidos a importância de conservar a biodiversidade, os tipos de atividade econômica que praticam o uso sustentável dos recursos naturais e a necessidade de preservação dos ecossistemas locais.

Para enriquecer a discussão, consulte o texto da Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo (2011, capítulos 4-6), no qual são expostos os conceitos de agricultura sustentável e agroecologia, explicitando as principais práticas da agroecologia e os benefícios dos sistemas agroflorestais. O texto está indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Após o trabalho com as três etapas, proponha a *Atividade complementar*, disponível a seguir, para que os estudantes reconheçam a importância das Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) na preservação ambiental e seu papel como mitigador da fome no Brasil.

Na etapa I da atividade complementar, os estudantes trabalharão em equipe e buscarão fontes confiáveis de informação para identificar as PANCs de sua região. Essa atividade permite que eles as reconheçam como parte da história e cultura da região onde vivem e valorizem o seu saber, mobilizando as **Competências Gerais 3, 5 e 9**. Auxilie os estudantes com a proposta do *blog* da classe, o qual deve ser preparado para receber as publicações. Proponha um cronograma de desenvolvimento das atividades e estabeleça os critérios de avaliação do material que será publicado e da participação dos estudantes. Peça que todos os grupos postem pelo menos duas PANCs comumente encontradas no município ou na região, evitando duplicidade nas escolhas dos grupos. Caso os estudantes queiram ampliar a busca por PANCs de outros locais, incentive-os. Ainda que a pesquisa seja livre, recomende aos estudantes a consulta de dois livros, Kelen *et al*. (2015) e Ranieri *et al*. (2017), indicados na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

EM MODERNA

Na etapa II, os estudantes terão a oportunidade de pôr em prática os conhecimentos adquiridos na etapa anterior, com a realização de uma saída de campo. Este é um momento propício para fazer uma comparação entre a disponibilidade das PANCs e as necessidades dos cultivos das plantas convencionalmente utilizadas na nossa alimentação. Organize-se para solicitar previamente a autorização dos pais para a saída de campo. Certifique-se também da aprovação da atividade pela direção escolar. Durante a identificação das PANCs, mencione que algumas plantas podem ser tóxicas ou causar algum dano à saúde, que a identificação de espécies de plantas não é uma atividade trivial e requer muito cuidado. Mencione que há plantas que são morfologicamente muito parecidas, como o caso da taioba e da taioba-brava, diferindo em relação a toxicidade. Por isso, é importante a obtenção de imagens adequadas para serem repassadas a especialistas que possam confirmar a identificação, seja por *e-mail* ou por aplicativos.

Na etapa III, o estudante passa a valorizar e utilizar os saberes construídos sobre as PANCs e utiliza as diferentes tecnologias para compartilhar este conhecimento, favorecendo o trabalho com as **Competências Gerais 3, 4, 5**. Mencione a importância de conversar com pessoas mais velhas, valorizando o conhecimento popular sobre essas plantas. Assim como na etapa I, deixe-os à vontade para inserir receitas de outras plantas, desde que elas estejam catalogadas no *blog* da classe. Caso eles tenham dificuldade em encontrar receitas com essas plantas, auxilie-os durante as pesquisas. Chame a atenção para os cuidados que devemos ter no processo de identificação das PANCs, respeitando as particularidades de cada uma delas durante o seu preparo.

Com a finalidade de avaliar a aprendizagem dos conceitos trabalhados ao longo do Tema, peça aos estudantes que resolvam as questões da seção **Atividades**. De maneira complementar e alinhada à avaliação continuada do processo de ensino-aprendizagem, proponha também a reflexão sobre a questão da seção **Reflita sobre seu aprendizado!**, favorecendo a mobilização das **Competências Gerais 1 e 6**.

Atividade complementar

Esta atividade será realizada em grupo e está organizada em três etapas.

Etapa I – Pesquisa sobre PANCs e elaboração de um *blog* da classe

Reúnam-se em grupos e busquem o significado da sigla PANC. Em seguida, utilizando fontes confiáveis, façam um levantamento sobre as PANCs mais comuns no município ou na região em que vivem e escolham, pelo menos, duas delas para aprofundarem o estudo. Pesquisem informações sobre as PANCs escolhidas, como o nome científico, o nome popular, o local onde são encontradas, as principais características morfológicas observáveis que auxiliam em sua identificação, a parte comestível, além de outros aspectos que julgarem interessantes. Com base nos dados pesquisados, elaborem uma introdução teórica, compartilhem o material com os demais grupos e, juntos, criem um *blog* da classe para apresentar as PANCs comuns da região à comunidade.

Etapa II – Pesquisa de campo para identificação e mapeamento das PANCs da região escolar

Agora que vocês já sabem o que são e conhecem as PANCs mais comuns da região em que vivem, organizem uma saída de campo para encontrar alguns exemplares. Fotografem e identifiquem as espécies que são encontradas no entorno da escola com o auxílio de aplicativos digitais para essa finalidade ou recorram a especialistas e a fontes confiáveis. Em seguida, com auxílio de dispositivos eletrônicos com acesso à internet, façam o mapeamento do local em que elas foram encontradas, utilizando uma plataforma de mapas digitais gratuita. Não se esqueçam de atualizar o *blog* da classe com essas novas informações.

Etapa III – Receitas com PANCs

Para complementar o *blog* da classe, pesquisem receitas com as PANCs escolhidas na Etapa I. Além do passo a passo para o preparo das receitas, lembrem-se de mencionar aos leitores os cuidados necessários na coleta e no preparo das PANCs, pois a identificação incorreta de uma planta ou o não cumprimento das orientações de cozimento ou manuseio podem acarretar danos à saúde. Por questões de segurança, a finalidade desta atividade não é criar um prato com uma ou mais PANCs da região. Atentem-se para o fato de que a identificação precisa das plantas pelos aplicativos não é garantida. Assim, antes de manipular ou mesmo consumir qualquer uma dessas plantas, é necessário confirmar a identificação com um especialista.

Divulguem o *blog* da classe entre os membros da escola e da comunidade. A divulgação pode ser feita por meio das redes sociais e de grupos de mensagens.

Tema 2 – Cinética química e a conservação de alimentos

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término deste Tema, o estudante seja capaz de:

- Desenvolver o interesse pela Ciência por meio de prática investigativa relacionada à cinética de reações químicas e conservação dos alimentos.
- Conhecer aspectos energéticos, como energia cinética e de ativação, que influenciam na rapidez das transformações químicas.
- Utilizar dados experimentais para prever a lei cinética e a ordem de reação.
- Explicar a ocorrência de uma reação química em fase gasosa por meio da teoria das colisões.
- Analisar como algumas substâncias e as condições do ambiente alteram a composição de alimentos.
- Explicar a ação das enzimas sobre a cinética de uma reação química e sua ação na aplicação de processos industriais.
- Interpretar graficamente a rapidez média de uma reação química.
- Utilizar notação científica para expressar cálculos sobre a rapidez média de uma reação química.

MODELO

Subsídios para o planejamento

O Tema 2 deve ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Química**. Nele, abordam-se os conteúdos relativos à cinética química no contexto da conservação de alimentos. Considerando os apontamentos da literatura especializada sobre a dificuldade de aprendizagem desses conteúdos pelos estudantes, bem como visando propiciar a compreensão e a valorização do estudante como protagonista da própria aprendizagem, a sugestão de abordagem para o Tema 2 está dividida em três momentos.

- **1º momento:** Aula dialogada com foco na leitura compartilhada

Inicie a aula perguntando aos estudantes se eles sabem explicar por que algumas frutas ficam escuras quando expostas ao ar e o que deve ser feito para retardar esse fenômeno durante o preparo de uma salada de frutas. Pergunte também como um cozinheiro deve proceder para realizar a cocção de um alimento de forma mais rápida.

Em seguida, conduza a dinâmica de leitura compartilhada, fundamental para promover o partilhar, o construir e o reconstruir sentidos e, assim, contribuir para o desenvolvimento das **Competências Gerais 7 e 9**, bem como da habilidade **EM13CNT301**, que envolve a interpretação de modelos explicativos. Essa dinâmica envolve quatro passos que, preferencialmente, devem ser mediados pelo professor: ler, resumir, solicitar esclarecimentos e prever. No ensino de Ciências, o desenvolvimento da capacidade leitora possibilita um maior contato com a linguagem específica desse componente curricular, qualificando sua aprendizagem, como também promove a análise e a reflexão crítica, a argumentação e a tomada de decisão diante de uma situação-problema. Assim, disponibilize um tempo curto (5 a 6 minutos) para que os estudantes leiam, individualmente e em silêncio, o texto introdutório do Tema 2. Na sequência, peça-lhes que falem o que entenderam e quais foram as dúvidas que tiveram. Incentive-os com questionamentos, que podem ter as respostas diretamente no texto ou que os estudantes precisam inferir. Sugerimos alguns, como: "Vocês acreditam que, na comunidade onde vivem, as pessoas estão bem orientadas sobre a importância da adequada conservação dos alimentos?", "Quais práticas você e sua família adotam para preservar os alimentos de forma adequada?", "Já ouviram falar do uso de filmes e revestimentos comestíveis para evitar a deterioração em alimentos?". Garanta que a maior parte dos estudantes participe desse processo expondo ideias, dúvidas e impressões acerca do que foi lido. E, se verificar algum equívoco, pode esclarecer conceitos e termos. Aproveite para explorar o **boxe +**, que trata de técnicas de conservação de alimentos utilizadas por populações indígenas baniwa, mobilizando a **Competência Geral 3**.

Se julgar conveniente, consulte o artigo de Villadiego *et al.* (2005), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, para aprofundar seus conhecimentos acerca da utilização de filmes e revestimentos para preservar a qualidade dos alimentos.

Realize a dinâmica de leitura compartilhada, dos tópicos **Rapidez ou taxa de reação** e **Modelos explicativos e a influência do meio na rapidez de uma reação**, tentando seguir os quatro passos descritos anteriormente. A seguir apresentamos alguns comentários sobre esses tópicos para auxiliar no momento da leitura compartilhada.

Ao abordar a **Rapidez ou taxa de reação**, utilize os exemplos de transformações químicas para discutir quão rapidamente os diferentes processos químicos ocorrem. O conceito de rapidez média pode ser exemplificado com situações cotidianas, como o cozimento de alimentos, ou até mesmo com um processo industrial, em que a concentração dos materiais varia no decorrer do tempo. Pergunte aos estudantes o que seria, para eles, uma transformação química muito rápida. Comente que pesquisas de ponta na área da cinética química envolvem transformações da ordem de nanossegundos (10^{-9} s) ou mesmo femtossegundos (10^{-15} s), o que requer constante desenvolvimento científico e tecnológico. Caso os estudantes questionem como podemos calcular a concentração com base em dados de pressão do gás, esclareça que isso pode ser feito por meio da equação dos gases ideais, desde que o volume do recipiente e a temperatura do sistema sejam conhecidos.

Pergunte se é possível prever a rapidez com que determinada substância se decompõe com base na rapidez de formação de um dos produtos da reação. Nesse momento, explore a **tabela 2.1** para verificar a compreensão dos estudantes, principalmente sobre o uso das relações estequiométricas entre os participantes de uma reação e os cálculos do consumo de H_2O_2 nos diferentes tempos. Ajude-os a perceber que ao longo do progresso da reação há uma diminuição da concentração de H_2O_2 e um aumento de H_2O e O_2. Aponte que a quantidade de H_2O_2 consumida é exatamente igual à quantidade de H_2O formada e metade da quantidade de O_2 formado. Como mostra a tabela, a concentração inicial de H_2O_2 é de $10{,}00 \cdot 10^{-2}$ mol L^{-1} e não há produto no sistema. Após os primeiros 50 minutos, a concentração de H_2O_2 cai para $9{,}32 \cdot 10^{-2}$ mol L^{-1}, ou seja, houve um consumo de $0{,}68 \cdot 10^{-2}$ mol L^{-1}. Ressalte que essa é exatamente a quantidade de H_2O que foi formada, pois a estequiometria da reação é de 2 H_2O_2 para 2 H_2O. Quando avaliamos o O_2 nesse mesmo tempo, observamos a formação de $0{,}34 \cdot 10^{-2}$ mol L^{-1}, que é a metade da concentração de H_2O no sistema, também coerente com a estequiometria da reação, que mostra que a quantidade consumida de H_2O_2 é o dobro da que será formada de O_2 ou que, para cada 2 mol de H_2O formados, a metade é formada de O_2. Essa proporção é evidenciada em todos os experimentos, ou seja, em cada tempo em que foi medida a concentração das espécies no meio reacional. Esse procedimento contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT205**, uma vez que os estudantes terão de interpretar resultados de dados experimentais.

As relações entre a variação das concentrações das espécies em função do tempo também podem ser trabalhadas com base no gráfico da **figura 2.2**, favorecendo o trabalho com as habilidades **EM13MAT101** e **EM13MAT313**. É importante mostrar no gráfico o perfil das curvas referentes à concentração do reagente (H_2O_2) e dos produtos (H_2O e O_2), ou seja, a diminuição da concentração do reagente e o aumento da concentração dos produtos. Chame a atenção da turma para as curvas dos produtos nesse experimento, destacando que a curva referente ao H_2O é maior que a do O_2, como já mostrado pelos coeficientes estequiométricos e pela medida das concentrações de cada espécie.

REPRODUÇÃO

Esteja atento às possíveis concepções alternativas dos estudantes sobre as diferentes causas para explicar a velocidade de uma reação química. É provável, assim como foi descrito no artigo de Justi e Ruas (1997), que os estudantes apresentem respostas que se enquadram em três categorias identificadas pelas autoras, a saber: a rapidez da reação está relacionada com o tipo de substância nela envolvida, a rapidez da reação depende do sistema reacional (reagentes e produtos) e a rapidez da reação é algo específico de cada reação química.

Ao abordar os **Modelos explicativos e a influência do meio na rapidez de uma reação**, verifique a compreensão dos estudantes acerca do texto por meio de questionamentos, como: "O que vocês entendem por meio reacional?", "As colisões em quaisquer condições resultam em transformação química?", "Quais são os requisitos necessários para que uma colisão seja efetiva?".

Fique atento à concepção dos estudantes sobre a matéria, pois a teoria das colisões é incompatível com uma visão contínua da matéria.

Comente sobre o histórico da construção do conhecimento acerca da teoria das colisões apresentado neste tópico. Ele evidencia a Ciência como um processo de construção longo e coletivo, favorecendo o desenvolvimento da **Competência Geral 1**.

Para trabalhar o caráter aleatório das colisões e desenvolver parcialmente a habilidade **EM13CNT205**, recomendamos a simulação de uma reação química bimolecular elementar, utilizando bolinhas de isopor, apresentada no artigo de Cirino *et al*. (2009). No entanto, atente para as limitações desse experimento descritas no trabalho.

Explore com os estudantes todas as figuras apresentadas pedindo-lhes que expliquem cada uma. Na **figura 2.4**, por exemplo, questione em qual das situações há maior probabilidade de acontecer a colisão. Esclareça que será sempre mais fácil ocorrer colisões entre dois átomos do que entre três ou mais átomos simultaneamente. Você pode fazer uma analogia para estimular o raciocínio dos estudantes citando, como exemplo, pessoas vendadas que se movimentam aleatoriamente dentro de uma sala, onde o encontro de apenas duas pessoas vai ser mais fácil/frequente do que o encontro de três ou quatro pessoas. Chame a atenção da turma para o fato de que, na colisão não efetiva (lado direito), as moléculas chocam-se de maneira que apenas um átomo A interage com um átomo B. Além disso, a orientação não favorece que as ligações A–A e B–B sejam rompidas simultaneamente para formação da ligação A–B. Já na colisão efetiva (lado esquerdo), os dois átomos A interagem com os dois átomos B simultaneamente, ou seja, as duas ligações são rompidas e formadas ao mesmo tempo, representando a ocorrência da reação. Ressalte que, para ocorrer uma reação, é necessária uma colisão com energia cinética suficiente e orientação adequada.

Na **figura 2.9,** destaque o fato de que, ainda que os reagentes estejam em uma condição de energia mais elevada que os produtos, os reagentes passam por uma barreira energética maior que o estado inicial para se transformarem em produtos. Essa explicação é importante, pois os estudantes podem pensar que a reação exotérmica ocorre com liberação de energia, "então não precisaria absorver uma quantidade de energia inicial", mas essa concepção está equivocada porque há necessidade de fornecer energia para que as ligações dos reagentes sejam rompidas e a reação ocorra. No caso de uma reação endotérmica, os reagentes também precisam de uma quantidade de energia inicial para ocorrer (a energia de ativação) e, ao final da reação, o estado de energia dos produtos é maior que o dos reagentes. É importante fazer a distinção da energia de ativação como um parâmetro cinético e da diferença de entalpia em uma reação como um parâmetro termodinâmico, que só depende dos estados final e inicial do sistema, não importando como a reação química ocorreu.

- **2º momento:** Prática investigativa e método Jigsaw

Nesse experimento serão avaliados os fatores que afetam a rapidez das reações químicas que ocorrem com alimentos. Ele favorece o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT101**, **EM13CNT301** e **EM13CNT307**, bem como a **Competência Geral 2**, pois busca desenvolver com os estudantes o interesse pela ciência por meio da prática investigativa relacionada à cinética de reações química e conservação dos alimentos. Explique aos estudantes que os alimentos são formados por muitas substâncias químicas diferentes, as quais têm organização especial nas células vegetais. Antes de iniciar o experimento, pergunte aos estudantes como podemos identificar uma reação química no contexto da alimentação. Espera-se que eles reconheçam as mudanças de cor, sabor ou textura dos alimentos como possíveis evidências de transformação. Pergunte também quais são as técnicas de preparo de alimentos que envolvem uma reação química, por exemplo, cortar, cozinhar, manter na geladeira, triturar, entre outras. Questione quais são os reagentes responsáveis, de maneira genérica, pelas transformações, como o oxigênio do ar, outros alimentos ou algo do próprio alimento. Com base nas respostas dos estudantes, já é possível relacionar as transformações com os aspectos que serão estudados, como a concentração dos reagentes, a temperatura, a superfície de contato, as enzimas e os conservantes e, assim, trabalhar mais especificamente a habilidade **EM13CNT307**.

Explique o objetivo do experimento e peça aos estudantes que respondam às perguntas do tópico **Prepare-se!**, incluindo a leitura do procedimento do experimento.

Após a execução dos procedimentos e dos registros das observações, peça aos estudantes que, ainda em grupos, respondam ao tópico **Discuta com seus colegas**. Em seguida, em uma roda de conversa, solicite aos grupos que compartilhem suas respostas.

Após a prática investigativa, os estudantes saberão que há fatores que interferem na velocidade de uma reação. Assim, sugerimos o método Jigsaw para aprofundar o desenvolvimento desse tópico, que pode ser realizado nas seguintes etapas:

Etapa 1: formação do grupo de base com quatro integrantes, definição do papel de cada um, favorecendo assim o desenvolvimento parcial da **Competência Geral 9**, e discussão sobre a seguinte pergunta: "Que fatores influenciam na rapidez de uma reação química?". O redator do grupo registrará as informações debatidas por seus integrantes.

Etapa 2: faça uma breve exposição sobre a importância do conhecimento da velocidade das reações químicas e das condições necessárias para que estas ocorram.

EXEMPLAR

Etapa 3: cada integrante do grupo deve selecionar um fator que afeta a velocidade de uma reação química e se juntar com os colegas dos outros grupos que também vão investigar esse mesmo fator. Nesse momento, oriente os estudantes a formar o grupo de especialistas, a ler no livro didático o fator escolhido e discutir o que aprenderam. Esse procedimento colabora para o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT101** e **EM13CNT307**. Se julgar conveniente, você pode sugerir a realização de experimentos simples para auxiliar na compreensão dos conceitos. O artigo de Fatareli *et al*. (2010) apresenta os roteiros dos experimentos dentro desse mesmo contexto do uso do método Jigsaw. Ele está disposto entre as sugestões no tópico *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Etapa 4: os estudantes devem retornar ao seu grupo de base e compartilhar com os integrantes suas observações e seus aprendizados durante o estudo do grupo de especialistas. Peça a eles que retomem as anotações iniciais sobre a pergunta e instigue-os a aprimorar a resposta.

Etapa 5: em uma roda de conversa cada grupo de base deve compartilhar, com a turma, suas conclusões em uma apresentação breve. Essa iniciativa contribui para o desenvolvimento das **Competências Gerais 4 e 7**. Incentive os grupos a diversificar o formato das apresentações, por exemplo, usando mapa mental, *slide*, painel ou pôster. Lembre os estudantes de que as apresentações precisam ter começo, meio e fim. Durante as apresentações, fique atento a eventuais erros conceituais e faça interferências quando achar necessário.

- **3º momento:** Leitura compartilhada e resolução de atividade

Realize o mesmo procedimento do 1º momento para o tópico **Lei cinética**. Em seguida, para verificar se os estudantes compreenderam os conceitos desenvolvidos, peça que respondam, individualmente, às questões da seção **Atividades**. Depois, convide-os a apresentar no quadro de giz a resolução das questões, o que contribui para o desenvolvimento da **Competência Geral 4**. É importante que cada estudante responda apenas a uma questão.

Seguem alguns comentários sobre o tópico **Lei cinética** para auxiliá-lo no momento da leitura compartilhada.

A rapidez inicial em reações que envolvem gases, como a decomposição do N_2O_5, pode ser determinada pelo monitoramento da pressão do sistema. Como a proporção em volume entre reagentes e produtos é diferente (no exemplo do N_2O_5, 2 volumes de reagente geram 5 volumes de produto), o progresso da reação altera a pressão, em um sistema com volume e temperatura constantes. A pressão é proporcional à quantidade de gás e, portanto, à sua concentração. Por meio de cálculo estequiométrico, pode-se determinar a concentração de cada substância no decorrer do processo. Assim, é importante destacar os dados experimentais para fazer uma análise e chegar à lei de velocidade que representa o fenômeno. Essa abordagem favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT205**. Focalizar os cálculos e explorar graficamente a rapidez média de uma reação química também favorece o desenvolvimento das habilidades **EM13MAT101** e **EM13MAT313**. No exemplo apresentado da decomposição do N_2O_5, é observada a variação da velocidade em relação à concentração inicial do reagente. Aqui é importante destacar que há uma relação que se mantém entre os experimentos: a proporcionalidade entre a velocidade e a concentração. Daí surge a lei de velocidade, com uma constante de velocidade específica para cada reação e cada temperatura. Estabeleça uma relação com as concepções iniciais dos estudantes apontadas no primeiro momento, em que os estudantes puderam sugerir que a taxa da reação depende da natureza das substâncias envolvidas e de um sistema reacional específico.

Proponha a reflexão da seção **Reflita sobre seu aprendizado!** para finalizar o Tema, favorecendo o trabalho com as **Competências Gerais 1 e 6**.

Tema 3 - Radioatividade

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término deste Tema, o estudante seja capaz de:

- Reconhecer as características da radiação e sua origem e avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação no cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.
- Avaliar os benefícios da utilização e os riscos à saúde e ao meio ambiente dos materiais radioativos, para se posicionar criticamente com relação ao seu uso e ao seu correto descarte.
- Avaliar o impacto da radiação nos seres vivos e no corpo humano, com base em transformações e transferências de energia por meio de representações e previsões.
- Elaborar previsões e estimativas, interpretar modelos explicativos e resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões a respeito da utilização da radiação em situações-problema sob uma visão científica.
- Reconhecer as propriedades dos materiais radioativos para avaliar seu uso em diversas aplicações.

Subsídios para o planejamento

O Tema 3 deve ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Física**.

Inicie o Tema utilizando a rotina de pensamento *3-2-1 Bridge* (1-2-3 Ponte) para ativar o conhecimento prévio dos estudantes: peça a eles que, individualmente, escrevam três pensamentos ou ideias sobre radioatividade e elaborem duas perguntas sobre esse termo. Evidencie que não existe, para este momento, um julgamento sobre o que é o certo e o que é errado. Depois, peça que compartilhem os pensamentos ou as ideias que tiveram. Esse processo favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 4**. Na sequência tome nota, no quadro de giz, das palavras-chave mencionadas pelos estudantes. Observe as possíveis concepções alternativas que podem surgir, como as relatadas por Prestes *et al*. (2008) de que a luz visível não é radiação; se a radiação pode ou não ser percebida pelo ser humano; a não diferenciação entre radiações ionizante e não ionizante; sua utilização em tecnologias variadas, a ideia de que a radiação seria prejudicial aos seres humanos se usada na conservação dos alimentos.

Questione os estudantes se conhecem os símbolos das **figuras 3.1 A** e **3.1 B** do Livro do estudante e o significado delas. Embora seja provável que eles saibam o significado

EM MODERNA

da **figura 3.1 A**, o trifólio, o estudo citado aponta que o símbolo da radiação é desconhecido pelos brasileiros e a falta de conhecimento científico foi uma das razões pelo grave acidente ocorrido em Goiânia, GO, em setembro de 1987. Caso os estudantes não conheçam a **figura 3.1 B**, explique que alguns alimentos são tratados com radiação e questione: "Como podem alimentos ser tratados com radiação e depois servirem para o consumo humano?", "Como a radiação pode ser ao mesmo tempo nociva e eficiente aos seres humanos?".

Peça aos estudantes que compartilhem as perguntas e anote-as no quadro de giz para que todos, individualmente, possam respondê-las, com base na leitura do texto introdutório do Tema. Nesse momento inicial, é esperado dos estudantes questionamentos simples sobre o que são esses termos, quais são os benefícios e os malefícios ou ainda a aplicabilidade da radiação. Se surgirem questões complexas às quais a leitura do Tema não dê conta de oferecer as respostas, proponha aos estudantes que pesquisem em fontes confiáveis para encontrar essas respostas. Neste momento é também interessante chamar a atenção para o histórico apresentado dos estudos sobre a radioatividade, de modo a valorizar o conhecimento historicamente construído, contribuindo assim para o desenvolvimento da **Competência Geral 1**.

Em seguida, oriente os estudantes a se reunirem em grupos com quatro ou cinco integrantes para a leitura do tópico **Força nuclear** e a discussão dos seguintes questionamentos: "Quais são as partículas que constituem o núcleo atômico?", "Qual é a ordem de grandeza do raio do núcleo atômico?", "Como determinar a massa de um átomo?" e "O que é energia de ligação do núcleo?". Essas questões são relevantes para compreender de onde vem a radioatividade, como um processo de emissão natural, que ocorre no interior dos núcleos atômicos. Essa estratégia contribui com o trabalho da **Competência Geral 9**, que leva os estudantes a exercitar a empatia e a escuta ativa.

Após esse momento, peça aos grupos que apresentem suas conclusões sobre a leitura e seus questionamentos. Problematize o fato de haver uma pequena variação entre a massa encontrada na soma de prótons e nêutrons e a massa nuclear tabelada (**tabela 3.1**). Embora seja pequena, muitas vezes menor do que 1%, essa diferença é dada pela energia de ligação nuclear, definida pela equivalência massa-energia, de Albert Einstein. Explore a **figura 3.3** para discutir a relação entre a massa do núcleo e a energia de ligação, levantando os seguintes questionamentos: "O que, então, faz um átomo emitir radiação?" e "Por que alguns átomos serão radioativos e outros não?". Espere pelo levantamento de algumas hipóteses dos estudantes e, a seguir, encaminhe-os para a conclusão de que, embora qualquer átomo possa emitir radiação quando for excitado, alguns átomos serão capazes de fazer isso naturalmente, graças ao seu núcleo instável. Explique as condições que tornam os núcleos estáveis e instáveis, destacando que os prótons, por terem carga elétrica positiva – portanto iguais –, repelem-se. A força nuclear consegue superar a força elétrica de repulsão até determinado ponto, mas, quando o número de prótons se torna muito grande, o núcleo fica instável, por causa do aumento da repulsão entre eles. A mesma condição de instabilidade poderá acontecer se o número de prótons for muito maior do que o de nêutrons ou o número de nêutrons for muito maior do que o de prótons, tendo em vista que a presença dos nêutrons entre os prótons diminui a repulsão entre eles.

A discussão sobre a propriedade dos átomos que gera radiação desenvolve a habilidade **EM13CNT103**. Para acompanhar a aprendizagem dos estudantes, peça a eles que, ainda em grupos, resolvam as questões sobre esse conteúdo da seção **Atividades** promovendo a discussão dos resultados e relacionando com o que foi estudado até o momento.

Na sequência, após uma exposição dialogada e com o objetivo de trabalhar a habilidade **EM13CNT307**, ressalte os tipos de decaimento radioativo, que é a emissão de radiação como resultado da desintegração de núcleos atômicos instáveis. Fale sobre a capacidade de penetração da radiação e da sua aplicabilidade no dia a dia.

Explique ainda que, no caso de decaimentos alfa e beta, as radiações são chamadas de corpusculares, em que o elemento que decai se transforma em outro elemento, o que denominamos transmutação. Já no decaimento gama, o elemento permanece o mesmo, apenas alcançando um estado de menor energia depois que o fóton é emitido. Incentive os estudantes a fazer perguntas e peça que, individualmente, sintetizem por escrito o que compreenderam dos processos de decaimento radioativo, respondendo ao seguinte questionamento: "Como se explicam as diferentes capacidades percebidas pelas radiações alfa, beta e gama de penetrar na matéria?". Verifique se todos compreenderam que essa propriedade tem relação com o tamanho da radiação emitida. A partícula alfa, que é maior, penetra muito menos do que a radiação gama, que é menor e apresenta mais energia.

Para averiguar a aprendizagem desse tópico pelos estudantes, peça que resolvam individualmente os exercícios sobre esse conteúdo da seção **Atividades** e depois confiram as respostas com um colega. Nesse momento, circule entre as duplas dirimindo as dúvidas e corrigindo os equívocos que surgirem.

Para o estudo dos tópicos **Radioisótopos e meia-vida** e **Fissão nuclear**, oriente novamente a formação de grupos e disponibilize um tempo para que os estudantes leiam esses tópicos e respondam aos questionamentos a seguir: "O que são radioisótopos?", "Como eles podem ser criados de maneira artificial?", "O que significa o conceito de meia-vida?". Essas questões são importantes para que os estudantes compreendam as maneiras de gerar radiação e o tempo que essa radiação pode durar no ambiente. Pergunte ainda: "O que é fissão nuclear?" e "Em que situações ela ocorre e como pode ser aplicada?". Além disso, solicite que resolvam os exercícios sobre esses conteúdos da seção **Atividades**. Essa estratégia contribui com o desenvolvimento da **Competência Geral 9** e das habilidades **EM13CNT301** e **EM13CNT307**.

Depois, peça aos grupos que apresentem, oralmente, um resumo do que compreenderam com a leitura e promova uma discussão com base nos argumentos dos estudantes. Apresentamos a seguir alguns comentários que podem auxiliar na codução dessa discussão.

Destaque que o conceito de meia-vida refere-se ao tempo necessário para que metade da quantidade de átomos radioativos decaia e que essa é uma função exponencial. Utilize os valores de meia-vida apresentados na **tabela 3.2**,

REPRODUÇÃO PROIBIDA

chamando a atenção para o significado desses números e suas implicações na vida dos seres humanos. Para discutir as consequências dos tempos de meia-vida dos elementos químicos, use como exemplos os acidentes nucleares mais conhecidos no mundo, como o de Goiânia, em 1987, o das usinas nucleares de Chernobyl, em 1986, e o de Fukushima, em 2011. Explore o gráfico da **figura 3.6** para discutir a meia-vida do césio-137 e o significado de uma, duas e três meias-vidas. Enfatize que a meia-vida do césio-137 é de aproximadamente 30 anos, o que significa que, no caso do acidente de Goiânia, de 1987, foi apenas em 2017 que a quantidade de radiação emitida durante o acidente caiu pela metade. Para aprofundar a discussão solicite aos estudantes que pesquisem informações desses acidentes em fontes confiáveis e escrevam um texto argumentativo sobre como as pessoas em cada época compreendiam a gravidade dos acidentes, os impactos na vida delas, as soluções adotadas e a eficácia dessas soluções. Essa abordagem favorecerá o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT103**, **EM13CNT104** e **EM13CNT203**.

Explore a **figura 3.9**, no Livro do estudante, sobre a reação de fissão para discutir como se dá o processo de geração de energia em reação em cadeia com o urânio. Nesse caso, o núcleo do átomo de urânio-235 – que contém 92 prótons e 143 nêutrons – já é instável e, ao ser bombardeado com um nêutron com velocidade moderada, torna-se o urânio-236, que é altamente instável, rompendo-se praticamente ao meio, originando dois núcleos médios, de bário (141-Ba) e criptônio (92-Kr), liberando grande quantidade de energia e dois ou três nêutrons – configurando nesse processo dois tipos de decaimento: o gama e o beta. Os nêutrons liberados no processo colidem com outros átomos de urânio-235, que, por sua vez, liberam mais energia e novos nêutrons, sendo, por isso, entendida como uma reação em cadeia. O processo geralmente é feito em reatores nucleares, com condições controladas. A energia liberada em uma reação de fissão nuclear é muito grande, chegando a $2 \cdot 10^{10}$ kJ mol^{-1} – a título de comparação, essa energia é um trilhão de vezes maior que a energia liberada na reação de combustão de etanol, por exemplo. Na geração de energia elétrica, a energia liberada pela fissão nuclear é utilizada para aquecer a água, que, com a liberação de vapor, promove o movimento das turbinas acopladas aos dínamos, que são capazes de converter energia mecânica em energia elétrica. Embora muito eficientes na produção de energia, as usinas nucleares demandam cuidados fundamentais para garantir que os elementos gerados como resíduos do decaimento, que são também elementos radioativos, tenham o descarte correto, e, além disso, que o espaço onde a radiação gama é produzida seja completamente isolado para que não contamine o solo nem a água. Outro exemplo que pode ser mencionado sobre a aplicação das reações em cadeia na geração de energia são as bombas atômicas, nas quais essas reações acontecem de forma descontrolada. Mencione as bombas lançadas nas cidades de Hiroshima e Nagasaki (Japão), pelos Estados Unidos, em agosto de 1945, durante a Segunda Guerra Mundial.

Retome a ideia equivocada de que a radiação é exclusivamente nociva para os seres humanos. Ela poderá parecer ainda mais convincente depois do debate sobre os acidentes nucleares. Pergunte, então, à turma: "Vocês saberiam citar situações em que a radiação auxilia os seres humanos ou colabora positivamente com eles?". Espera-se que os estudantes citem alguns exemplos, como o tratamento de alimentos; a radioterapia no tratamento de tumores; as formas de transmissão de dados mais rápidas, como *wi-fi* ou ondas de rádio; a realização de exames médicos, como a tomografia por emissão de pósitrons (PET) e o raio X, entre outros. Se julgar conveniente, sugira a leitura do texto "Irradiação de alimentos" indicado na seção **Fique por dentro**, para ampliar as discussões e favorecer o trabalho com a **Competência Geral 5**. Questione os estudantes sobre quais são as vantagens e as desvantagens do uso da radiação, por exemplo, nos alimentos e nos exames médicos; como a população enxerga ações que envolvem o uso da radiação; qual é o comportamento das pessoas quando vão realizar um exame de raio X em uma parte do corpo. O objetivo nesse momento é discutir a compreensão deles sobre os fatores e as variáveis que tornam a energia nociva ao ser humano. Fale sobre o conceito de radiações ionizantes e não ionizantes para ajudá-los a reconhecer que as propriedades da radiação estão relacionadas ao tamanho do seu comprimento de onda e, consequentemente à sua energia, isto é, quanto menor seu comprimento de onda, mais a radiação consegue modificar o estado do sistema, inserindo-lhe energia suficiente para arrancar elétrons dos orbitais dos átomos – por isso ganham o nome de radiações ionizantes. Partículas ou comprimentos de onda inferiores aos tamanhos das células e dos núcleos celulares são capazes de modificar as estruturas celulares ou até mesmo seu DNA, causando diversos problemas aos seres humanos, como as mutações celulares, que podem levar à formação de tumores. Consideram-se radiações ionizantes fótons com mais de 10 eV. Fazem parte dessas radiações os raios ultravioleta (tipo C) – que têm uma penetração muito pequena e que devem ser evitados apenas nos olhos e na pele –, os raios X e os raios gama. Lembre-os de que as radiações estudadas aqui são aquelas originadas no interior dos núcleos atômicos, que são muito menores do que nossas células. No entanto, radiações cujo comprimento de onda são maiores são menos energéticas e, portanto, não conseguem modificar a estrutura de átomos nem pequenas estruturas moleculares, sendo, por isso, chamadas não ionizantes: nesse grupo estão as ondas de rádio, as micro-ondas, o infravermelho e a luz visível.

Para finalizar o estudo do Tema, retome a rotina de pensamento. Inicialmente, verifique se os estudantes responderam às próprias perguntas propostas no começo da rotina. Depois, peça a eles que, novamente, escrevam três pensamentos ou ideias sobre radioatividade e elaborem duas perguntas com respostas sobre esse Tema. Em seguida, devem se juntar em duplas e explicar para o colega suas ideias e perguntas iniciais, e também as novas, mostrando o modo como elas se se conectam, como mudaram e por quê. Por fim, cada estudante deve apresentar as conclusões da sua dupla para toda a turma, favorecendo assim o trabalho com as **Competências Gerais 4 e 9**. Nesse momento, é fundamental que alguns aspectos sejam avaliados, tais como: se os estudantes conseguem compreender a natureza das radiações e suas diferentes formas de interação com a matéria; se conseguem mencionar usos e aplicabilidades da radiação; se avaliam os impactos dela no corpo humano e também na natureza e no meio ambiente; e se compreendem aspectos relacionados ao descarte dos materiais radioativos,

REPRODUÇÃO

em razão de suas meias-vidas. Este é um bom momento para propor a reflexão sobre a questão da seção **Reflita sobre seu aprendizado!** e mobilizar as **Competências Gerais 1 e 6**.

Tema 4 – Recursos essenciais no desenvolvimento vegetal

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término deste Tema, o estudante seja capaz de:

- Reconhecer e interpretar o comportamento cíclico do nitrogênio, do fósforo e do potássio que constituem as substâncias orgânicas.
- Avaliar os efeitos das ações humanas sobre os ciclos biogeoquímicos do nitrogênio, do fósforo e do potássio.
- Reconhecer que a água e os sais minerais são retirados do solo e que retornam ao ambiente por meio de processos fisiológicos das plantas.
- Reconhecer que as plantas têm diferentes hormônios com variadas funções, interpretando fenômenos naturais cotidianos ou que são reproduzidos em laboratório.
- Explicar o que são hormônios vegetais, identificar suas funções na regulação da vida das plantas e interpretar movimentos e respostas das plantas como ações específicas desses materiais.
- Interpretar, com base no modelo vigente, como ocorre o transporte da água e dos sais minerais pela planta, correlacionando-o à transpiração e à absorção de água pelas raízes.
- Discutir o conhecimento científico da fisiologia vegetal como ferramenta para incrementar a produção agrícola de maneira sustentável, conservando comunidades naturais.

Subsídios para o planejamento

O Tema 4 deverá ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Biologia**. É possível planejar as aulas com o apoio do professor do componente curricular **Química**, uma vez que o Tema contempla o estudo dos solos na perspectiva dessa Ciência e do papel dos elementos químicos no desenvolvimento vegetal, trabalhando assim a habilidade **EM13CNT206**.

Previamente, peça aos estudantes que leiam o Tema 4 no período extraclasse e anotem as dúvidas e as principais ideias dos tópicos.

Em sala de aula, inicie o estudo convidando-os a compartilhar as aprendizagens e as dúvidas. Em seguida, com base na metodologia ativa de rotação por estações de aprendizagem, oriente a formação de quatro grupos para começar a rotação por estações que buscam, por meio de atividades experimentais e pesquisas, relacionar os conceitos do Tema 4 às práticas cotidianas. Como as estações contêm experimentos, organize previamente a sala de aula com o material necessário para que cada grupo possa realizá-los. Disponibilize também os roteiros das tarefas e o aparato tecnológico para a realização de pesquisas. As estações são independentes umas das outras e exigem a colaboração de todos os integrantes. Durante esse período, circule entre os grupos dando suporte aos estudantes na realização das tarefas. Além disso, observe o processo dos estudantes na busca pela resolução dos problemas. Essa é uma excelente oportunidade para acompanhar a aprendizagem, identificando as dificuldades e acertos dos estudantes.

• Estação 1: Transpiração

Problema: Uma agricultora pretende iniciar uma horta para fornecer hortaliças folhosas aos seus clientes, contudo a região onde vive apresenta grande limitação de água. Ela não sabe como se dá a perda de água nas folhas e, além disso, está em dúvida entre plantar alface ou couve, pois desconhece qual é a espécie mais adequada à sua condição ambiental, preferindo de antemão aquela que perde menos água por transpiração. Realizem o experimento a seguir e descubram se é possível ajudar a agricultora.

Prepare-se!

1. Como ocorre a perda de água nas plantas?
2. Qual é a estrutura responsável pela maior parte da perda de água nas plantas e onde ela se localiza?
3. Quais são as implicações da perda de água na agricultura?

Material

- Balança de cozinha com precisão de 0,1 g
- Tigela de vidro ou plástico
- Marcador
- Papel toalha ou pano
- Vaselina
- Estilete
- Linha de costura ou barbante fino
- 4 folhas maduras de couve sem avarias, recém-colhidas e com o pecíolo o mais longo possível
- 4 folhas maduras de alface sem avarias, recém-colhidas e com o pecíolo o mais longo possível

Atenção! As 8 folhas devem ter aproximadamente o mesmo tamanho.

Procedimento (procure registrar em fotos e/ou vídeos os procedimentos e as observações)

1. Imediatamente após colherem as folhas, mergulhem cada pecíolo em água e, com ele imerso, cortem-no com o estilete a dois centímetros do limbo foliar. Repitam esse procedimento com todas as folhas, alternando-as. Cuidado para não se cortar ao manusear o estilete.
2. Feitos os cortes, retirem as folhas da água, enxuguem-nas e rapidamente passem vaselina na parte cortada do pecíolo, evitando que percam água por essa via. É importante que essa operação seja relizada o mais rápido possível para que o tempo inicial seja praticamente o mesmo para as 8 folhas.
3. Com o marcador, identifiquem as folhas de cada espécie para que recebam os tratamentos a seguir:
   a) Folha A: faces dorsal (adaxial) e ventral (abaxial) tratadas com vaselina.
   b) Folha B: só a face ventral tratada com vaselina.
   c) Folha C: só a face dorsal tratada com vaselina.
   d) Folha D: ambas as faces sem tratamento (controle).
4. Meçam a massa de cada folha e anotem os 8 valores iniciais (t_0).

MODERNA

5. Amarrem os pecíolos cuidadosamente com uma linha ou barbante fino e pendurem as folhas em um varal preparado em local sombreado e ventilado (pode ser na própria sala de aula). Ao pendurá-las, intercalem as folhas das duas espécies, deixando espaço entre elas.
6. A cada hora, ao longo de 4 horas, meçam e registrem a massa de cada folha. Depois disso, meçam a massa diariamente por 4 dias.
7. Organizem todas as medidas em uma tabela e, para cada folha, convertam-nas em porcentagem em relação à massa inicial (t_0).
8. Para cada tratamento, construam um gráfico com duas curvas (alface e couve), tendo a massa percentual no eixo vertical e o tempo no eixo horizontal (curvas de perda de massa). Todos os 4 gráficos (A, B, C e D) devem ter a mesma escala tanto em Y quanto em X.

Discuta com seus colegas

1. Qual é a importância de as folhas terem o mesmo tamanho (área)? Por que as massas foram divididas pela massa inicial nas folhas das duas espécies? A que se deve o cuidado de intercalar folhas das duas espécies no varal? O que vocês acham de ter sido usada somente uma folha de cada espécie para cada tratamento: isso pode afetar a validade dos resultados para uma situação mais geral, como a horta da agricultora?
2. O que aconteceu com as folhas? Houve diferenças quanto à perda total de massa das folhas A, B, C e D ao longo do experimento? Ordenem os tratamentos da maior para a menor perda total percentual de água e expliquem os resultados. Para responder a essas questões, considerem cada espécie em separado.
3. Qual é a forma das curvas dos gráficos? Expliquem-na com base no que conhecem sobre transpiração foliar.
4. Houve diferença entre as espécies quanto à perda de água? Vocês aconselhariam a agricultora a plantar alface ou couve?

• Respostas da estação 1

Prepare-se!

1. Espera-se que os estudantes expliquem que as plantas perdem água por transpiração estomática e por transpiração cuticular.
2. A estrutura por onde há maior perda de água é o estômato, localizado na epiderme das folhas.
3. Os estudantes devem relacionar a perda de água à necessidade de irrigação de culturas e à dificuldade de fazer isso em zonas de clima seco, onde a escassez de água é uma realidade problemática para diversos cultivos.

Discuta com seus colegas

1. Escolher folhas com mesma área para as duas espécies e trabalhar com as massas expressas como porcentagem da inicial são cuidados importantes para permitir a comparação entre os tratamentos e entre as espécies analisadas. Se a condição atmosférica nas duas metades do varal for um pouco diferente, isso afeta a comparação entre as espécies, daí o cuidado de intercalá-las. Para uma generalização mais segura, o ideal seria trabalhar com repetições do experimento (réplicas), usando diferentes indivíduos de cada espécie e tirando no final as médias das medidas correspondentes.
2. As diferenças observadas entre as perdas de água nas folhas B e C permitem afirmar qual é a superfície responsável pela maior perda de água. Nesse contexto, é possível presumir que nessa superfície estão todos os estômatos (ou a maioria deles), tendo em vista que eles são os responsáveis pela maior perda de água durante a transpiração das plantas. Caso a espécie apresente quantidade similar de estômatos em ambas as superfícies, não haverá diferença significativa entre os valores encontrados nesses dois tratamentos.
3. Espera-se que a perda de água seja mais rápida (curva decrescente mais inclinada) no início do experimento. No início, com estômatos ainda abertos, a perda por essas estruturas supera a perda cuticular, que persiste até o final do experimento.
4. O aconselhamento da agricultora dependerá de qual das espécies perderá mais água em um determinado tempo após a colheita das folhas.

A atividade da estação 1 permite que os estudantes desenvolvam as habilidades **EM13CNT202** e **EM13CNT301**, uma vez que possibilita a compreensão por meio de um experimento científico do conceito de transpiração foliar. Além disso, estimula a curiosidade intelectual e utiliza uma abordagem investigativa própria das Ciências para compreender o mundo e argumentar, com base em dados, para defender ideias, bem como exercitar a empatia e o diálogo, favorecendo o desenvolvimento das **Competências Gerais 2, 7 e 9**.

• Estação 2: Absorção

Problema: Um florista recebeu uma inusitada encomenda de flores para um casamento – a noiva queria flores brancas com toques azuis. Após algumas fracassadas tentativas de colorir as flores borrifando corante nelas, ele decidiu consultar estudantes de Botânica para encontrar alternativas. Alguns deles sugeriram adicionar corante alimentício à água do vaso de flores. Realizem o experimento para testar essa ideia e, dependendo do resultado, apresentem a solução para o florista.

Prepare-se!

1. Quais são os mecanismos envolvidos na condução da seiva do xilema ao longo do caule até as folhas das plantas? O que vocês acham que vai acontecer ao manterem as flores em água com corante alimentício?
2. Como a transpiração se relaciona com a condução de água na planta?

Material

- 2 flores com as hastes de rosa-branca, copo-de-leite, margarida-branca ou crisântemo-branco
- 2 potes de vidro de boca larga e de mesmo tamanho
- Tesoura
- 1 a 2 litros de água
- Corante alimentício azul

MODERNA

Procedimentos

1. Encham os potes com água.
2. Aparem as hastes, deixando-as com o comprimento equivalente a duas vezes a altura do pote.
3. Em cada pote, coloquem uma das flores. Usando a tesoura, cortem dois centímetros das hastes abaixo da superfície da água. Não exponham ao ar a extremidade cortada das hastes das flores.
4. Com cuidado para não expor a base das hastes ao ar, despejem metade do volume de água dos potes.
5. Adicionem o corante à água do primeiro pote até desenvolver uma coloração bastante intensa, a ponto de perder a transparência. Mantenham o segundo pote apenas com a água.
6. Coloquem os dois potes em local iluminado e ventilado, mas sem incidência direta de luz solar, observando-os periodicamente ao longo das 3 horas seguintes e, depois desse período, por até 3 dias, se necessário. Anotem e/ou fotografem as flores em cada observação, registrando dia e horário. Se a câmera tiver opção para lapso de tempo (*timelapse*), acionem-na para gravar uma imagem a cada 20 a 30 segundos (ou para acelerar 20 a 30 vezes a gravação). Não movam a câmera durante o processo.

Discuta com seus colegas

1. Por qual motivo foi montado um pote apenas com água?
2. A hipótese elaborada na questão 1 do *Prepare-se!* foi confirmada? Em caso negativo, algum fator poderia ter afetado o resultado? Se a hipótese foi confirmada, qual é o mecanismo fisiológico responsável pelo resultado? Expliquem-no.
3. Por que é tão importante fazer o último corte dentro da água e não expor a parte cortada ao ar em nenhum momento?
4. Como esse experimento poderia ser aprimorado de modo a permitir a generalização do resultado para qualquer flor da espécie testada?
5. Que procedimento poderia ser incorporado ao experimento de modo a testar se a manutenção das flores em local ensolarado afetaria o tempo necessário para produzir o mesmo resultado?

• Respostas da estação 2

Prepare-se!

1. Espera-se que os alunos resgatem os conhecimentos sobre a capilaridade e a sucção foliar resultante da transpiração. Com base nesse regaste, espera-se que os estudantes definam a hipótese a ser testada.
2. Ao perder água pelas folhas, é criada uma pressão negativa nos vasos do xilema, que resulta na sucção da seiva do xilema.

Discuta com seus colegas

1. A montagem do recipiente apenas com água é um controle experimental para avaliar, ao longo do tempo, o estado da flor sem qualquer influência química ou tóxica do corante.
2. Com base no resgate dos conhecimentos sobre condução da seiva do xilema, espera-se que os estudantes elaborem a hipótese de que a imersão das hastes das flores em água com corante alimentício dissolvido resulta no aparecimento do pigmento azul nas flores. Dependendo da espécie e das condições do ambiente do experimento pode haver variação no tempo necessário para o pigmento ser levado ao longo das hastes; portanto, a observação por tempo mais prolongado é uma alternativa no caso da refutação da hipótese. Outra possibilidade pode ser a quebra das colunas de água dentro dos vasos do xilema, interrompendo o fluxo da seiva do xilema ao longo da haste. Considerando a confirmação da hipótese, espera-se que os estudantes citem a sucção foliar como mecanismo. A perda de água por transpiração nas superfícies das flores produz uma pressão negativa que resulta na sucção da água presente na forma de uma coluna líquida coesa no interior de cada vaso xilemático, em razão das propriedades de adesão e coesão das moléculas de água.
3. O corte das hastes dentro da água é para evitar a entrada de ar nos vasos do xilema, o que quebraria as colunas líquidas e comprometeria o fluxo da seiva.
4. Repetindo o experimento com um número maior de unidades experimentais, replicando as flores e os indivíduos que as originaram.
5. Pode-se criar um segundo experimento idêntico, porém expondo as montagens ao sol.

A atividade experimental da estação 2 permite que os estudantes desenvolvam a **Competência Geral 2**, bem como as habilidades **EM13CNT202** e **EM13CNT203**, uma vez que o estudo aborda a composição e a organização das plantas e o fluxo da água no ambiente e da seiva do xilema.

• Estação 3: Ciclos biogeoquímicos

Problema: Um paisagista foi convidado para criar um jardim em uma duna de areia, sem a possibilidade de fazer alterações significativas no solo. Trinta dias após a finalização do projeto, as plantas começaram a exibir buracos nas folhas, amarelamento e redução do crescimento. Com base em pesquisas, encontrem um modo de ajudar o paisagista.

Prepare-se!

1. Como as plantas obtêm alimento? Qual é a participação dos nutrientes minerais?
2. O que são macronutrientes e micronutrientes? Deem exemplos.
3. De onde as plantas retiram os nutrientes? Quais são os órgãos vegetais responsáveis?
4. O que é a reciclagem dos nutrientes?

Material

1. Dispositivo eletrônico com acesso à internet
2. Papel
3. Caneta/lápis

Procedimento

1. Construam um quadro com macronutrientes que contemple os seguintes aspectos: forma em que o nutriente está disponível para ser absorvido pela planta; principais funções do nutriente; efeitos positivos do nutriente (quando em quantidade adequada) para a planta; sintomas de carência do nutriente; e cultivos que mais sofrem com a ausência desse nutriente.

MODERNA

2. Construam um quadro comparativo que aponte as definições, as vantagens e as desvantagens da adubação química (mineral), da adubação orgânica e da adubação verde.
3. Pesquisem o motivo pelo qual os solos argilosos retêm mais nutrientes que os solos arenosos, como o das dunas.
4. Construam um esquema mostrando como se dá a reciclagem dos nutrientes no solo, enfatizando a participação dos seres vivos.

Discuta com seus colegas

1. Como a análise das informações dispostas no quadro sobre os macronutrientes pode auxiliar na resolução do problema do paisagista?
2. Comparem as informações apontadas no quadro dos diferentes tipos de adubação e escolham uma delas para recomendar ao paisagista. Não deixem de considerar as características dos solos arenosos e justifiquem a resposta.
3. Como os tipos de adubação podem ser enquadrados no processo de reciclagem de nutrientes?

• Respostas da estação 3

Prepare-se!

1. As plantas obtêm o alimento por meio de um processo bioquímico que utiliza luz e gás carbônico e produz gás oxigênio e água. Esse processo, denominado fotossíntese, produz glicídios, dos quais uma parte é transformada em outros tipos de compostos com a incorporação dos nutrientes (o nitrogênio, por exemplo, é essencial para a produção de aminoácidos e proteínas, e o fósforo é constituinte das moléculas de ácidos nucleicos e ATP, por exemplo).
2. Macronutrientes são aqueles necessários em maiores quantidades (N, P, K, S etc.); micronutrientes são importantes, mas necessários em pequenas quantidades (Cu, Fe, Mn, Ni, Zn, entre outros).
3. Em geral, as plantas retiram nutrientes do solo por absorção pelas raízes.
4. Reciclagem dos nutrientes é o processo que libera os macro e micronutrientes na forma mineral a partir da decomposição da matéria orgânica morta (detritos), possibilitando a reabsorção pelas plantas. Os decompositores (bactérias e fungos) são os organismos essenciais nessa conversão.

Discuta com seus colegas

1. Conhecer os macronutrientes permite compreender como eles são disponibilizados naturalmente ou artificialmente para as plantas, de modo a contribuir, junto a outros fatores, para o desenvolvimento vegetal. Além disso, o conhecimento sobre os sintomas da insuficiência dos diversos nutrientes é fundamental para identificar aquele(s) que está(ão) em falta no solo da duna.
2. Espera-se que os estudantes conheçam os tipos de adubação e apresentem uma justificativa para suas escolhas, como "Escolho a adubação química, pois é mais prática (fácil de ser encontrada e aplicada)" ou "Escolho a adubação verde porque dispensa a adição de fertilizante comercial".
3. A adubação química é simplesmente a adição dos nutrientes já na forma absorvível, não envolvendo diretamente a reciclagem; a adubação orgânica é o fornecimento de detritos orgânicos, que podem ir lentamente liberando os nutrientes minerais à medida que se processa a decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos; a adubação verde intensifica a via de captação de nitrogênio a partir do ar atmosférico por meio de plantas (leguminosas) com bactérias associadas.

A abordagem da estação 3 permite que os estudantes valorizem a diversidade de saberes, desenvolvam a autonomia, utilizem diferentes linguagens e as tecnologias digitais para expressar informações e argumentem com base em dados confiáveis e, assim, desenvolvam as **Competências Gerais 4, 5 e 7**, bem como as habilidades **EM13CNT105**, **EM13CNT203** e **EM13CNT206**.

• Estação 4: Fitormônios

Problema: Por causa de uma ameaça de geada em pleno verão, um pequeno produtor de mamão do Rio Grande do Sul resolveu antecipar a colheita dos frutos. Ele os armazenou em um galpão onde havia bananas maduras e dois dias depois percebeu que todos haviam amadurecido. Assim, ele teria de antecipar as vendas. Realizem o experimento e busquem uma alternativa para o pequeno produtor.

Prepare-se!

1. O que são fitormônios? Qual é sua função nas plantas?
2. Que hipótese vocês formulariam para explicar o amadurecimento precoce dos mamões?
3. Que semelhança há entre as bananas e os mamões, considerando o processo de amadurecimento desses frutos?

Material

- 3 mamões verdes pequenos em igual estágio de maturação (início do aparecimento de áreas com tons amarelos na casca)
- 2 bananas verdes (sem regiões amarelas na casca)
- 2 bananas maduras (coloração amarela, extremidades dos frutos escuras)
- 3 sacos plásticos transparentes e iguais (30 × 50 cm, suficiente para conter duas bananas e um mamão com folga)
- Fita-crepe
- 3 elásticos de papelaria
- Caneta
- Marcador
- Caderno
- Câmera fotográfica (celular)

Procedimentos

1. Preparem 3 tratamentos experimentais, conforme descrito:
   - Tratamento A: saco plástico com um mamão verde apenas.
   - Tratamento B: saco plástico com duas bananas verdes e um mamão verde.
   - Tratamento C: saco plástico com duas bananas maduras e um mamão verde.
2. Identifiquem os 3 sacos de acordo com o tratamento, usando a fita-crepe e o marcador.
3. Fechem completamente os 3 sacos usando os elásticos, mas deixando ar dentro deles (o volume dos sacos após o fechamento deve ser igual nos 3 tratamentos). Coloquem os sacos em local fresco sem insolação direta.

MODERNA

4. Descrevam o estado dos frutos, especialmente o padrão de coloração da casca. Fotografem os tratamentos de modo a mostrar a identificação do tratamento, a coloração e o estado geral dos frutos (tempo inicial t_0).
5. Repitam o registro por 5 dias. No fim do período, os frutos poderão ser aproveitados, dependendo da sua condição de maturação.

Discuta com seus colegas

1. Por que os tratamentos envolvem o uso dos sacos plásticos bem fechados?
2. No processo de amadurecimento de um fruto carnoso, observam-se as seguintes mudanças: degradação da clorofila e acúmulo de antocianinas e carotenoides; digestão enzimática da pectina, componente principal da lamela média da parede celular (responsável pela rigidez); transformação do amido, de ácidos orgânicos e de óleos em açúcares; e o desaparecimento de ácidos orgânicos e de compostos fenólicos, incluindo os taninos (responsáveis pelo sabor amargo).
   a) Como vocês traduziriam essa informação para alguém que não tenha muitos conhecimentos em Biologia?
   b) Do ponto de vista biológico, qual seria a vantagem adaptativa dessas mudanças e de o fruto verde não apresentar essas características?
3. Qual foi o tratamento que resultou no amadurecimento mais rápido? E no mais lento? Como vocês explicam o ocorrido?
4. Qual é o motivo de se colocar mamões e bananas juntos?
5. Considerando os resultados observados neste experimento, como vocês sugerem que o produtor de mamões do Rio Grande do Sul armazene os frutos para evitar o amadurecimento precoce?
6. Como vocês aprimorariam o experimento a fim de permitir maior generalização dos resultados? Que outros fatores, além da presença das bananas, vocês acham que poderiam ser testados com o mesmo objetivo?

• Respostas da estação 4

Prepare-se!

1. Fitormônios são sinais químicos que participam da regulação e da coordenação do metabolismo, do crescimento e da morfogênese dos organismos vegetais.
2. Espera-se que os estudantes relembrem que o etileno é um fitormônio produzido pela maioria das plantas que promove, entre outras funções, o amadurecimento de frutos. Frutos maduros ou apodrecidos liberam muito gás etileno, estimulando o amadurecimento mais rápido de frutos verdes climatéricos ou o apodrecimento mais rápido de frutos maduros.
3. Ambos são frutos carnosos que liberam etileno no processo de amadurecimento. Seria interessante nesse momento acrescentar a informação de que esses frutos, assim como abacates e tomates, são considerados frutos climatéricos – aqueles que amadurecem em resposta ao etileno, exibindo, antes da fase de amadurecimento, um aumento característico da respiração celular, chamado de climatério. Em contraste, frutos cítricos e uvas não exibem aumento na respiração e na produção do etileno e são chamados de não climatéricos.

Discuta com seus colegas

1. Os sacos plásticos destinam-se a impedir a dispersão do etileno eventualmente produzido pelos frutos, concentrando o gás e intensificando seu efeito.
2. a) No processo de amadurecimento de frutos, percebem-se algumas alterações, como a mudança na cor dos frutos, que deixam de ser verdes e camuflados, passando a ser coloridos e vistosos, se tornam mais moles, carnosos e de sabor adocicado.
   b) Essas mudanças tornam o fruto atrativo para os animais que vão se alimentar dele. Em frutos que possuem sementes, como é o caso do mamão, os animais atuam na dispersão de sementes. As características dos frutos verdes são menos atrativas para os animais e, com isso, têm menor chance de serem consumidos antes que suas sementes estejam prontas para desenvolver uma nova planta.
3. O etileno é produzido em maior quantidade durante o processo de amadurecimento dos frutos climatéricos. Assim, espera-se o amadurecimento mais rápido do mamão quando na presença de bananas em maturação mais avançada do que as em estado ainda verde. No caso do mamão com as bananas verdes, espera-se amadurecimento mais prolongado, aproximando-se do tempo de maturação do mamão sem bananas.
4. O objetivo de manter os frutos juntos é que o etileno produzido pelas bananas, em estado mais avançado de amadurecimento que o dos mamões, acelere a maturação destes. Esse efeito deve ser menos intenso no caso das bananas verdes.
5. O produtor deverá ser aconselhado a estocar os mamões em separado ou, então, controlar o momento da colheita das duas frutas, de modo que os mamões não fiquem na presença de bananas mais amadurecidas.
6. Todos os tratamentos deveriam ser replicados no mesmo ambiente. Além disso, podem ser testadas variedades diversas de bananas e mamões.

A estratégia adotada na estação 4 permite o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT202**, **EM13CNT203**, **EM13CNT206** e **EM13CNT301**, bem como das **Competências Gerais 2, 5 e 9**. Os estudantes são estimulados a utilizar as tecnologias digitais para buscar informações confiáveis, incentivados a argumentar, a ser autônomos e empáticos durante o trabalho em equipe.

Depois que os grupos passarem por todas as estações, promova uma discussão com base nas situações-problema de cada uma, incentivando-os a apresentar as soluções que eles encontraram. A seguir, destacamos alguns comentários que podem auxiliar no momento da discussão.

Estação 1

Questione os estudantes sobre como as plantas obtêm água, sais minerais e alimento. Pergunte como ocorre a transpiração nas plantas e, se necessário, detalhe a transpiração cuticular e a estomática apresentando os componentes da cutícula e os do estômato. Para ilustrar a explicação, utilize a **figura 4.1** do Livro do estudante, que permite a visualização da posição das estruturas responsáveis pela transpiração. Destaque o papel da transpiração na criação do fluxo de água da raiz para as folhas, utilizando a **figura 4.3** para conectar absorção e transpiração.

EM MODERNA

Estação 2

Comente como é feita a absorção de água e nutrientes do solo utilizando a **figura 4.2**. Apresente as estrias de Caspary para evidenciar o papel delas na condução das substâncias absorvidas até o xilema. Ressalte a importância da endoderme na seleção dos íons direcionados ao xilema, lembrando que essas células fazem o transporte ativo desses íons, o que cria um gradiente osmótico. Explique o papel desse gradiente na absorção da água e questione quais são os problemas que podem existir caso a quantidade de íons no solo seja elevada demais. Discuta os aspectos da hipótese da tensão-coesão, em que a transpiração das folhas, com o gradiente osmótico e as propriedades de adesão e coesão da água, criam uma sucção que promove o movimento vertical da água.

Estação 3

Comente que as necessidades nutricionais de uma planta mudam de acordo com seu desenvolvimento, e a concentração dos nutrientes na planta determinam se eles são necessários em grande quantidade ou não. Utilize as **figuras 4.5** e **4.6** para relembrar como ocorrem os ciclos do fósforo e do nitrogênio. Discuta a importância de compreender as necessidades nutricionais das plantas na hora de escolher um método de reposição de nutrientes faltantes. Não se esqueça de levar em conta vantagens e desvantagens desses métodos para o desenvolvimento sustentável e a poluição ambiental.

Estação 4

Relembre os estudantes de que os hormônios vegetais (auxinas, citocininas, giberelinas, ácido abscísico e etileno) são substâncias orgânicas e ressalte o papel deles na regulação do desenvolvimento e do metabolismo da planta. Aproveite a ocasião para aprofundar o conceito de fruto climatérico, ampliando o conteúdo presente no Livro do estudante. Explique que, em frutos climatéricos, o etileno desencadeia o amadurecimento, promovendo um aumento característico da respiração celular, o que permite que esses frutos sejam colhidos antes da maturação completa. Os frutos que não respondem ao etileno – não climatéricos – apresentam um declínio lento e constante da taxa respiratória após a colheita, com baixa produção de etileno. Isso não permite que eles sejam colhidos antes da maturação porque entram em senescência. Estes frutos também não respondem à adição externa de etileno. Se julgar necessário, consulte o texto sobre a validade do conceito de "climatério" discutido por Bron e Jacomino (2007), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

De modo a dar fechamento ao trabalho com o Tema e avaliar as aprendizagens, sugira a realização dos exercícios da seção **Atividades**, bem como a reflexão proposta no **Reflita sobre seu aprendizado!**, o que favorece o trabalho com as **Competências Gerais 1 e 6**.

Tema 5 – Equilíbrio químico e a produção de fertilizantes nitrogenados

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término deste Tema, o estudante seja capaz de:

- Compreender as características de um sistema em equilíbrio e representá-la por meio de equações químicas.
- Reconhecer a Ciência como um processo de empreendimento longo e coletivo e perceber essas características na história do processo Haber-Bosch.
- Interpretar e realizar previsões de atividades experimentais que envolvem o equilíbrio químico e reconhecer a limitação do Princípio de Le Chatelier.
- Interpretar a constante de equilíbrio químico.
- Reconhecer os fatores que afetam a composição de um sistema em equilíbrio e examinar a importância dessas alterações na síntese industrial da amônia.
- Interpretar gráficos das diversas situações e condições de equilíbrio químico.
- Analisar e avaliar os impasses ético-políticos decorrentes de transformações científicas e tecnológicas no mundo reconhecendo seus desdobramentos, sobretudo no episódio histórico da síntese da amônia.

Subsídios para o planejamento

O Tema 5 deve ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Química**. Tem como foco a produção de fertilizantes nitrogenados, visando contextualizar o estudo de equilíbrio químico. Para facilitar seu desenvolvimento em sala de aula, o Tema será divido em duas etapas: a primeira refere-se ao conceito do estado de equilíbrio químico e seus aspectos quantitativos e a segunda envolve uma abordagem de alguns aspectos de História e Filosofia da Ciência para discutir as condições que afetam a composição de uma mistura em equilíbrio, bem como algumas problematizações sobre as questões de gênero na Ciência.

1ª etapa

Oriente os estudantes a se organizarem em grupos para fazer leitura e resumo dos tópicos **Representação de processos irreversíveis, reversíveis e em equilíbrio** e **Aspectos quantitativos das reações reversíveis em sistemas homogêneos**. Na sequência, cada integrante deve compartilhar com o grupo o que compreendeu e as dúvidas que surgiram. Depois, com base nos questionamentos a seguir, todos os integrantes devem discutir e registrar uma resposta que represente a opinião do grupo: "O que significa dizer que uma reação é reversível?"; "O que significa dizer que uma reação química atingiu o estado de equilíbrio?"; "A afirmação de que no estado de equilíbrio há igualdade de concentração de reagentes e produtos está correta? Por quê?"; "Quais são as informações que podemos obter da constante de equilíbrio?"; "Qual é a relação entre rendimento de uma reação e o valor de K_c?".

Essa estratégia favorece o desenvolvimento das **Competências Gerais 7 e 9**, uma vez que os estudantes são levados a exercitar o diálogo e a argumentação baseando-se em dados e informações confiáveis e, ao mesmo tempo, na empatia e no respeito entre as trocas. Além disso, convida os estudantes a participar ativamente no próprio processo de aprendizagem. Durante o debate em grupo, circule pela sala observando atentamente a postura dos estudantes e procure orientá-los na busca por respostas e nas consultas às fontes confiáveis, além do Livro do estudante. Incentive-os também a registrar as observações pessoais no caderno.

Após esse momento, os grupos vão expor suas conclusões para cada questionamento, e você deve aproveitar a oportunidade para dirimir as dúvidas e esclarecer os conceitos. As questões foram elaboradas com base em trabalhos que apresentam concepções alternativas dos estudantes sobre esse conteúdo e têm como propósito trazer pistas das interpretações dos estudantes diante da leitura e abrir caminhos para uma discussão efetiva. Caso julgue necessário, consulte o estudo de Carobin e Serrano (2007), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Fique atento ao termo "equilíbrio químico", pois, embora seja novo nesta etapa de ensino, a palavra "equilíbrio" mobiliza uma série de conhecimentos prévios dos estudantes, principalmente relacionados a experiências cotidianas, como o equilíbrio da balança e o equilíbrio necessário ao andar de bicicleta. É provável que expliquem o estado de equilíbrio químico como algo estático em que as quantidades de reagentes e produtos se tornam iguais, tendo em vista que o termo lembra igualdade. Além disso, podem associar o equilíbrio com a ausência de alterações no sistema, como se a reação cessasse. Deixe claro que, quando uma reação atinge o equilíbrio químico, a taxa da reação direta é igual à rapidez da inversa. Ou seja, a reação não cessa, apenas ocorre com a mesma rapidez. Essa condição é chamada equilíbrio dinâmico e pode ser exemplificada pelo gráfico da **figura 5.2**, favorecendo assim o trabalho com a habilidade **EM13MAT101**. Comente que a representação da dupla seta não significa igualdade nas concentrações de reagentes e produtos. Leve os estudantes a compreender que as equações químicas são representações das reações químicas, que evidenciam as alterações de composição das substâncias por meio de suas fórmulas. Ressalte a contribuição do modelo atômico de Dalton para a compreensão das reações químicas como rearranjos de átomos. A atividade acompanhada da discussão trabalha a habilidade **EM13CNT101**, proporcionando ao estudante a compreensão das características de um sistema em equilíbrio e como representar uma reação por meio de equações químicas.

Se houver tempo, proponha aos estudantes um jogo didático, criado por Soares, Okumura e Cavalheiro (2003) para reforçar uma abordagem qualitativa do conceito de equilíbrio químico. Seu acesso está indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. O uso do jogo, além de favorecer o aprofundamento da habilidade **EM13CNT101**, contribui com o desenvolvimento da habilidade **EM13MAT101**, no momento de elaboração e interpretação de gráficos, e das **Competências Gerais 4, 7 e 9**.

Quanto à constante de equilíbrio, verifique se os estudantes conseguiram perceber que o valor dela nos informa a extensão com que uma transformação ocorre, pois se trata de uma relação entre concentração de produtos e concentração de reagentes. Aproveite os gráficos da **figura 5.4** para explicar a relação entre rendimento de uma reação e valor de K_c. As constantes de equilíbrio são adimensionais, pois os valores utilizados nos cálculos são considerados razões entre as concentrações ou pressões parciais na situação de equilíbrio e as concentrações ou pressões parciais das substâncias no estado termodinâmico padrão (1 mol L^{-1} e 1 bar, que foi aproximado neste Tema para 1 atm). Alerte os estudantes sobre a adimensionalidade das constantes. Ao trabalhar a interpretação das constantes de equilíbrio, promove-se o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT301**.

Para finalizar esta etapa e avaliar a aprendizagem dos estudantes, solicite a resolução individual das questões da seção **Atividades**.

- **2ª etapa**

Com base na metodologia de sala de aula invertida, oriente os estudantes a ler no período extraclasse o tópico **Fatores que alteram a composição de uma mistura em equilíbrio**, o texto "Ciência, palavra (pouco) feminina" presente no boxe **Fique por dentro** e o texto "Fritz Haber, notável cientista e diretor de pesquisa, assessor do exército alemão durante a Primeira Guerra Mundial", disponível no Anexo I do artigo de Silva e Pataca (2018) citado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Além disso, peça que assistam ao vídeo "A reação química que alimenta o mundo", de Daniel Dulek, disponível no *site* da TED Ed animations (<https://ed.ted.com/lessons/the-chemical-reaction-that-feeds-the-world-daniel-d-dulek>, acesso em: 12 jun. 2020).

Inicie a aula questionando os estudantes acerca do aprendizado que eles obtiveram por meio do material disponibilizado. Na sequência, pergunte quais foram, na opinião deles, as invenções científico-tecnológicas mais impactantes para o ser humano e se a Ciência e a tecnologia se desenvolvem independentemente de questões sociais, ambientais, éticas e de gênero. Esse debate pode ser planejado com os professores da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas para desenvolver a habilidade **EM13CHS504**, que trata de analisar e avaliar os impasses éticos e políticos decorrentes das transformações científicas e tecnológicas no mundo. É comum que a percepção dos estudantes sobre tecnologia e invenções tecnológicas seja relacionada apenas com o avanço e a melhoria dos aparelhos eletrônicos que impactam a qualidade de vida. No tocante à Ciência, é provável que eles a associem aos fenômenos da natureza e a descoberta de novos materiais.

Comente a síntese da amônia como um processo científico-tecnológico sem o qual não seria possível a produção de fertilizantes e, consequentemente, de alimentos em larga escala. Esclareça que momentos políticos e econômicos, como a necessidade de produção de alimentos e sua relação com o uso de fertilizantes nitrogenados no contexto europeu do século XX, a necessidade da produção de explosivos, também nitrogenados, durante a Primeira Guerra Mundial, e o bloqueio marítimo britânico sofrido pela Alemanha, funcionaram como motor de arranque para o desenvolvimento da síntese da amônia. Tenha cautela, no entanto, para que a contextualização histórica não se limite à memorização de datas e nomes de cientistas, mas apresente o conhecimento científico como socialmente construído. Questione as ações de Fritz Haber no programa de guerra alemão: "As tecnologias estão sempre a favor da humanidade?"; "É ético os cientistas usarem seus conhecimentos no desenvolvimento de armas de guerra?".

MODERNA

Destaque as contribuições silenciadas da esposa de Haber no processo da síntese da amônia e pergunte se o descrédito da participação feminina impacta a Ciência.

Para introduzir os fatores que alteram a composição de uma mistura em equilíbrio e mobilizar a **Competência Geral 5**, peça aos estudantes que leiam o tópico "Histórico da síntese da amônia" do texto "A síntese da amônia: alguns aspectos históricos", disponível no boxe **Fique por dentro**. Por meio dessa leitura, os estudantes podem compreender a Ciência como um processo de empreendimento longo e coletivo, favorecendo o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT201** e da **Competência Geral 1**.

Peça que leiam individualmente e, em seguida, promova um debate questionando os estudantes sobre a utilidade da constante de equilíbrio para prever o favorecimento da reação direta ou inversa e comente o problema enfrentado por Haber na síntese da amônia, o fato de que, à pressão ambiente, o rendimento dessa reação era muito baixo. Essa discussão é valiosa para a promoção da habilidade **EM13CNT301**. Deixe claro que esse é um exemplo clássico de como a pressão e a temperatura influenciam no rendimento de uma reação química em equilíbrio químico.

Trabalhe todas as variáveis que perturbam o estado de equilíbrio e leve os estudantes a refletir sobre as limitações do princípio de Le Chatelier, auxiliando-os no desenvolvimento das habilidades **EM13CNT205** e **EM13CNT301**. Explique o efeito do catalisador ressaltando que ele não altera as concentrações no equilíbrio químico.

Evite regras e reducionismos relativos ao princípio de Le Chatelier. Como os estudantes já estudaram cinética química no Tema 2 desta Unidade, utilize a teoria das colisões e os aspectos cinéticos para explicar as perturbações no estado de equilíbrio, desenvolvendo um raciocínio teórico e abstrato para obter melhorias quanto ao entendimento da natureza da Química como Ciência.

Se julgar adequado, explore alguns experimentos de baixo custo apresentados no artigo de Ferreira *et al.* (1997) para trabalhar o princípio de Le Chatelier. O artigo está indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Para finalizar, proponha aos estudantes uma investigação mais profunda sobre o Tema, utilizando a rotina de pensamento *Think-Puzzle-Explore* (Pense, Questione e Explore), que estimula a curiosidade intelectual, a imaginação e a criatividade, promovendo o desenvolvimento da **Competência Geral 2**. Escreva no quadro os seguintes tópicos: "O processo produtivo Haber-Bosch"; "A desvalorização da participação feminina na Ciência" e a "Ciência como construção social". Em seguida, oriente a formação de grupos e peça aos integrantes que escrevam, individualmente, o que pensam sobre cada um dos tópicos. Depois, oriente-os a compartilhar as respostas para chegar a um consenso no grupo e criar questionamentos sobre os tópicos. Circule entre os grupos, instigando os estudantes a questionar o panorama atual de participação das mulheres na Ciência e a questão da maternidade de mulheres cientistas; o processo que Haber e Bosch desenvolveram para chegar até a produção em larga escala da amônia; a importância da síntese da amônia no contexto estudado e o papel de Fritz Haber na otimização do processo; se outros cientistas já participaram ou se recusaram a participar de programas de guerra; se seria ético um cientista utilizar seu conhecimento no desenvolvimento de armas letais; se foi ética e justa a indicação de Fritz Haber ao prêmio Nobel de Química; o que se espera de um cientista em tempos de guerra, entre outros questionamentos que considerar adequados. Deixe claro para os grupos que eles devem evitar questões simples, como datas e nomes de cientistas.

Após a elaboração dos questionamentos, cada grupo deverá escolher pelo menos uma pergunta que gostaria de estudar e buscar estratégias para encontrar suas possíveis respostas. Oriente os grupos a pesquisar em fontes confiáveis, utilizando as plataformas da Scielo, do Portal da Capes, o buscador das revistas *Química Nova* e *Química Nova na Escola*, da revista *Pesquisa Fapesp*, entre outras. Esse é um momento importante para o desenvolvimento das **Competências Gerais 5 e 7**, que objetivam o aprimoramento da capacidade crítica de buscar informações confiáveis utilizando tecnologias digitais da informação e comunicação.

Por fim, cada grupo deve apresentar para a turma suas perguntas de investigação e compartilhar o resultado de seus estudos. A apresentação deve durar três minutos com base nas apresentações da competição de divulgação científica FameLab Brasil. Essa estratégia é uma oportunidade para trabalhar a **Competência Geral 4**. Peça aos estudantes que acessem o *site* da FameLab Brasil (Disponível em: <https://www.britishcouncil.org.br/famelab/inspirese>. Acesso em: 12 jun. 2020), assistam às apresentações dos finalistas e tomem conhecimento dos critérios de avaliação para ajudá-los na elaboração das próprias apresentações.

De modo a dar fechamento ao trabalho com o Tema e avaliar as aprendizagens, sugira a realização dos exercícios da seção **Atividades**, bem como a reflexão proposta no **Reflita sobre seu aprendizado!**, o que favorece o trabalho com as **Competências Gerais 1 e 6**.

Tema 6 – Gravitação e monitoramento por satélites

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término deste Tema, o estudante seja capaz de:

- Reconhecer e elaborar explicações, previsões e cálculos relacionados a objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo por meio da análise das interações gravitacionais.
- Elaborar previsões e estimativas, interpretar modelos explicativos e resultados experimentais usando conceitos de gravitação em situações-problema sob uma visão científica.
- Reconhecer as características do funcionamento de satélites e sistemas de navegação para compreender as tecnologias contemporâneas utilizadas por esses instrumentos.

Subsídios para o planejamento

O Tema 6 deve ser desenvolvido pelo professor do componente curricular **Física**, que trata das leis de Kepler e da

MODERNA

ação da força gravitacional, explorando sobretudo aspectos relativos a satélites e seus usos.

A proposta de trabalho será dividida em três etapas. A primeira está relacionada às leis de Kepler, a segunda aborda força e campo gravitacional e a terceira, satélites artificiais e velocidade orbital.

- **1ª etapa**

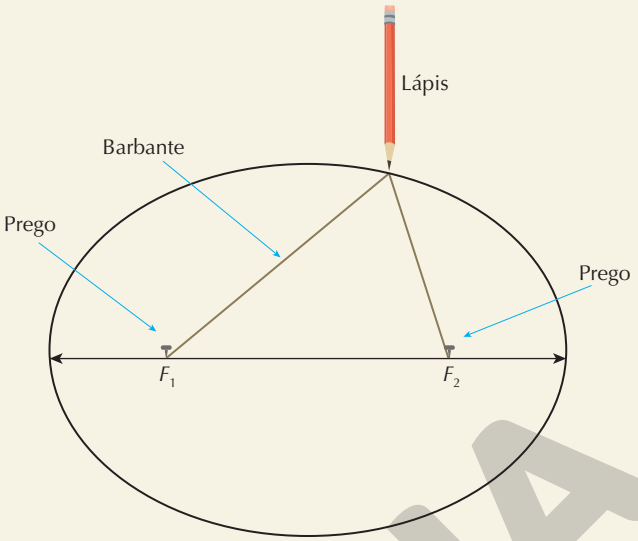
Inicie a aula perguntando aos estudantes o que é um satélite e se alguém já avistou um satélite. Observe atentamente as respostas, pois há duas informações relevantes a serem consideradas: a primeira é que a Lua é um satélite (que todos já viram) e a segunda é que é possível observar satélites artificiais a olho nu, principalmente no início da noite. Os satélites artificiais geralmente são pontos brilhantes que se movem no céu em linha reta e com velocidade constante e, ao longo de sua trajetória, desaparecem; seu brilho é decorrente do reflexo da luz solar e ele desaparece exatamente quando deixa de receber essa luz, entrando na região de sombra formada pela Terra.

Conceitue satélite como qualquer corpo que tenha movimento orbital em torno de um planeta e aproveite para explicar o conceito de movimento orbital, que, no caso, é o movimento que um corpo celeste realiza dando voltas em torno de outro corpo celeste, como a Terra em torno do Sol, a Lua em torno da Terra etc. O movimento orbital também pode ser conhecido pelos estudantes como movimento de translação.

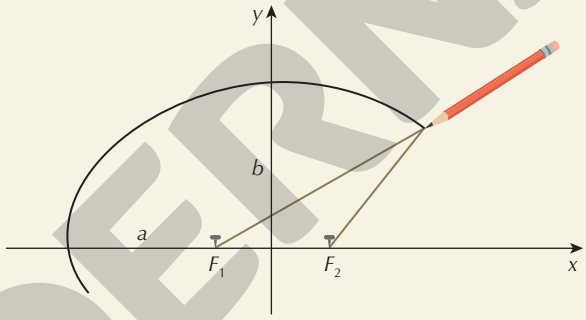
Peça aos estudantes que, individualmente, façam a leitura do texto inicial do Tema e registrem no caderno a diferença entre satélites naturais e artificiais, a importância dos satélites e se atualmente seria possível a vida do ser humano sem o uso deles. Depois, devem se reunir em grupos para discutir as respostas, fazendo uma síntese das principais ideias e, assim, desenvolver a habilidade **EM13CNT308**. Para compor as respostas, incentive os estudantes a pesquisar o assunto em fontes confiáveis. Ao final, cada grupo deve apresentar as conclusões a que chegou, o que favorece a **Competência Geral 4**, uma vez que os estudantes terão de expressar suas ideias demonstrando domínio de aspectos retóricos da comunicação verbal.

Ainda em grupos, proponha uma atividade prática para abordar a primeira lei de Kepler, que favorecerá o trabalho com a habilidade **EM13CNT301** e a **Competência Geral 2**. Na literatura sobre a aprendizagem das leis de Kepler, Silva (2017) aponta que um dos motivos para que os estudantes não compreendam esse conteúdo é a falta de conhecimentos sobre a elipse e suas propriedades, e as concepções ligadas a questões estéticas levam os estudantes à preferência pelo formato circular. Diante disso, proponha aos grupos a construção de uma elipse, seguindo os procedimentos a seguir:

- fixe dois pregos ou tachinhas, com uma certa distância entre eles, em uma folha de papel (sulfite ou de caderno);
- amarre um pedaço de barbante nos pregos ou tachinhas e fixe o lápis em pé na folha (o tamanho do barbante deve ser maior que a distância escolhida entre os pregos ou tachinhas);
- risque a folha com o lápis usando o barbante como apoio, deixando-o sempre esticado, conforme as figuras a seguir.



Procedimento para a montagem da elipse.



Procedimento para o desenho da elipse.

Circule entre os grupos perguntando aos estudantes: "O que vocês estão vendo?"; "Quais são as principais diferenças entre essa figura desenhada e um círculo?". Os estudantes deverão perceber o formato de uma circunferência achatada, que corresponde a uma elipse; além disso, ao relacioná-la com o círculo, devem perceber que este apresenta um centro e que a distância entre esse centro e qualquer ponto da borda é sempre a mesma (o raio da circunferência). Já a elipse tem um centro, mas não diz muito sobre a distância até as suas bordas. Espera-se que os estudantes percebam que, no caso da elipse, seus focos nos dão mais informações do que o seu centro.

Em seguida, peça aos estudantes que tracem uma linha entre as extremidades maiores da figura formada passando pelos dois pontos fixados, caracterizando o que é o eixo maior (*a*) e o eixo menor (*b*) da elipse. Feito isso, oriente-os a escolher dois pontos quaisquer na linha traçada e a uni-los a um terceiro ponto no arco da figura. Na sequência, os estudantes deverão calcular a soma das medidas das distâncias que unem os pontos da linha até o ponto do arco e repetir o cálculo com outros três pontos. Pergunte-lhes, então: "O que vocês acham que acontecerá com a soma das medidas das distâncias?". Deixe-os fazer as medidas e questione-os novamente: "Qual é a propriedade da elipse que estamos verificando com isso?". Espera-se que os estudantes notem que o valor medido e somado será sempre o mesmo para aquela elipse, isso porque sua propriedade é que a soma das distâncias dos focos até cada ponto da elipse é sempre a mesma.

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

MODERNA

Após essa atividade, peça aos estudantes que façam a leitura do tópico **Primeira lei de Kepler** e, em seguida, pergunte: "Como podemos relacionar o conceito de elipse, partindo do desenho que fizeram, com a primeira lei de Kepler?". Destaque que essa lei afirma que a órbita do movimento dos planetas em torno do Sol é elíptica e que o Sol ocupa um de seus focos.

O importante nesse momento é que eles possam realizar o mesmo movimento feito por Kepler (1571-1630), no momento de sua constatação de que as órbitas são elipses e não epiciclos. Kepler, utilizando os dados obtidos pelo astrônomo Tycho Brahe (1546-1601), que mostravam que as velocidades dos planetas mudavam ao longo de suas órbitas, chegou à conclusão de que o movimento circular não conseguia explicar essa variação, pois a distância do planeta até o Sol seria sempre a mesma e não haveria motivos para o planeta mudar de velocidade. Apenas entendendo que o Sol não estava no centro, e sim em um dos focos, e que as órbitas não eram circulares, é que se podia explicar a variação de velocidade, considerando-as como elipses.

Ainda em grupos, peça aos estudantes que calculem a excentricidade da elipse que foi desenhada por eles e apresentem o valor calculado. Anote os valores no quadro de giz e, com auxílio da **tabela 6.1**, que apresenta os valores da excentricidade da órbita dos planetas do Sistema Solar, faça um comparativo buscando identificar a órbita planetária mais próxima àquela desenhada por cada grupo. Nesta atividade, provavelmente, a elipse desenhada terá uma excentricidade grande e é importante que se ressalte que a excentricidade das órbitas planetárias é muito pequena, o que faz com que elas se aproximem quase de um círculo; para isso, use a **figura 6.5**.

Por último, peça aos estudantes que adotem um dos focos como a posição do Sol e, em seguida, marquem as duas extremidades do eixo maior na elipse – chamadas vértices – para identificar os pontos de afélio e periélio. Afélio é a posição mais afastada do Sol e periélio, a posição mais próxima do Sol. Embora não seja um assunto trabalhado neste Tema, destaque que essa diferença – entre afélio e periélio – não é responsável pela ocorrência das estações do ano na Terra. Contraponha essa ideia sugerindo que no periélio, quando a Terra está próxima ao Sol, podemos ter verão no hemisfério Sul e inverno no hemisfério Norte, e vice-versa para o afélio. A distância Terra-Sol entre periélio e afélio é de 0,98 e 1,02 unidades astronômicas, respectivamente (1 unidade astronômica = distância média Terra-Sol = $1{,}496 \cdot 10^{11}$ m).

Oriente os estudantes a ler o tópico **Segunda lei de Kepler** e registrar no caderno a consequência principal dessa lei. Peça que compartilhem a resposta com um colega, chegando a um consenso e depois façam a questão 1 da seção **Atividades**. Em uma roda de conversa, discuta com os estudantes as respostas deles. Verifique se perceberam a principal consequência da segunda lei de Kepler: "Um planeta descreve sua órbita de tal maneira que uma reta imaginária unindo-o ao Sol 'varre' áreas iguais em intervalos de tempo iguais e, portanto, a velocidade de um planeta ao longo da órbita é diferente, sendo maior no periélio e menor no afélio.". Com a resposta da questão 1, verifique se os estudantes entenderam que os planetas percorrem áreas iguais em tempos iguais. Aproveite esse momento e fale sobre os cometas que apresentam órbitas elípticas bem alongadas. Mencione o período orbital de alguns cometas, como o do Halley, que é de aproximadamente 75 anos (sua última aparição foi em 1986 e a próxima deverá ser em 2061). Se for necessário, desenhe uma elipse no quadro de giz para explicar o que significa esse período orbital e o fato de que o cometa fica visível para os habitantes da Terra quando ele passa próximo ao Sol.

Ainda em duplas, peça aos estudantes que leiam o tópico **Terceira lei de Kepler**, façam os exercícios 2, 5 e 11 da seção **Atividades** e respondam ao seguinte questionamento: "Por que órbitas diferentes levam tempos diferentes para serem percorridas?". Na sequência, promova uma discussão com toda a turma convidando-a a partilhar suas respostas. Verifique se todos compreendem que a relação matemática da terceira lei de Kepler, expressa pela razão $\frac{T^2}{R^3}$, é sempre igual a uma constante.

Utilize a **tabela 6.2** para destacar o fato de que os dados nela apresentados estão em função da Terra, isto é, o período está em função dos anos terrestres e o raio em função da unidade astronômica, que é definida como a distância média entre a Terra e o Sol. Ao trabalhar as leis de Kepler, suas relações matemáticas e a maneira como elas descrevem o movimento dos planetas, os estudantes são levados a desenvolver a habilidade **EM13CNT301**.

Se desejar aprofundar o assunto, desenvolvendo a habilidade **EM13CNT201** e a **Competência Geral 1**, utilize o contexto histórico que envolveu Tycho Brahe e Kepler. Os artigos de Medeiros (2001; 2002) apresentam dois divertidos diálogos desses cientistas, em que contextualizam o processo de desenvolvimento de tomada de dados e de suas teorias. Para ter subsídios a fim de trabalhar com os textos, incluindo considerações epistemológicas e metodológicas, consulte o artigo de Praxedes e Peduzzi (2009), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

- **2ª etapa**

Inicie a aula fazendo um levantamento das concepções dos estudantes sobre o termo "gravidade". Embora seja tema recorrente e presente no cotidiano, há algumas ideias preconcebidas sobre o assunto que merecem atenção especial, conforme já mencionado por Zylbersztajn (1983, *apud* Teodoro, 2000): tendência em associar a força de gravidade com atmosfera; ideia de que a gravidade aumenta com a altura do objeto; ou, ainda, de que a gravidade só age durante a queda de um objeto. De acordo com esse mesmo autor, o próprio Newton, ao desenvolver sua teoria, teve dificuldades em aceitar a natureza de interação dessa força, que age a distância, na presença de massas e em direção ao centro dos corpos. Muitas vezes, os estudantes podem ter uma compreensão de como funciona a força gravitacional dentro dos limites do planeta Terra, mas não conseguem transpor isso para explicar o movimento dos corpos celestes – afirmando, por exemplo, que eles não caem porque estão fora do alcance da força atrativa da Terra.

Com base nas falas dos estudantes, tome nota no quadro de giz e faça com eles uma breve síntese do conceito de força gravitacional, explorando tanto o conceito quanto a relação matemática decorrente dele. Se possível, utilize a sala de informática para que os estudantes acessem os dois simuladores citados no boxe **Fique por dentro**, favorecendo o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT301** e da

REPRODUÇÃO PROIBIDA

Competência Geral 5. No primeiro, eles podem explorar as variáveis força, massa e raio, percebendo a relação entre elas. E, no segundo, podem explorar, a partir da variável de massa, as possíveis alterações nas órbitas da Terra, da Lua e da Estação Espacial Internacional – neste caso, percebendo a força gravitacional como a responsável pelo movimento orbital dos astros. Peça a eles que expliquem oralmente como a mudança nas variáveis afetava os movimentos e por que isso acontecia. Na hipótese de impossibilidade de realização dessa atividade na escola, peça que a façam no período extraclasse.

Explique aos estudantes o que é um campo de força para que eles compreendam o princípio de ação de uma força a distância – isto é, sem contato. No caso da força gravitacional, um corpo com massa gera no seu entorno uma região na qual essa força poderá atuar sobre outros corpos que adentrem essa região. É importante dizer que um campo seria infinito, mas que, com longas distâncias, por causa da relação $\frac{1}{R^2}$, esse campo tenderá a zero, e assim a força de atração gravitacional seria tão pequena a ponto de ser desprezada.

Na sequência, peça aos estudantes que, em grupos, leiam o tópico **Campo gravitacional** e resolvam os exercícios 3, 4, 7 e 9 da seção **Atividades**. Nesse momento, circule entre os grupos esclarecendo as dúvidas. Essa abordagem, além de favorecer o trabalho com a **Competência Geral 9**, contribui com o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT204** e **EM13CNT301**.

Sobre aceleração gravitacional, conduza a discussão com os estudantes com base nos seguintes questionamentos: "Como é determinada a aceleração da gravidade $\vec{g}$?" e "O valor de $\vec{g}$ vale para qualquer ponto da Terra ou para qualquer outro planeta? Nesses casos, quais são as variáveis que devem ser consideradas?". Essas questões são importantes para que eles compreendam a aceleração como um efeito da força gravitacional, que, dentro do planeta Terra, dependerá da distância que um corpo está em relação ao centro do planeta – que na superfície é praticamente constante e varia à medida que nos afastamos dela. Realize a prática investigativa para a obtenção do valor da aceleração da gravidade da Terra, apresentada na *Atividade complementar*. Oriente os estudantes a realizar a montagem e a tomada de dados, conforme descrita na seção e, ao final, discuta sobre os resultados encontrados, como valor da aceleração da gravidade local, levantando hipóteses sobre possíveis erros de medida e incertezas na tomada dos dados experimentais.

Relembre os estudantes que os valores da aceleração da gravidade variam em diferentes astros, como em Júpiter ou na Lua, e proponha um debate sobre o porquê dessas variações. É importante que eles percebam que os valores dependem do raio e da massa dos astros. Reforce que mesmo objetos pouco massivos têm gravidade – como a Lua, cuja aceleração, em sua superfície, vale aproximadamente 1,6 m s^{-2}. Aproveite para introduzir o tópico **Marés** perguntando o que sabem sobre o assunto. É provável que já tenham ouvido falar em maré baixa ou maré alta, então destaque que a diferença de altura no nível das águas é decorrente da atração gravitacional que a Lua e o Sol exercem na Terra. Mesmo com as imagens e a explicação escrita, é bastante anti-intuitivo compreender por que a Lua é capaz de gerar dois bojos na Terra, um na direção dela e outro na direção oposta, como mostra a **figura 6.16**, nos pontos P e D. Nesse momento, se julgar adequado, apresente o vídeo elaborado por Quadros, Monteiro e Almeida (2017) disposto na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, para que os estudantes consigam visualizar a explicação. Chame a atenção deles para a dinâmica de movimento da água quando sujeita à força de atração gravitacional da Lua, que terá intensidades diferentes em diferentes pontos da Terra. Mencione ainda que as marés acontecem duas vezes a cada 24 h 50 min – que é a duração do dia lunar – e que, embora o Sol seja muito mais massivo que a Lua, ele está muito mais distante, o que nos leva à conclusão de que a maré provocada pelo Sol tem menos da metade do efeito da maré provocada pela Lua, mas que quando os astros estão alinhados – o que acontece nas fases cheia e nova da Lua – as duas forças se somam produzindo marés cheias mais altas e marés baixas mais baixas.

Para finalizar essa etapa e verificar a aprendizagem dos estudantes, proponha a rotina de pensamento *Generate, Sort, Connect, Elaborate* (Gerar-Classificar-Conectar-Elaborar). Oriente os estudantes a seguir estes passos:

- Liste ideias, palavras, termos, conceitos e pensamentos relacionados ao conceito de gravitação.
- Organize sua lista de acordo com a importância que você acha que esses termos têm. Anote as ideias mais importantes perto do centro da página e as ideias menos importantes mais próximas às bordas da página.
- Conecte as ideias, as palavras, os termos, os conceitos e os pensamentos desenhando linhas entre aqueles que você acha que têm algo em comum. Explique e escreva em uma frase curta o que o levou a fazer essa conexão.
- Junte-se a um colega e comparem seus mapas mentais. Em seguida, produzam um novo mapa que represente as ideias da dupla.
- Apresentem o mapa mental para toda a turma, explicando os conceitos e as relações entre eles.

Se julgar necessário, disponibilize aos estudantes cópias do texto de Pinheiro, Costa e Moreira (2011), "Apêndice 4: Construção de um mapa conceitual", para ajudá-los na elaboração dos mapas. O texto está indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

No momento das apresentações, avalie os estudantes quanto à presença de alguns termos, que podem ser considerados centrais no conceito de gravitação, como massa, distância, raio, força atrativa, órbita, as leis de Kepler, Sol, planetas, Lua e satélites, entre outros, prestando atenção na maneira como esses termos estão conectados e relacionados. Pergunte o que significam as relações, a localização de determinados conceitos, o motivo da inclusão de alguns que não lhe parecem importantes e o da omissão de outros que você considera fundamentais. Aproveite para dirimir as dúvidas e corrigir os possíveis equívocos.

• 3ª etapa

Oriente os estudantes a formar grupos e ler o tópico **Satélites artificiais**. Depois, discuta sobre os principais aspectos relacionados à história do surgimento dos satélites artificiais e suas diferentes funções na atualidade, como o GPS, os telescópios e os satélites de monitoramento da agricultura.

Em seguida, os grupos devem acessar o *site* da Embrapa sobre os satélites de monitoramento, indicado no boxe **Fique por dentro**, e escolher um satélite ativo para realizar a pesqui-

REPRODUÇÃO

sa, que deve considerar os seguintes aspectos: informações históricas e sua função, cálculo da sua velocidade orbital (a partir da altitude encontrada nas informações técnicas) e período orbital, uma vez que têm acesso à velocidade e à distância percorrida.

Após a pesquisa, peça aos grupos que apresentem suas conclusões e, depois, questione se existe alguma relação entre os principais valores encontrados para velocidade orbital e período e as funções desses satélites. O que os estudantes devem perceber, dependendo da função dos satélites escolhidos, é que os satélites geoestacionários (que ficam parados sempre sobre o mesmo ponto da Terra) em geral têm as funções de comunicação, monitoramento de uma área específica ou de previsão do tempo. Esses satélites apresentam órbitas que estão sobre a linha do Equador e correspondem a aproximadamente 6,6 vezes o raio da Terra, estando a uma altura de aproximadamente 36 000 km a partir da superfície terrestre, com velocidade linear em torno de 11 000 km/h.

Discuta sobre o conceito de velocidade orbital esclarecendo a relação entre a velocidade e a altura do objeto celeste, por meio do questionamento: "O que acontece se diminuirmos/aumentarmos a altura de um satélite?". O importante é fazer com que os estudantes compreendam que, quanto mais próximo o satélite estiver da Terra, maior será sua velocidade, ou o contrário. Pergunte aos estudantes se percebem a relação entre a velocidade orbital e as leis de Kepler. Esclareça, caso eles não consigam enxergar a relação, que a velocidade orbital é uma decorrência da segunda e da terceira lei de Kepler, bem como da Gravitação Universal. Nesse tópico, há o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT308**.

Para trabalhar o tópico **Imponderabilidade e alimentos no espaço**, pergunte aos estudantes como imaginam que um astronauta se sente no espaço e como realiza necessidades básicas, por exemplo, ir ao banheiro, beber água e se alimentar. Explique o conceito da imponderabilidade e as sensações físicas que ela causa – que são semelhantes àquelas apresentadas em experimentos controlados com "gravidade zero". Observe atentamente se os estudantes se referem ao espaço sideral como um local com ausência de gravidade, o que não é necessariamente verdade. É importante definir que o efeito vivenciado pelos astronautas não é a ausência de gravidade e, sim, efeito da imponderabilidade – a Estação Espacial Internacional, por exemplo, mantém-se em movimento em torno da Terra exatamente pelo efeito da força de atração gravitacional que a Terra exerce sobre ela.

Para finalizar o estudo do Tema 6, proponha uma atividade na qual os estudantes possam interligar os conceitos estudados com a temática da Unidade. Em grupos, peça que se reúnam e compartilhem informações por meio de um *podcast*, cujo objeto de pesquisa devem ser os satélites artificiais que auxiliam na produtividade agrícola. Oriente-os a pesquisar em fontes confiáveis, dando preferência a artigos científicos e à voz dos especialistas no assunto. Sugira que simulem uma entrevista com um(a) especialista a fim de favorecer a comunicação das informações. A finalização e a avaliação da atividade devem incluir a criação, a publicação e a divulgação do *podcast* nas redes sociais. Essa estratégia favorece o desenvolvimento das **Competências Gerais 2, 7 e 9** e das habilidades **EM13CNT204** e **EM13CNT308**.

De modo a dar fechamento ao trabalho com o Tema e avaliar as aprendizagens, sugira a reflexão proposta no **Reflita sobre seu aprendizado!** mobilizando as **Competências Gerais 1 e 6**.

Atividade complementar

Medindo a aceleração da gravidade local

A aceleração da gravidade de um corpo é resultado da ação do seu campo gravitacional. Observa-se que sua intensidade, na superfície desse corpo, depende de sua massa e de seu raio, por meio da seguinte relação:

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

onde G é a constante gravitacional e vale $G = 6{,}673 \cdot 10^{-11}\ m^3\ kg^{-1}s^{-2}$.

O campo de força gravitacional explica os fenômenos que acontecem na superfície da Terra, como a queda dos corpos. Da mesma maneira, ele explica o funcionamento dos satélites, que estão em órbita a determinada altura em relação ao planeta. Ao realizar este experimento simples e de baixo custo, que é a montagem de um pêndulo, os estudantes poderão perceber como a aceleração da gravidade influencia no período de oscilação desse objeto, contribuindo assim com o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT204** e **EM13CNT301**.

Objetivo

- Determinar a aceleração da gravidade local por meio da oscilação de um pêndulo simples.

Material

- 1 haste
- 1 tripé ou suporte (para a haste)
- 1 cronômetro
- Fio de *nylon* (1,3 m)
- Massas diferentes com ganchos (bola de gude, pesos de laboratório)
- 1 trena
- 1 fita adesiva
- 1 tesoura

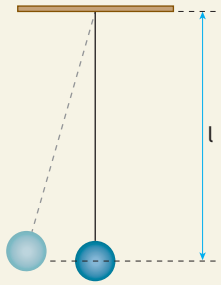
Prepare-se!

1. Como um pêndulo pode auxiliar na determinação da aceleração da gravidade local?
2. Quais seriam as variáveis importantes neste experimento?
3. Quais são as forças envolvidas no movimento do pêndulo?

Procedimento

- Fixe a haste no suporte ou tripé.
- Escolha o comprimento do fio de *nylon* com que vai trabalhar (30 cm, 60 cm, 90 cm ou 120 cm). O comprimento do pêndulo deve ser medido desde o ponto livre – rente à haste – até o centro do objeto.
- Amarre o fio de *nylon* à haste e então prenda a massa no fio, como mostra a figura a seguir. Fique atento para verificar se o fio não está suspendendo a massa – em um movimento que não é de oscilação lateral, e sim vertical – se isso acontecer, refaça a amarração do fio na haste.

EDIÇÃO MODERNA



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Esquema de montagem do pêndulo.

- Meça o tempo de 10 oscilações completas – que vai do ponto mais alto ao outro ponto mais alto – pelo menos três vezes, para quatro comprimentos de fios diferentes:
  - **a)** Faça três medidas diferentes para o mesmo comprimento de fio.
  - **b)** Calcule o tempo médio $\bar{t} = \frac{t}{3}$.
  - **c)** Com base no tempo médio calculado, encontre o tempo médio para uma oscilação, considerando que $T = \frac{\bar{t}}{10}$.
  - **d)** Anote os valores em uma tabela.
- Altere a massa do seu experimento, aumentando-a ou diminuindo-a. Mantenha o comprimento do fio e verifique se houve alterações no tempo médio para 10 oscilações.
- Utilize a relação matemática a seguir para calcular a aceleração gravitacional local. Considere que o período de um pêndulo simples depende da proporção direta da raiz do seu comprimento e da proporção inversa da raiz da aceleração gravitacional local.

  $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$, onde l é o comprimento do fio de *nylon*.

Discuta com seus colegas

1. Quais foram os valores encontrados para aceleração da gravidade (*g*) no experimento realizado? Esses valores estão próximos do valor esperado? Justifique sua resposta.
2. Em qual dos comprimentos de fio você obteve os melhores resultados? Por quê?
3. A massa do pêndulo interferiu na obtenção do valor de *g*? Explique sua resposta.
4. Quais foram as variáveis do pêndulo que influenciaram no valor da aceleração da gravidade?
5. Quais seriam as medidas do período de oscilação se esse mesmo experimento fosse realizado na Lua? E em Júpiter?
6. Descreva brevemente outra situação experimental em que seja possível obter o valor da aceleração da gravidade.

Fonte: BORRAGINI, E. F.; PAVANI, D. B.; LIMA JR., P. Gravitação universal em atividades práticas: uma abordagem histórica e cultural, das órbitas dos planetas à ficção científica. *Textos de apoio ao professor de Física*: IF-UFRGS, v. 28, n. 1, 2017. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/tapf_v28n1.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

• Resoluções da Atividade complementar

Prepare-se!

1. Resposta pessoal. Uma resposta possível é dizer que o pêndulo pode auxiliar por meio da medida do seu tempo de oscilação.
2. A única variável do experimento é o comprimento do fio, mas os estudantes podem mencionar a massa como uma variável.
3. Força peso (da massa), força de tensão (no fio) e a força resultante centrípeta.

Discuta com seus colegas

1. Resposta pessoal. Se o experimento for executado com calma e se for tomado o devido cuidado na hora da realização das medidas, é provável que o valor calculado seja próximo daquele que é esperado. Como justificativa para a divergência dos valores, podem ser mencionadas as incertezas das medidas tomadas e a propagação dessa incerteza para os valores calculados.
2. Provavelmente no comprimento de 30 cm, pois quanto menor o fio, maior é o movimento de oscilação e, portanto, o período a ser medido, diminuindo assim eventuais erros na hora de fazer a medida.
3. A massa do pêndulo não interfere no cálculo de *g*, como se pode notar na fórmula usada para calcular *g*. A massa não é uma variável para o problema em questão.
4. O comprimento do fio, que influencia o período de oscilação a ser medido.
5. Considerando as mesmas condições, como o tamanho do fio, a medida do período de oscilação (T) seria diferente: maior na Lua, onde a aceleração da gravidade é menor; e menor em Júpiter, cuja aceleração da gravidade é maior do que a da Terra. Usando a relação $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 l}{g}}$ e considerando o fio de 30 cm, por exemplo: $T_{Lua} = \sqrt{\frac{4\pi^2 \cdot 0{,}3}{g}} \approx 2{,}7$ s e $T_{Júp} = \sqrt{\frac{4\pi^2 \cdot 0{,}3}{25{,}3}} \approx 0{,}7$ s.
6. Resposta pessoal. Existem várias possibilidades, por exemplo: i) Com a medida de um corpo em queda livre – utilizando-se sensores que marcam a posição do corpo em intervalos de tempos iguais, mede-se a distância entre duas ou mais posições, e utilizando-se a equação horária da cinemática, é possível conhecer o valor da aceleração; ii) Por meio de um sistema massa-mola. A partir daí, sabe-se que a força peso deve ser igual à força elástica da mola e é possível obter o valor de *g*, caso a massa e a constante elástica da mola (*K*) sejam conhecidas, medindo-se a deformação (Δx) que determinada massa provoca na mola.

Reflexões sobre a Ciência

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término desta seção, o estudante seja capaz de:

- Diferenciar o conhecimento tradicional do conhecimento científico.
- Reconhecer as etapas do método científico.
- Selecionar informações e dados necessários em diferentes fontes (entrevistas e artigos científicos) para elaboração de relato científico.
- Discutir entre pares para comunicar os resultados de análise de pesquisas acerca dos fitoterápicos, de modo a valorizar as diferentes formas de conhecimento.

MODERNA

Subsídios para o planejamento

Por se tratar de uma atividade que envolve aspectos da natureza da Ciência, a seção em questão pode ser conduzida por professores dos componentes curriculares **Biologia**, **Física** ou **Química**. Nela, discutem-se as diferenças entre o conhecimento tradicional (senso comum) e o conhecimento científico, evidenciando como essas formas de conhecimento podem ser integradas em busca de soluções de problemas e de melhorias de vida. A integração com o professor do componente curricular **Língua Portuguesa** é relevante para o planejamento das aulas ao contribuir com orientações acerca dos processos do campo da pesquisa, como os procedimentos de curadoria, comparação de diferentes conteúdos para a investigação do tema e o tratamento de informações de acordo com a intencionalidade de uso, favorecendo assim o desenvolvimento da habilidade **EM13PL32** e das **Competências Gerais 1, 2 e 7**.

Inicie a atividade perguntando aos estudantes o que eles entendem por senso comum e conhecimento científico; se há e quais são as diferenças entre eles; qual é a importância de cada um para a cultura e a sociedade. Nesta ocasião, é importante anotar as respostas no quadro de giz para registrar os pensamentos dos estudantes e, em momento posterior, direcioná-los a uma reflexão crítica sobre essas respostas para reavaliá-las.

Em seguida, peça aos estudantes que formem grupos e leiam o texto individualmente, orientando-os a prestar atenção ao título, às palavras novas, aos exemplos dados e ao objetivo central. Depois, eles devem compartilhar suas impressões com os colegas registrando a opinião do grupo, as dúvidas e as ideias a respeito da questão do título. Esse procedimento favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 9**, uma vez que os estudantes exercitam a discussão entre pares com respeito, valorizando diversos pontos de vista. Em uma roda de conversa, solicite aos grupos que apresentem suas conclusões e aproveite a oportunidade para enriquecer a discussão apontando as relações e as diferenças dos dois tipos de conhecimento. Retome as anotações iniciais do quadro para garantir o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT301** e as **Competências Gerais 1 e 2**.

Após a discussão, solicite aos estudantes que respondam, individualmente, à questão 1. Promova uma discussão apresentando as etapas do método científico (pergunta ou observação, hipótese, pesquisa/coleta de dados, resultados e conclusões) para aprofundar o trabalho com a habilidade **EM13CNT301**, uma vez que essa discussão aproxima os estudantes do percurso da Ciência na construção de teorias e do conhecimento científico.

Em relação à questão 2, oriente os estudantes a preparar um roteiro simples de entrevista com aspectos cruciais ao que se deseja investigar: nome da planta; formas de utilização e ação terapêutica e reforce a importância de que, na ocasião da entrevista, não se esqueçam de registrar as informações coletadas, seja por escrito, seja por meio da gravação de áudio. Após a obtenção das informações pela entrevista, peça aos estudantes que selecionem para a pesquisa apenas uma planta citada. Incentive-os a consultar artigos em fontes confiáveis, como a plataforma da Scielo, o Portal da Capes e a Biblioteca Virtual da Saúde, entre outras, oportunizando o trabalho com as **Competências Gerais 1 e 7**, bem como a habilidade **EM13LP32**. Oriente os estudantes a selecionar as informações dos artigos científicos recorrendo a procedimentos como análise, síntese e reflexão para comparar com as informações das entrevistas e perceber coincidências, complementaridades e eventuais contradições entre elas.

Para a elaboração das apresentações, utilizando a técnica *pitch*, exiba o vídeo, do *site* do SEBRAE, com três exemplos concretos de empreendedores que buscam um investidor, indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Procure estabelecer um paralelo com a atividade dos estudantes quanto à importância de selecionar somente as informações necessárias, perguntando a eles como fariam para despertar o interesse de um investidor, se o encontrassem em um elevador. Destaque a importância de dominar os aspectos retóricos da comunicação verbal com garantia de compreensão do receptor, assim como os aspectos da comunicação não verbal, como gestos, postura e contato visual. Esse exercício favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 4**.

Organize a sequência das apresentações e garanta o espaço de fala de um minuto para que cada estudante apresente as suas ideias, mobilizando aspectos da habilidade **EM13CNT302**. Ofereça um breve *feedback* após cada apresentação. Quando todos concluírem, convide-os a expor os aprendizados sobre a atividade, destacando pontos positivos e pontos negativos. Finalize a aula com um *pitch* a fim de combater os estereótipos estabelecidos entre o conhecimento tradicional e o conhecimento científico.

Pensamento crítico e argumentação

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término desta seção, o estudante seja capaz de:

- Identificar e avaliar o uso de argumentos presentes em diferentes mídias de divulgação científica para acessar conhecimentos sobre agrotóxicos.
- Argumentar com base em diferentes fontes de informação para posicionar-se diante de questões socioambientais.
- Avaliar os efeitos causados pela produção de alimentos, em particular a toxicidade dos agrotóxicos, com base em informações e argumentos científicos.
- Analisar argumentos usados em uma situação de debate científico sobre o controle de pragas vegetais.
- Avaliar criticamente informações de divulgação científica visando à compreensão e à detecção do uso de fontes tendenciosas.
- Analisar impactos econômicos e socioambientais ligados às atividades agrárias, considerando princípios de sustentabilidade.

Subsídios para o planejamento

A condução da seção pode ser feita por qualquer um dos professores dos componentes curriculares de Ciências da Natureza. O tema, as habilidades e as competências exploradas ao longo da seção possibilitam um planejamento em conjunto com professores de **Filosofia** e **Língua Portuguesa** (que podem, por exemplo, enriquecer as discussões teóricas

EM MODERNA

sobre argumentação) e **Geografia** (que podem abordar questões econômicas e geopolíticas que interferem nos debates socioambientais sobre o uso dos agrotóxicos). O diálogo com a equipe dessas áreas do conhecimento permite o desenvolvimento das habilidades **EM13LP30** e **EM13CHS302**.

Inicie a seção pedindo aos estudantes, que individualmente, leiam o texto introdutório. Na sequência peça para formarem duplas com o intuito de compartilharem o que compreenderam e construírem cartões no estilo do "jogo da memória". O foco nesse momento é facilitar a compreensão sobre as categorias de falácias e aumentar o engajamento dos estudantes. Oriente as duplas a criarem cartões com as diferentes cédulas presentes na tabela, lembrando-os de que terão que agrupar três cartas em vez de duas, como no jogo da memória original. Depois, incentive-os a jogar. Durante a elaboração e o jogo, circule na sala para dirimir as possíveis dúvidas e identificar as habilidades que os estudantes estão mobilizando. Essa é uma excelente oportunidade para coletar dados de como seus estudantes aprendem e assim você pode reorientar seu planejamento.

Caso julgue necessário obter mais informações acerca do que seja um bom argumento na perspectiva filosófica, acesse o texto de Montesanti e Dias (2016), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Após o jogo, prepare a montagem do mural utilizando o quadro. Divida-o em duas partes, identificando com "Vídeo A" e "Vídeo B". Para a distribuição das falácias, organize um sorteio, no qual cada estudante pega de um saquinho um papel ao acaso previamente identificado com uma das dez falácias propostas na seção. Distribua a cada estudante papel sulfite, se possível coloridos, para que possam resolver a questão 1, e disponibilize fita adesiva. Separe a turma em dois grupos, A e B. Leia com toda a turma a questão 1 e explique qual será a dinâmica para sua resolução. Em seguida, exiba os vídeos, deixando claro que os grupos devem focar a atenção na análise dos vídeos que correspondem à mesma indicação, ou seja, grupo A foca no vídeo A e grupo B foca no vídeo B.

Quando finalizarem a questão 1, promova uma discussão com a turma para que todos compartilhem suas respostas e tirem dúvidas. Nesse momento, procure estimular a participação para que possam refletir sobre as informações do mural que produziram. Se considerar necessário, peça para fotografarem o mural a fim de deixar registrada a aprendizagem e caso precisem retornar a proposta da seção em mais de um encontro com a turma.

Por promoverem reflexões sobre a natureza dos argumentos e mobilizarem informações e conhecimentos sobre os agrotóxicos, as questões 1 e 2 dialogam com o desenvolvimento das **Competências Gerais 5 e 7** e das habilidades **EM13CNT303** e **EM13CNT304**.

Na sequência, peça que, em duplas, respondam às questões 2 e 3. Por fim, promova uma discussão a partir das respostas das duplas. Esse momento proporciona o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT104**, **EM13CNT203**, **EM13CNT310**, **EM13LP30** e **EM13CHS302**, pois envolve tanto a análise de argumentos e informações relacionados ao uso de agrotóxicos quanto o posicionamento individual dos estudantes no que se refere às informações (de natureza científica, geopolítica, econômica e social) trazidas nos vídeos e no texto de divulgação científica.

Caso tenha oportunidade, exiba e debata o vídeo sugerido no item "a" da questão 3, após as duplas concluírem a resolução da questão 2. A partir do vídeo é possível explorar, além dos conteúdos conceituais sobre agrotóxicos abordados ao longo da seção, características essenciais de um debate fundamentado no raciocínio argumentativo, sobretudo o respeito e o comprometimento com o uso de argumentos e evidências.

O episódio 6 do *podcast* "Outra estação", produzido pela Universidade Federal de Minas Gerais e indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, também traz elementos que podem auxiliar no aprofundamento do tema. A discussão desse episódio permite, ainda, um diálogo com o componente curricular **Geografia** e o aprofundamento da habilidade **EM13CHS302**.

Valores e atitudes

Objetivos de aprendizagem

Espera-se que, ao término desta seção, o estudante seja capaz de:

- Propor e argumentar sobre alternativas que possam reduzir o desperdício de alimentos de modo a promover o consumo consciente.
- Refletir e modificar os hábitos de consumo para reduzir a produção de lixo orgânico e o seu impacto sobre os ciclos biogeoquímicos.
- Diminuir o desperdício de alimentos para reduzir a demanda por produção e consequentemente o uso de agrotóxicos que poluem o solo e alteram os ciclos biogeoquímicos.
- Evitar o desperdício de alimentos para diminuir a demanda por mais áreas de plantio que destroem a biodiversidade.
- Analisar as informações científicas sobre consumo consciente de alimentos e concluir sobre o papel das pessoas na redução da fome no Brasil e no mundo.
- Coletar e computar dados obtidos a partir de uma investigação sobre o desperdício de alimentos em diferentes escalas.

Subsídios para o planejamento

Esta atividade poderá ser desenvolvida por qualquer professor da área de Ciências da Natureza, desde que se sinta confortável com a temática.

Solicite aos estudantes que, no período extraclasse, pesquisem na internet e em fontes confiáveis sobre o desperdício de alimentos. Sugira também que eles visitem uma feira livre próximo do horário de encerramento e antes de as equipes de limpeza urbana atuarem. Caso as feiras não sejam comuns em seu município, podem visitar um mercado no dia de descarte de produtos. Para esta visita, o estudante deverá entrar em contato com o gerente ou responsável pelo estabelecimento a fim de descobrir quando o descarte ocorre. Em todos os casos, peça para anotarem o que mais chamou atenção, e se possível tirem fotos das feiras ou mercados.

Em sala, solicite aos estudantes que leiam o texto inicial da seção (antes do texto principal, "Perdas e os desperdícios de alimentos na América Latina e no Caribe") e exiba o vídeo "O desperdício do planeta" indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. O vídeo apresenta algumas situações de perfil de consumo que podem ajudar os estudantes a se conectar com a temática.

Em duplas, peça para discutirem sobre o que entendem pelas perdas citadas na meta 12.3 da ONU com base no que pesquisaram anteriormente e na visita à feira/mercado, bem

MODERNA

como o que chamou atenção no vídeo. Nesse momento os estudantes terão a oportunidade de resgatar conhecimentos prévios e vivências sobre o desperdício de alimentos.

Na sequência, recomende a leitura individual do texto **Perdas e desperdícios de alimentos na América Latina e no Caribe** e que respondam às questões de 1 a 3. Quando concluírem, peça para compartilharem suas impressões com as duplas, discutindo cada questão. Depois, promova uma discussão com toda a turma, garantido que todos exponham suas opiniões. Se julgar adequado, incremente a discussão pedindo aos estudantes exemplos de situações, mesmo que fictícias, que caracterizam a perda e o desperdício de alimentos. Durante esta etapa são mobilizadas as habilidades **EM13CNT105**, **EM13CNT203** e **EM13CNT206**, já que serão discutidos os aspectos do desperdício que causam prejuízos ambientais, os quais refletem o uso insustentável dos recursos naturais e a produção de lixo. Essa discussão também favorece o desenvolvimento das **Competências Gerais 7 e 10** quando o estudante é levado a fomentar a sustentabilidade e contribuir na luta pelo combate à fome, utilizando argumentos com base em fatos, dados e informações confiáveis.

Antes de resolver a questão 4, convide os estudantes a refletir sobre sua contribuição pessoal em relação ao desperdício de alimentos. Proponha que, durante uma semana, eles determinem a massa de alimentos descartados em suas residências e elaborem um inventário contendo a identificação e a massa de cada alimento descartado e o motivo do descarte. Após a coleta dos dados, peça para que respondam às questões a seguir: "Qual foi a massa total de alimentos descartados em uma semana?"; "Considerando o número de pessoas que moram com você, calcule a massa em quilograma de alimentos descartados, em média, por pessoa, por semana, em sua residência."; "Com base na quantidade de alimentos descartados por pessoa, em média, por semana, em sua residência, estime a massa de alimentos descartados por você em um mês e em um ano."; "De acordo com dados da FAO, cada brasileiro desperdiça em média 41,6 kg de alimentos por ano. Compare a sua estimativa anual, calculada no item anterior, com a média *per capita* brasileira e se posicione sobre sua participação no desperdício de alimentos.". Lembre os estudantes de que, para determinar a massa dos descartes, eles deverão utilizar uma balança. Recomende a construção de uma tabela para listar os descartes de cada dia a fim de facilitar os cálculos. A execução desta atividade envolve o desenvolvimento da **Competência Geral 2** e das habilidades **EM13CNT301** e **EM13CNT303**, uma vez que o estudante é convidado a realizar uma investigação científica para rastrear o desperdício de alimentos. Ainda permite desenvolver parcialmente a habilidade **EM13MAT101**, já que requer a utilização de cálculos de dados relativos às Ciências da Natureza e que envolve variações de grandeza.

Solicite aos estudantes que reflitam sobre seus desperdícios e, após esta atividade, peça que respondam à questão 4. Promova uma discussão das respostas a fim de encontrar convergências que podem servir para criar uma lista de 10 atitudes que podem ser implementadas pelos estudantes para evitar o desperdício de alimentos. Sugira que compartilhem essa lista com os colegas de outras turmas e recomende que fixem a lista na porta de suas geladeiras. Esta atividade complementa o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT301** e **EM13CNT303**, visto que os estudantes são convidados a propor alternativas para evitar o desperdício e devem utilizar a comunicação científica para disseminar as conclusões obtidas com as atividades propostas nesta seção. As **Competências Gerais 7 e 10** também são desenvolvidas quando os estudantes são levados a propor e argumentar sobre alternativas que possam reduzir o desperdício de alimentos de modo a promover o consumo consciente.

De modo a dar fechamento ao trabalho com a Unidade, proponha a reflexão sobre as duas questões do **Revise e amplie!**. Essas questões, que são metacognitivas, têm como objetivo a autoavaliação da aprendizagem e o aprofundamento da temática estudada e mobilizam a subdimensão autoconhecimento da **Competência Geral 6**.

Apoio ao trabalho pedagógico

- BRON, I.; JACOMINO, A. P. Classificação de frutos por "climatério" é conceito em extinção? *Visão agrícola*, n. 7. Esalq/USP, 2007. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va07-fisiologia01.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

Neste texto são apresentadas explicações sobre a aplicabilidade do termo "climatério" como critério de classificação de frutos.

- CAROBIN, C.; SERRANO, A. Uma revisão das concepções alternativas em equilíbrio químico dentro do enfoque dos diferentes níveis de representação. *Acta Scientiae*, v. 9, n. 2, p. 131-143, jul./dez. 2007. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/viewFile/91/84>. Acesso em: 21 maio 2020.

O artigo apresenta as concepções alternativas dos estudantes sobre equilíbrio químico.

- CIRINO, M. M. *et al*. A intermediação da noção de probabilidade na construção de conceitos relacionados à cinética química. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 1, p. 189-219, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v15n1/v15n1a12.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

O artigo investigou como estudantes do Ensino Médio utilizavam a teoria de probabilidade para se apropriar de conceitos e como elaboravam determinados modelos no contexto de cinética química.

- ESTADO DE SÃO PAULO. Agricultura sustentável. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais. 2011. 76 p. (*Cadernos de Educação Ambiental*, 13). Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/cea/2014/11/13-agricultura-sustentavel1.pdf>. Acesso: 30 abr. 2020.

Este trabalho versa sobre a agricultura sustentável e discute diversos aspectos do tema, desde o surgimento do conceito até a transição para o sistema orgânico de plantio, passando pelos detalhes sobre as práticas agroecológicas e os sistemas agroflorestais.

- FATARELI, E. F. *et al*. Método cooperativo de aprendizagem Jigsaw no ensino de cinética química. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 3, ago. 2010. Disponível em: <http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc32_3/05-RSA-7309_novo.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

REPRODUÇÃO

O trabalho descreve como o método Jigsaw foi utilizado no estudo de cinética química com estudantes do 2º ano do Ensino Médio.

- FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. H.; ROCHA-FILHO, R. C. Algumas experiências simples envolvendo o princípio de Le Chatelier. *Química Nova na Escola*, n. 5, p. 28-31, 1997. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc05/exper1.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

O artigo descreve experimentos relacionados ao princípio de Le Chatelier.

- IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: 21 abr. 2020.

Disponibiliza listas sobre a produção agrícola brasileira e comparativos de produção por safra com intervalo de um ano entre as colheitas.

- JUSTI, R. S.; RUAS, R. M. Aprendizagem de Química: reprodução de pedaços isolados de conhecimento? *Química Nova na Escola*, n. 5, p. 24-27, maio 1997. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc05/pesquisa.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

O artigo apresenta resultados da concepção dos estudantes sobre a matéria para a aprendizagem de cinética química.

- KELEN, M. E. B. *et al*. *Plantas alimentícias não convencionais* (PANCs): hortaliças espontâneas e nativas. 1. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2015. 44 p. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/viveiroscomunitarios/wp-content/uploads/2015/11/Cartilha-15.11-online.pdf>. Acesso em: 11 maio 2020.

Neste livro estão disponíveis dados sobre 20 espécies de PANCs com dicas sobre utilização, valor nutricional e ecologia.

- MEDEIROS, A. Entrevista com Thyco Brahe. *Física na Escola*, v. 2, n. 2, 2001. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol02-Num2/a061.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

Este artigo apresenta uma conversa bem-humorada entre Tycho Brahe e um grupo de professores e pode ser utilizado como uma representação teatral para discutir aspectos históricos da Astronomia.

- MEDEIROS, A. Entrevista com Kepler: do nascimento à descoberta das duas primeiras leis. *Física na Escola*, v. 3, n. 2, 2002. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol03-Num2/a091.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.

Este artigo apresenta uma conversa bem-humorada entre Kepler e um grupo de professores e pode ser utilizado como uma representação teatral para discutir aspectos históricos da Astronomia.

- MONTESANTI, B.; DIAS, T. Por que opinião não é argumento, segundo este professor de lógica da Unicamp? *Nexo Jornal*, 27 dez. 2016. Disponível em <https://www.nexojornal.com.br/expresso/2016/12/27/Por-que-%E2%80%98opini%C3%A3o-n%C3%A3o-%C3%A9-argumento%E2%80%99-segundo-este-professor-de-l%C3%B3gica-da-Unicamp>. Acesso em: 22 abr. 2020.

O texto apresenta formalizações do ponto de vista da Filosofia do que é considerado um bom argumento.

- PINHEIRO, L. A.; COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. Do átomo grego ao modelo padrão: os indivisíveis de hoje. *Textos de apoio ao professor de Física*, v. 22, n. 6, 2011. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2011. 107 p. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v22_v6_pinheiro_costa_moreira.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

O trabalho sugere o uso de mapas conceituais no processo de avaliação para verificar as relações dos conceitos apreendidos pelos estudantes.

- PRAXEDES, G.; PEDUZZI, L. O. Q. Tycho Brahe e Kepler na escola: uma contribuição à inserção de dois artigos em sala de aula. *Revista Brasileira de Ensino Física*, v. 31. n. 3, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172009000300011&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 30 abr. 2020.

Este trabalho discute o potencial educativo de dois artigos que fazem uso da História da Ciência no ensino de Física, de forma a otimizar o aproveitamento do conteúdo científico e epistemológico de ambos.

- QUADROS, T.; MONTEIRO R.; ALMEIDA, R. Como funciona a influência da Lua nas marés, 2017. (2 min). *Nexo Jornal*. Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/video/video/Como-funciona-a-influ%C3%AAncia-da-Lua-nas-mar%C3%A9s>. Acesso em: 30 abr. 2020.

Vídeo com modelo de representação da ação das forças gravitacionais da Lua e do Sol na formação das marés.

- RANIERI, G. R.; BORGES, F. NASCIMENTO, V; GONÇALVES, J. R. *Guia prático sobre PANCs*: plantas alimentícias não convencionais. Instituto Kairós. 1. ed. São Paulo: Instituto Kairós, 2017. Disponível em: <https://institutokairos.net/wp-content/uploads/2017/08/Cartilha-Guia-Pr%C3%A1tico-de-PANC-Plantas-Alimenticias-Nao-Convencionais.pdf>. Acesso em: 11 maio 2020.

Neste livro são apresentadas diversas características de uma imensa variedade de PANCs e há também respostas para perguntas curiosas sobre estas plantas.

- SEBRAE. MINAS GERAIS. 3 exemplos de *elevator pitch* para você aprender a fazer o seu. Disponível em: <https://inovacaosebraeminas.com.br/3-exemplos-de-elevator-pitch-para-voce-aprender-a-fazer-o-seu/>. Acesso em: 30 abr. 2020.

O *site* apresenta o estudo de três casos diferentes de *pitch*, além de uma avaliação do investidor em relação às apresentações.

- SILVA, A. N.; PATACA, E. M. O ensino de equilíbrio químico a partir dos trabalhos do cientista alemão Fritz Haber na síntese da amônia e no programa de armas químicas durante a Primeira Guerra Mundial. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 1, p. 33-43, 2018. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc40_1/07-RSA-12-17.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

O artigo relata uma experiência didática, realizada no Ensino Médio, que apresenta uma proposta de inserir aspectos da História e Filosofia da Ciência no estudo de equilíbrio químico.

EM MODERNA

- SILVA, V. R. R. *Sequências didáticas para o ensino das Leis de Kepler*. 2017. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF) – Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2017. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/5968>. Acesso em: 30 abr. 2020.

Dissertação que propõe uma breve discussão sobre o ensino das leis de Kepler por meio das estratégias de simulações computacionais e sequências de atividades.

- SOARES, M. H. F. B.; OKUMURA, F.; CAVALHEIRO, E. T. G. Proposta de um jogo didático para ensino do conceito de equilíbrio químico. *Química Nova na Escola*, n. 18, p. 13-17, 2003. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc18/A03.PDF>. Acesso em: 30 abr. 2020.

O trabalho traz uma proposta de jogo didático que usa caixas e bolas de isopor para ensinar o conceito de equilíbrio químico.

- TEODORO, S. R. *A História da Ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional*. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Unesp, Bauru, 2000. 276 p. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90897/teodoro_sr_me_bauru.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 abr. 2020.

Trabalho que apresenta concepções alternativas sobre gravitação e propõe o uso da história da ciência para trabalhar com essas concepções em sala de aula.

- UFMG. *Como a Ciência busca alternativas para reduzir os agrotóxicos?* 19 set. 2019. Disponível em: <https://ufmg.br/comunicacao/noticias/como-a-ciencia-esta-buscando-alternativas-para-agrotoxicos>. Acesso em: 22 abr. 2020.

O *link* contém o episódio 6 do *podcast* "Outra estação". Nele são discutidos os impactos da liberação recente dos agrotóxicos e algumas das possíveis soluções para reduzir os impactos negativos dos agrotóxicos no ambiente e nos alimentos.

- VILELA, E. F.; CALLEGARO, G. M.; FERNANDES, G. W. (org.). *Biomas e agricultura:* oportunidades e desafios. Rio de Janeiro: Vertente edições, 2019. 304 p. Disponível em: <http://www.abc.org.br/wp-content/uploads/2019/11/Livro-Biomas-e-Agricultura-Site.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

Neste livro são abordados diversos aspectos do impacto da agricultura nos biomas brasileiros.

- VILLADIEGO, A. M. D. *et al*. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. *Revista Ceres*, v. 52, n. 300, 2005. Disponível em: < https://www.redalyc.org/pdf/3052/305242980005.pdf>. Acesso em: 8 maio 2020.

O artigo apresenta o potencial do uso de filmes e revestimentos comestíveis para evitar a deterioração dos alimentos, destacando sua característica de biodegradabilidade.

- WWF-BR. *O desperdício do planeta*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IN7JB0GtzHc>. Acesso em: 22 abr. 2020.

Animação acerca dos aspectos ambientais da produção e do consumo de alimentos.

MODERNA

UNIDADE 1
Água

Abertura

Na atividade de leitura de imagem, espera-se que os estudantes ressaltem a paisagem desértica e a espécie de carro-pipa que aparecem na fotografia. Na imagem, o carro-pipa está sendo perseguido por saqueadores. No entanto, pode haver a interpretação de que ele está sendo escoltado. Nas duas situações há um indicativo de que o produto transportado é valioso. O uso de carro-pipa é uma ação paliativa que as autoridades costumam colocar em prática para amenizar problemas de abastecimento de água. É possível que os estudantes associem o crescente processo de desertificação com a diminuição da cobertura vegetal e as mudanças climáticas, que levam a uma redução do volume de chuvas e ao aumento da temperatura média local. Espera-se que eles percebam que os prejuízos econômicos advindos das inundações são maiores que os associados às secas, assim como o número de mortes e pessoas afetadas. Alguns podem comentar o risco permanente de surtos de cólera nas localidades sem saneamento básico.

Tema 1. Espera-se que os estudantes identifiquem processos, tais como: a evaporação da água de lagos, rios e mares, ou seja, mudança de fase líquida para a fase gasosa com a formação de nuvens; a solidificação na formação das geleiras e do gelo sobre lagos e montanhas, que ocorre pela passagem da água da fase líquida para a fase sólida.

Tema 2. Espera-se que os estudantes mencionem que as principais fontes de poluição de corpos-d'água são decorrentes de ações humanas, como atividades domésticas, industriais e agrícolas. O acréscimo de poluentes causa desequilíbrio ambiental, o que pode provocar a morte dos seres vivos e, portanto, a perda de biodiversidade.

Tema 3. Espera-se que os estudantes definam água potável como aquela adequada para o consumo humano sem risco à saúde e mencionem que a análise de aspectos sensoriais, como a coloração ou o odor, não é suficiente para atestar a qualidade da água. É provável que eles citem como característica a ausência de agentes infecciosos e de substâncias, como os metais pesados, em níveis tóxicos.

Tema 4. Espera-se que os estudantes mencionem pelo menos uma das seguintes doenças: febre tifoide, cólera, hepatite A, giardíase, esquistossomose e ascaridíase.

Tema 5. Espera-se que os estudantes identifiquem alguns métodos de separação de misturas empregados no tratamento de água, tais como a decantação e a filtração. Além deles, a eliminação dos agentes infecciosos pela adição de gás cloro ou hipoclorito de sódio e pela fervura da água.

Tema 6. Espera-se que os estudantes citem o comportamento anômalo da água e reconheçam sua densidade e a condutividade térmica como propriedades físicas envolvidas nesse fenômeno. A água dos lagos congela a partir da superfície e é resfriada por um processo no qual a água mais fria (mais densa) desce enquanto a água mais quente (menos densa) sobe. Mas ao atingir 4 °C há um comportamento anômalo, no qual a água atinge densidade máxima, o que faz cessar esse processo. O congelamento se torna mais lento pois a água é resfriada apenas por condução. Como a água não é boa condutora de calor, ela demora para atingir temperaturas menores do que 4 °C, mantendo-se nessa temperatura e na fase líquida.

Tema 1

1. Os cabos de panelas e frigideiras geralmente são feitos de um material isolante térmico para impedir a condução térmica do calor e permitir o manuseio. Os materiais podem variar entre plástico, baquelite, madeira etc.

2. Em A temos irradiação, em B temos a troca de calor por convecção e em C ocorre a troca de calor por condução.

3. a) Falsa. Há apenas fenômenos físicos, referentes às alterações promovidas pelas mudanças de fase ou processos de transporte em ambientes.
b) Falsa. As nuvens são formadas por meio de um processo endotérmico (evaporação), logo, absorvem calor.
c) Verdadeira. A precipitação ocorre por meio da formação de água na fase líquida a partir do vapor-d'água da atmosfera.
d) Falsa. A precipitação é um processo exotérmico, logo, libera calor.
e) Falsa. Na evaporação não há alteração da composição da água, é um processo apenas físico.

4. Dado um intervalo de tempo de 10 min = 600 s, o fluxo de calor é dado por:

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow \phi = \frac{5 \cdot 10^3}{600} \therefore \phi \simeq 8{,}3 \text{ cal s}^{-1}$$

5. Dados a condutividade térmica de 0,0183 cal s^{-1} cm^{-1} $°C^{-1}$, a área de 500 cm^2, a espessura de 3,50 mm = 0,35 cm e o fluxo de calor de 1.000 cal s^{-1}, a diferença de temperatura entre as faces pode ser obtida usando:

$$\phi = K \cdot \frac{A \cdot (T_1 - T_2)}{e} \Rightarrow 1.000 = 0{,}0183 \cdot \frac{500 \cdot \Delta T}{0{,}35}$$

$$\therefore \Delta T \simeq 38 \text{ °C}$$

6. Dada a temperatura de fusão do ferro de 1.535 °C, percebemos, pela equação fundamental da calorimetria, que a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura do ferro de 30 °C a 1.535 °C é:

$$Q = m_{ferro} \cdot c_{ferro} \cdot \Delta T_{ferro} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = 250 \cdot 0{,}11 \cdot (1.535 - 30) \therefore Q = 41.387{,}5 \text{ cal}$$

Já o calor necessário para derreter o ferro, dado o calor latente de fusão de 64 cal g^{-1}, é:

$$Q = m_{ferro} \cdot L_{fusão} \Rightarrow Q = 250 \cdot 64 \therefore Q = 16.000 \text{ cal}$$

Assim, o calor total necessário para fundir o ferro é:

$$Q_{total} = 41.387{,}5 + 16.000 \Rightarrow Q_{total} = 57.387{,}5 \text{ cal}$$

$$\therefore Q_{total} \simeq 57{,}4 \text{ kcal}$$

MODERNA

Portanto, fornecendo 60 kcal o ferro se funde completamente.

7. A quantidade de calor que 1.000 g de água, cujo calor específico é de 1 cal g^{-1} $°C^{-1}$, fornece quando passa de 80 °C a 0 °C é dada por:

$Q = m_{água} \cdot c_{água} \cdot \Delta T_{água} \Rightarrow Q = 1.000 \cdot 1 \cdot (0 - 80)$

$\therefore Q = -80.000$ cal

Já a quantidade de calor necessária para derreter 2.000 g de gelo, cujo calor de fusão é de 80 cal g^{-1}, é:

$Q = m_{gelo} \cdot L_{fusão} \Rightarrow Q = 2.000 \cdot 80 \therefore Q = 160.000$ cal

Portanto, o calor fornecido pela água não é suficiente para derreter toda a massa de gelo.

8. Sabemos que o calor latente de evaporação da água é de 540 cal g^{-1} e, de acordo com o gráfico, que, durante a evaporação, a água recebeu uma quantidade de calor de 320.000 kcal − 50.000 kcal = 270.000 kcal; assim, temos:

$Q = m_{água} \cdot L_{vapor} \Rightarrow 270.000.000 = m_{água} \cdot 540$

$\therefore m_{água} = 500.000$ g = 500 kg

9. **a)** De acordo com o gráfico, percebemos que a temperatura de fusão da substância é de 60 °C e a temperatura de vaporização é de 180 °C.

b) No gráfico, vemos que o aquecimento da fase líquida ocorre entre 60 °C e 180 °C e que a quantidade de calor recebida nesse aquecimento é de 20 kcal − 12 kcal = 8 kcal. Assim, pela equação fundamental da calorimetria, temos:

$Q = m_{substância} \cdot c_{substância} \cdot \Delta T_{substância} \Rightarrow$

$\Rightarrow 8 \cdot 10^3 = 150 \cdot c_{substância} \cdot (180 - 60)$

$\therefore c_{substância} \simeq 0{,}44$ cal g^{-1} $°C^{-1}$

c) Durante a fusão, a quantidade de calor recebida foi de 12 kcal − 4 kcal = 8 kcal, assim, encontramos:

$Q = m_{substância} \cdot L_{fusão} \Rightarrow 8.000 = 150 \cdot L_{fusão}$

$\therefore L_{fusão} \simeq 53{,}3$ cal g^{-1}

d) Durante a evaporação, a quantidade de calor recebida foi de 32 kcal − 20 kcal = 12 kcal, assim, encontramos:

$Q = m_{substância} \cdot L_{vapor} \Rightarrow 12.000 = 150 \cdot L_{vapor}$

$\therefore L_{vapor} = 80$ cal g^{-1}

Tema 2

Prática investigativa

Prepare-se!

1. A concentração de oxigênio dissolvido em um corpo-d'água qualquer é controlada por alguns fatores: pressão, temperatura e salinidade. Além desses, fatores bioquímicos e climáticos também influenciam a concentração de gás oxigênio dissolvido na água, como o consumo pela decomposição da matéria orgânica (oxidação), as perdas para a atmosfera, a respiração de organismos aquáticos e a nitrificação e oxidação química abiótica de substâncias como íons metálicos. Caso os estudantes encontrem dificuldade na pesquisa, disponibilize a eles o *link* a seguir: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a02.pdf> (acesso em: 21 maio 2020).

A decomposição da matéria orgânica presente na água é um fator envolvido no teor de gás oxigênio dissolvido nesse meio. Portanto, espera-se que os estudantes proponham hipóteses que sinalizem que o aumento da quantidade de matéria orgânica refletirá no aumento das populações que a consomem e, consequentemente, no consumo do gás oxigênio dissolvido, resultando no empobrecimento desse recurso na água.

2. A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é um dos indicadores do teor de matéria orgânica na água e expressa a quantidade de gás oxigênio necessária para a decomposição aeróbica da matéria orgânica exclusivamente pela ação de microrganismos decompositores. A DBO é usualmente expressa em miligramas de gás oxigênio consumido por litro da amostra. A determinação da DBO de uma amostra de água é calculada pela diferença da quantidade de gás oxigênio dissolvido antes e depois do período de incubação da amostra por cinco dias a 20 °C. A diminuição da quantidade de gás oxigênio dissolvido na água é um indicativo da atividade de microrganismos decompositores, portanto, quanto menor a DBO de uma amostra, menor é a atividade de microrganismos decompositores, e menor é a carga de matéria orgânica nela presente, ou seja, melhor é a qualidade da água. Dessa forma, a DBO é um parâmetro indireto da estimativa de matéria orgânica e pode ser utilizada como indicativo de qualidade da água.

Discuta com seus colegas

1. A turbulência durante a coleta e manipulação da amostra pode ocasionar o aumento da concentração de gás oxigênio dissolvido no conteúdo a ser avaliado, tendo em vista que a turbulência aumenta o contato entre a água e o gás oxigênio do ar, o que pode posteriormente induzir a erros nos resultados obtidos.

2. O acréscimo de NPK nas amostras de água coletada tem como objetivo simular a entrada de matéria orgânica em corpos-d'água. A escolha por três diluições de fertilizante visa analisar a proliferação dos microrganismos em diferentes ritmos e o consequente consumo diferenciado de gás oxigênio dissolvido, evidenciando a maneira como quantidades crescentes de matéria orgânica aceleram o processo de consumo de gás oxigênio diluído no ambiente aquático. Assim, com base na análise dos resultados do teor de gás oxigênio em cada amostra, será possível extrapolar e discutir as consequências do lançamento de esgoto sem tratamento adequado em ecossistemas aquáticos.

3. Para que se possa assegurar a eliminação de umidade residual nas duas situações; assim, minimizam-se os erros experimentais para a determinação da massa de ferrugem formada.

4. O aço é uma liga metálica composta de ferro, em maior proporção, e de carbono. O ferro reage com o gás oxigênio do ar com certa rapidez, formando a ferrugem ou óxido de ferro (III) hidratado. Assim, com a determinação da massa de ferrugem

formada, é possível calcular a concentração de gás oxigênio dissolvido nas amostras. Se fosse usado um material que não reagisse favoravelmente com o gás oxigênio, como um fio de cobre, o experimento seria inconclusivo.

5. A massa de ferrugem dependerá da amostra de água avaliada. Os cálculos exemplificados a seguir foram realizados considerando a massa de ferrugem igual a 0,035 g. De acordo com a proporção de massas fornecida pelo enunciado da questão, tem-se:

48 g gás oxigênio —— 160 g ferrugem
x —— 0,035 g ferrugem

x = 0,0105 g ou 10,5 mg de gás oxigênio

Como as amostras eram de 1 L, tem-se:

10,5 mg de gás oxigênio/1 L = 10,5 mg de gás oxigênio

6. A resposta depende do resultado obtido. É esperado que a amostra controle – sem o acréscimo de fertilizante – apresente o maior teor de gás oxigênio, enquanto a amostra de água com 5% de NPK apresente o menor teor de gás oxigênio. Os microrganismos presentes na amostra de água consomem a matéria orgânica disponível para diversas atividades metabólicas, muitas das quais também utilizam gás oxigênio. Quanto maior a disponibilidade de matéria orgânica, maior a proliferação desses microrganismos e, portanto, maior o consumo de matéria orgânica e gás oxigênio por eles.

7. A concentração de gás oxigênio nos corpos-d'água diminui com o aumento da concentração de matéria orgânica presente. O uso do NPK simula o lançamento de esgoto sem tratamento adequado em corpos-d'água e pode ser encarado como o início do processo de eutrofização.

A eutrofização é um processo que ocorre em ambientes aquáticos com excessiva quantidade de matéria orgânica. Embora possa ter causas naturais, em geral, o aumento desses compostos é decorrente da ação antrópica, como o lançamento de efluentes não tratados, o descarte inadequado de lixo e a lixiviação de fertilizantes de áreas de produção agrícola intensiva. No processo de eutrofização não é incomum que a concentração de gás oxigênio dissolvido nos corpos-d'água se torne nula ou muito próxima do nula, acarretando a morte dos seres vivos, ou seja, causando um grande impacto no ecossistema como um todo.

1. **a)** A concentração de clorofila nos oceanos possibilita inferir a distribuição e a quantidade do fitoplâncton, o plâncton fotossintetizante.

b) Os organismos fotossintetizantes se concentram próximos às costas litorâneas, pois nessas regiões a água do mar recebe sedimentos do continente transportados pelos rios. Esses sedimentos são ricos em matéria orgânica e sais minerais, que aumentam a taxa fotossintética. Espera-se que as hipóteses dos estudantes levem em conta os possíveis fatores abióticos que tornam esses ambientes mais favoráveis à ocupação por organismos fotossintetizantes.

2. **a)** A densidade de indivíduos aumenta drasticamente no intervalo entre 2,5 m e 5 m de profundidade. Após 5 m, de acordo com o gráfico, a densidade diminui, chegando a quase zero a 17,5 m de profundidade.

b) A 25 m de profundidade a densidade de indivíduos é praticamente nula.

c) Luminosidade. Por se tratar de seres vivos fotossintetizantes, a luz é um fator limitante para esses organismos, ou seja, condiciona a sobrevivência deles.

3. A rápida expansão da mancha de petróleo cru se justifica pelas correntes marítimas predominantes na costa do Nordeste do Brasil. A predominância da corrente marítima quente com direção norte para sul justifica a rápida expansão da mancha de petróleo da Paraíba para os estados nordestinos mais ao sul. Na costa norte do Nordeste, a corrente marítima quente predominante, com direção leste para oeste, favorece o espalhamento da mancha também para esses estados.

4. Alternativa **a**. O alagamento das áreas próximas à represa ocasionou a morte da vegetação. A ação de decompositores sobre a matéria vegetal liberou na água nutrientes que propiciaram a proliferação de plantas aquáticas.

A alternativa **b** é falsa, pois a destruição de um hábitat leva ao desaparecimento de espécies e não ao crescimento das populações nativas. A alternativa **c** também é incorreta, pois as plantas utilizam energia solar para a fotossíntese, mas são incapazes de utilizar a energia elétrica produzida pela usina. A alternativa **d** é incorreta, pois, em relação ao ambiente terrestre, o ambiente aquático apresenta menor quantidade de luz disponível, dado que a água filtra a entrada de luz solar. A alternativa **e** é incorreta, visto que as usinas hidrelétricas não funcionam com base na queima de combustíveis fósseis, e os nutrientes disponíveis na água têm origem na decomposição da matéria vegetal submersa pelo alagamento da região.

5. Alternativa **b**. As algas são seres vivos fotossintetizantes. Em ambientes ricos em matéria orgânica, como um lago próximo a um córrego poluído, as populações de alga proliferam rapidamente, tendo em vista a disponibilidade de nutrientes, o que caracteriza o início da eutrofização. O crescimento da população de algas aumenta a concentração de gás oxigênio na superfície do lago, visto que esse gás é produto da fotossíntese. No entanto, essa proliferação exagerada de algas é acompanhada de grande mortandade desses microrganismos, propiciando a proliferação de microrganismos decompositores, como bactérias e fungos aeróbicos. Como os decompositores utilizam o gás oxigênio dissolvido na água para transformar os nutrientes em energia, o aumento do tamanho da população desses seres vivos ocasiona o esgotamento do gás oxigênio do corpo-d'água, levando os diversos organismos à morte.

6. **a)** O brusco aumento da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) atesta a poluição orgânica, enquanto a volta do teor de gás oxigênio dissolvido e da DBO aos níveis anteriores à descarga atesta a depuração do rio. A proliferação de bactérias deve-se ao aumento do teor de compostos orgânicos na água, como resultado da descarga. Com a decomposição, aumenta a quantidade de nutrientes nitrogenados na água propiciando a proliferação de algas.

b) A concentração de nitrato aumentada em relação à anterior à descarga (gráfico B), acompanhada por maior quantidade de algas (gráfico C). Para indicar eutrofização grave, o gráfico A deveria mostrar dosagens muito baixas de gás oxigênio dissolvido ao longo de todo o trecho.

Tema 3

1. Alternativa **b**. Espera-se que os estudantes consigam identificar que a solução 1 é insaturada (ou não saturada), pois todo o sal adicionado foi dissolvido e, assim, não houve formação de corpo de fundo. A solução 2 é saturada, pois a massa do corpo de fundo formado foi igual à quantidade de sal adicionada (0,5 g). E, por fim, a solução 3 é supersaturada porque a massa de corpo de fundo formada corresponde a todo o sal acrescentado além de 0,3 g em excesso.

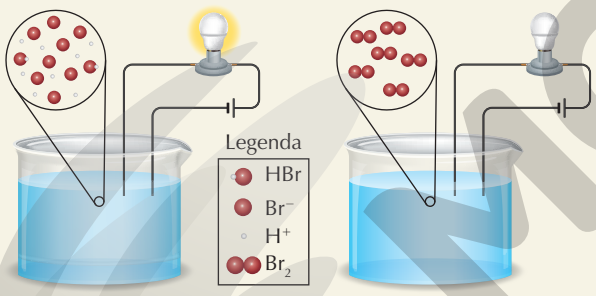
2. O brometo de hidrogênio (HBr) se ioniza em meio aquoso, produzindo íons hidrogênio e íons brometo solvatados, como representado a seguir.

$$HBr(g) \xrightarrow{H_2O} H^+(aq) + Br^-(aq)$$

A interação entre as moléculas de água e as moléculas de HBr leva ao rompimento das ligações covalentes do HBr formando a solução eletrolítica. As interações entre as moléculas de água e as moléculas do gás bromo não são suficientemente fortes para romper as ligações entre os átomos de bromo. Logo, não há ionização (apenas dissolução) e esse gás em solução aquosa pode ser classificado como não eletrólito, conforme representado a seguir.

$$Br_2(g) \xrightarrow{H_2O} Br_2(aq)$$

Uma representação possível é apresentada a seguir.



3. **a)** Espera-se que os estudantes consigam interpretar o gráfico e identificar que a quantidade máxima de nitrato de chumbo(II) que pode ser dissolvida em 100 g de H_2O a 20 °C é de, aproximadamente, 55 g. Dessa forma, ao adicionar 75 g desse sal, 55 g serão dissolvidos (formando uma solução saturada), enquanto os 20 g restantes constituirão o corpo de fundo.

b) Nessas condições, a solução formada seria supersaturada, pois a quantidade de soluto dissolvido seria superior à quantidade máxima que o solvente é capaz de dissolver naquela temperatura. Para preparar essa solução deve-se, segundo a **Figura 3.5**, aquecer o solvente no mínimo a 40 °C. Após adicionar os 75 g de soluto ao solvente aquecido e agitar o sistema com uma baqueta de vidro ou barra magnética para promover a dissolução, deve-se deixar o sistema resfriar lentamente até a temperatura de 20 °C, sem agitação. No entanto, esse tipo de solução é bastante instável e qualquer alteração ou choque mecânico no sistema altera esse estado, provocando formação de corpo de fundo e a solução deixa de ser supersaturada, tornando-se saturada com corpo de fundo.

4. Alternativa **d**. Antes da destilação, tem-se:
$m(\text{solução}) = 800\ kg$
$m(\text{etanol}) = 20\% \cdot 800\ kg = 160\ kg$
Após a destilação, tem-se:
$m(\text{solução}) = 100\ kg$
$m(\text{etanol}) = 96\% \cdot 100\ kg = 96\ kg$
Em relação ao resíduo, tem-se:
$m(\text{resíduo}) = 800\ kg - 100\ kg = 700\ kg$
$m(\text{etanol}) = 160\ kg - 96\ kg = 64\ kg$

$$\%_{m/m} = \frac{m(\text{soluto})}{m(\text{soluto}) + m(\text{solvente})} \cdot 100 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \%_{m/m} = \frac{64\ kg}{700\ kg} \cdot 100 \therefore \%_{m/m} \approx 9{,}1\%$$

5. **a)** A – $FeCl_3$; B – $FeCl_2$.
Quanto maior a concentração de íons livres em solução, maior é a condutividade elétrica e, portanto, mais intenso será o brilho da lâmpada. Assim, é necessário comparar a concentração de íons livres para cada substância.

$$FeCl_2(s) \xrightarrow{H_2O} Fe^{2+}(aq) + 2\ Cl^-(aq)$$
$$0{,}2\ mol\ L^{-1} \quad 0{,}2\ mol\ L^{-1} \quad 2 \cdot 0{,}2\ mol\ L^{-1}$$

No total, temos 0,6 mol L^{-1} de íons.

$$FeCl_3(s) \xrightarrow{H_2O} Fe^{3+}(aq) + 3\ Cl^-(aq)$$
$$0{,}2\ mol\ L^{-1} \quad 0{,}2\ mol\ L^{-1} \quad 3 \cdot 0{,}2\ mol\ L^{-1}$$

No total, temos 0,8 mol L^{-1} de íons.
Assim, o esquema A representa o resultado do teste para a solução aquosa de $FeCl_3$, e o esquema B, o resultado para a solução aquosa de $FeCl_2$.

b) Dos íons presentes, são os cátions Fe^{3+} que reagem com a água, formando um eletrólito fraco e diminuindo o pH da solução. O processo pode ser descrito conforme as equações químicas a seguir.

$$FeCl_3(s) \xrightarrow{H_2O} Fe^{3+}(aq) + 3\ Cl^-(aq)$$
$$3\ H_2O(l) \rightleftharpoons 3\ H^+(aq) + 3\ OH^-(aq)$$
$$Fe^{3+}(aq) + 3\ OH^-(aq) \rightleftharpoons Fe(OH)_3(s)$$

$$FeCl_3(s) + 3\,H_2O(l) \rightleftharpoons Fe(OH)_3(s) + 3\,H^+(aq) + 3\,Cl^-(aq)$$

solução de caráter ácido

6. Alternativa **a**. A hipótese I faz sentido, pois, se passar por rochas contendo vanádio, a água pode dissolver uma fração dele e carregá-lo consigo; já a hipótese II não é plausível, pois para ser verdadeira deveria também haver crômio na água, porque ele é um metal constituinte das brocas. A hipótese III, conforme estudado no capítulo, não faz sentido, pois não há adição de vanádio nas estações de tratamento de água.

7. Alternativa **a**. Espera-se que os estudantes sejam capazes de interpretar o rótulo da água mineral identificando o pH, a 25 °C – igual a 10,0 –, e de perceber que o enunciado apresenta uma informação importante, que é o pH da água de torneira entre 6,5 e 7,5. Dessa forma, ao analisar a tabela,

ERICSSON GUILHERME LUCIANO

nota-se que, se adicionarmos algumas gotas de azul de bromotimol à água de torneira, ela ficará com um tom próximo do esverdeado no intervalo de pH entre 6,0 e 7,6. Se o conteúdo da garrafa fosse de água mineral, esse indicador ficaria azul, pois o pH dessa solução é maior que 7,6. Se adicionássemos a fenolftaleína à água de torneira, ela permaneceria incolor, pois seu pH é menor que 8,2. Já na água mineral, cujo pH é igual a 10, observaríamos uma coloração rósea.

Não é possível usar o vermelho de metila nem o alaranjado de metila porque a faixa de viragem desses indicadores abrange valores de pH menores que 6,0. Sendo assim, tanto a água da torneira quanto a água mineral adquiririam a mesma coloração (amarela).

8. a) O valor médio do pH do corpo-d'água A é de aproximadamente 6,1 e o do corpo-d'água B é de aproximadamente 7,2.

O valor médio do pH do corpo-d'água A é:

$$\text{pH(A)} = \frac{6{,}1 + 6{,}1 + 6{,}0}{3} \approx 6{,}1$$

O valor médio do pH do corpo-d'água B é:

$$\text{pH(B)} = \frac{7{,}1 + 7{,}4 + 7{,}2}{3} \approx 7{,}2$$

Com base nas médias de pH de cada amostra, é possível concluir que a molinésia preta se desenvolveria adequadamente apenas no corpo-d'água B.

b) A diferença de pH entre os corpos-d'água é de, em média, uma unidade, portanto, a diferença na concentração hidrogeniônica dos dois corpos-d'água é de aproximadamente 10 vezes.

9. Espera-se que os estudantes convertam a concentração de chumbo em $g\ L^{-1}$ em concentração em $mol\ L^{-1}$. Se o valor encontrado após a conversão for menor que $1 \cdot 10^{-7}\ mol\ L^{-1}$ de chumbo, os estudantes devem perceber que o equipamento não é adequado para essa análise. O cálculo de conversão pode ser feito pela seguinte regra de três:

Massa de Pb	Quantidade de matéria de Pb
$1 \cdot 10^{-8}$ g	n(Pb)
207,2 g	1 mol

$$n(Pb) = \frac{1 \cdot 10^{-8}\ g \cdot 1\ mol}{207{,}2\ g} \therefore n(Pb) \approx 4{,}8 \cdot 10^{-11}\ mol$$

Logo, a concentração máxima de chumbo em quantidade de matéria é $4{,}8 \cdot 10^{-11}\ mol\ L^{-1}$. Como o valor calculado é menor que o quantificável pelo equipamento, conclui-se que ele não é adequado para análise.

10. a) Em baixas concentrações o íon fluoreto tem ação medicinal, sendo importante para a saúde dos ossos e dentes. Seu consumo apresenta riscos à saúde apenas em concentração superior a $1{,}5\ mg\ L^{-1}$.

b) É necessário calcularmos a massa de íons fluoreto em 2,5 L de água da Fonte da Juventude e em 2,5 L de uma amostra de água com concentração máxima permitida pela legislação.

Resolução pela fórmula da concentração comum:

$$\rho(F^-)_{\text{fonte}} = \frac{m(F^-)}{V(\text{solução})} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 21{,}89\ mg\ L^{-1} = \frac{m(F^-)}{2{,}5\ L} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m(F^-) = 21{,}89\ mg\ L^{-1} \cdot 2{,}5\ L$$

$$\therefore m(F^-) \approx 54{,}7\ mg$$

$$\rho(F^-)_{\text{legislação}} = \frac{m(F^-)}{V(\text{solução})} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1{,}5\ mg\ L^{-1} = \frac{m(F^-)}{2{,}5\ L} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m(F^-) = 1{,}5\ mg\ L^{-1} \cdot 2{,}5\ L$$

$$\therefore m(F^-) = 3{,}75\ mg$$

Resolução por regra de três:

Massa de F^-	Volume de solução
21,89 mg	1 L
$m(F^-)$	2,5 L

$$m(F^-) = \frac{21{,}89\ mg \cdot 2{,}5\ L}{1\ L} \approx 54{,}7\ mg$$

Massa de F^-	Volume de solução
1,5 mg	1 L
$m(F^-)$	2,5 L

$$m(F^-) = \frac{1{,}5\ mg \cdot 2{,}5\ L}{1\ L} = 3{,}75\ mg$$

Logo, o excesso de íons fluoreto consumido seria de:

$54{,}7\ mg - 3{,}75\ mg \approx 51\ mg$

11. a) Como, quanto maior a inclinação da reta, maior a constante de Henry, a reta 1 corresponde ao gás oxigênio, a reta 2 ao gás nitrogênio, e a reta 3 ao gás hélio.

b) Pela lei de Henry ($s = k_H\ p$), a solubilidade é diretamente proporcional à pressão que o gás exerce sobre o líquido. Sendo assim, a 1 atm, a dissolução é maior.

c) As frações em quantidade de matéria para os gases oxigênio e nitrogênio são 0,2 atm e 0,8 atm, respectivamente. Assim, para o oxigênio, tem-se:

$s = 1{,}3 \cdot 10^{-3}\ mol\ L^{-1}\ atm^{-1} \cdot 0{,}2\ atm$

$\therefore s = 2{,}6 \cdot 10^{-4}\ mol\ L^{-1}$

E, para o nitrogênio, tem-se:

$s = 7{,}0 \cdot 10^{-4}\ mol\ L^{-1}\ atm^{-1} \cdot 0{,}8\ atm$

$\therefore s = 5{,}6 \cdot 10^{-4}\ mol\ L^{-1}$

Assim, embora a fração em quantidade de matéria do gás oxigênio seja quatro vezes menor que a do gás nitrogênio, ele apresenta solubilidade aproximadamente duas vezes menor que o N_2 graças a sua maior constante de Henry.

d) Enquanto a constante de Henry depende da temperatura, do gás e do líquido, a solubilidade do gás no líquido depende também da pressão. Assim, ao analisar a solubilidade dos gases a uma mesma temperatura e pressão, espera-se que os estudantes identifiquem a afirmação como verdadeira. No entanto, se as pressões parciais dos gases forem distintas, a afirmação pode tornar-se falsa, como demostrado no item anterior.

MODERNA

Tema 4

1. a) A leptospirose.
   b) A leptospirose é causada pela leptospira, presente na urina de ratos. Por ocasião das enchentes, essa bactéria se dissemina na água que invade casas e ruas. A transmissão ocorre pelo contato direto com água contaminada ou com alimentos contaminados por ela.
2. Espera-se que os estudantes respondam que a única profilaxia comum para as doenças causadas por lombrigas e esquistossomos é o acesso ao saneamento básico, pois as demais medidas são muito específicas para cada caso, como lavar bem frutas e verduras, beber água tratada, controlar o hospedeiro intermediário (caramujo) e evitar nadar em lagoas com caramujos, respectivamente.
3. Com o *slogan* o estudante procurou sintetizar a ideia de que os vírus só apresentam manifestações vitais dentro de uma célula, isto é, não têm vida própria, por isso precisam de uma célula para sua replicação. Se for o caso, comente com os estudantes que muitos virologistas têm se referido aos vírus dessa maneira.
4. Alternativa **a**. A mãe da criança confundiu cisticercose com teníase, que é transmitida pelo consumo de carne de porco contendo cisticercos. Na cisticercose não há hospedeiro intermediário e a contaminação ocorre pela ingestão direta dos ovos das tênias, formando os cisticercos no ser humano. Os cisticercos podem se desenvolver em vários tecidos, alojando-se nos olhos, no cérebro e no coração. Sendo assim, a cisticercose não é transmitida pela picada de mosquitos vetores, nem em lagoas onde vivem caramujos hospedeiros do verme, invalidando as alternativas **b** e **c**. A alternativa **d** está incorreta, porque a carne consumida pela criança está contaminada por ovos, e não por larvas. Os cisticercos são larvas da tênia, o que invalida a alternativa **e**.
5. Como exemplos de viroses emergentes no Brasil, é possível citar a aids e a gripe aviária, causada pelo vírus H5N1; dentre as viroses reemergentes, destacam-se a dengue e a febre amarela. A emergência de viroses está relacionada a mutações em vírus ou microrganismos, transformando-os em agentes patogênicos para o ser humano. Já a reemergência pode ser desencadeada por diversos fatores, como saneamento básico precário ou ausente, alterações ambientais e controle de vetores ineficiente, entre outros.
6. Alternativa **e**. A cólera é uma doença causada pelo contato com fezes contaminadas pela bactéria *Vibrio cholerae*, que são seres procarióticos. A alternativa **a** está incorreta, porque a cólera não atingiu a Europa e nem é transmitida pela urina de ratos. A cólera é uma doença causada por bactérias, que são seres procarióticos, e não é transmitida por ratos, invalidando a alternativa **b**. Não ocorreu uma epidemia de cólera na Europa na Idade Média e a doença não é transmitida por vapores pestilentos do esgoto, por isso a alternativa **c** está incorreta. A alternativa **d** está incorreta, pois a epidemia de cólera aconteceu no final do século XIX e início do XX.
7. a) As maiores prevalências de esquistossomose são registradas nas áreas costeiras da região Nordeste, entre o Maranhão e a Bahia. As menores prevalências estão no norte do Amazonas, em Rondônia, e nas regiões Centro-Oeste e Sul.
   b) Os biomas mais bem representados nas áreas de baixa prevalência da esquistossomose são o Cerrado, a Caatinga e o Pampa. No Cerrado e na Caatinga, a baixa prevalência pode ser explicada pela escassez de água nessas regiões em pelo menos uma época do ano. No Pampa, a ocorrência de baixas temperaturas pode ser um fator limitante da proliferação do caramujo.
   De acordo com o artigo da revista *Pesquisa Fapesp* apresentado, "Scholte identificou fatores de risco relacionados à transmissão do *S. mansoni* e confirmou que variáveis climáticas e indicadores de pobreza se associam à disseminação da doença".
   c) Exigir das entidades governamentais o saneamento básico, tratamento dos doentes, controle populacional do caramujo do gênero *Biomphalaria* e melhores condições de moradia. As pessoas devem evitar nadar em lagos desconhecidos, onde podem se contaminar com esses e outros parasitas.

Tema 5

1. Alternativa **a**. Espera-se que os estudantes analisem a **Figura 5.10** para responder a esta questão.
2. Alternativa **b**. Espera-se que os estudantes consigam interpretar etapas de um processo representadas em um fluxograma, e assim transitar entre diferentes formas de representação. Este tipo de atividade favorece o desenvolvimento do pensamento computacional, mais especificamente a ideia de algoritmo como uma sequência finita de procedimentos, que permite resolver determinado problema.
3. Na etapa de floculação, a agitação suave permite que as partículas formadas na etapa de coagulação se unam para formar partículas mais densas e, desse modo, decantarem na etapa seguinte. A decantação é um processo de separação de misturas heterogêneas que tem como base a diferença entre as densidades dos componentes.
4. Alternativa **e**.
   I. Incorreta. As partículas retidas na filtração (etapa 4) podem ser maiores que as partículas removidas por decantação (etapa 3), pois o fator determinante para a decantação é a densidade da partícula em relação à solução.
   II. Incorreta. A etapa 3 corresponde à decantação, em que as partículas mais densas formadas por aglutinação afundam no tanque por ação da gravidade. Diferentemente da etapa 4, que não deve ser submetida à agitação, a etapa da coagulação requer agitação vigorosa do sistema para misturar efetivamente os coagulantes à água captada.
   III. Incorreta. O tratamento de água remove alguns tipos de substâncias e entidades biológicas. No entanto, alguns sais minerais permanecem solúveis ao longo do processo. Além disso, a adição de compostos clorados para a desinfecção antes da etapa de coagulação leva à formação de trialometanos (THM), não removidos nas etapas posteriores.

PROIBIDA

5. As soluções reais tendem a se aproximar do comportamento de uma solução ideal, desde que satisfaçam às condições de baixa concentração de soluto (soluções muito diluídas), de proximidade dos tamanhos das partículas de soluto e solvente e de similaridades nas interações intermoleculares (soluto-soluto, solvente-solvente e soluto-solvente).

6. A solução que apresenta concentração de 6 mol L^{-1} está mais concentrada que a solução que apresenta concentração de 3 mol L^{-1}. Nesse caso, haverá fluxo de solvente através da membrana semipermeável, no sentido da solução mais diluída para a mais concentrada. Desta forma, o volume da solução mais concentrada aumentará e o da mais diluída, diminuirá.

7. **a)** $i(C_6H_{12}O_6) = 1$. O composto molecular não ioniza em solução aquosa.

$C_6H_{12}O_6(s) \xrightarrow{H_2O} C_6H_{12}O_6(aq)$

b) O composto se ioniza parcialmente formando quatro mols de íons por mol de soluto em solução aquosa.

$H_3PO_4(s) \xrightarrow{H_2O} 3\ H^+(aq) + PO_4^{3-}(aq)$

Se todas as moléculas ionizassem completamente, o resultado seria $i(H_3PO_4) = 4$. No entanto, o grau de ionização é 27%, logo:

$i = 1 + \alpha(n - 1) \Rightarrow i = 1 + 0{,}27(4 - 1) \therefore i = 1{,}81$

8. **a)** A situação III representa o efeito tonoscópico. Isso pode ser verificado pelo deslocamento para baixo da curva de pressão de vapor do solvente puro (linha contínua) e da mistura (linha tracejada). Note que, em III, a temperatura se mantém constante e a pressão diminui.

b) A adição de um soluto não volátil diminui a pressão de vapor-d'água. Como consequência, há aumento da temperatura de ebulição e diminuição da temperatura de congelamento do solvente.

9. Alternativa **e**. Para que haja transporte da água no sentido contrário do fluxo natural de osmose, é preciso aplicar pressão mecânica no sentido aposto ao da pressão osmótica, passando o líquido do compartimento de água salgada para o compartimento de água potável.

10. Alternativa **c**.

a) Incorreta. A diluição afeta mais o fator de van't Hoff de soluções eletrolíticas que o de soluções não eletrolíticas.

b) Incorreta. A alteração na concentração altera o valor do fator de van't Hoff observado no caso de soluções eletrolíticas, mas não tem efeito no caso das soluções não eletrolíticas.

d) Incorreta. O desvio em relação ao valor teórico não é igual para todas as soluções eletrolíticas apresentadas. Os desvios são respectivamente 0,03; 0,16 e 0,18.

11. As etapas a seguir descrevem como proceder a realização do teste de jarros. A quantidade de alíquotas, os tempos das etapas, os volumes e a concentração das soluções podem ser diferentes ou até mesmo podem não estar presentes nas resoluções apresentadas pelos estudantes. O foco desta atividade deve ser a descrição, etapa a etapa, do ensaio apresentado.

1. Separe cinco alíquotas, de volumes iguais (500 mL), das amostras de água a ser clarificada.
2. Numere os frascos.
3. Adicione solução de sulfato de alumínio (0,9 mol L^{-1}) conforme a tabela a seguir.

Recipiente	Volume
1	1,0 mL
2	2,0 mL
3	3,0 mL
4	4,0 mL
5	5,0 mL

4. Agite os recipientes constantemente e, simultaneamente, adicione o mesmo volume (50 mL) de solução de hidróxido de cálcio (0,02 mol L^{-1}) em todos os recipientes.
5. Agite vigorosamente por 1 minuto (coagulação).
6. Agite lentamente por 5 minutos (floculação).
7. Deixe repousar por 5 minutos sem agitação (decantação).
8. Utilize papel de filtro para filtrar os sobrenadantes.
9. Determine a turbidez do líquido filtrado por meio de nefelômetro (comumente chamado de turbidímetro) ou por meio visual, incidindo-se luz polarizada (*laser*) através do recipiente a fim de verificar qual das alíquotas apresenta maior quantidade de partículas em suspensão.
10. Utilize o volume de solução coagulante correspondente ao recipiente que obteve menor turbidez na etapa anterior.

Um procedimento equivalente pode ser realizado variando-se a quantidade de hidróxido de cálcio adicionada. Nesse ensaio a quantidade de sulfato de alumínio adicionada deve ser igual em todos os recipientes.

Este tipo de atividade favorece o desenvolvimento do pensamento computacional, mais especificamente a ideia de algoritmo como uma sequência finita de procedimentos que permite alcançar certo objetivo.

Tema 6

1. A sensação de ouvido "tampado" ocorre devido a uma diferença de pressão entre as partes do ouvido. As partes média e externa devem ter a mesma pressão, no entanto, o corpo pode demorar para se adaptar à mudança de pressão do ambiente.

2. O volume do barril é:

$V = A \cdot h \Rightarrow V = 0{,}75 \cdot 2$

$\therefore V = 1{,}5\ m^3 = 1{,}5 \cdot 10^3$ litros

Usando a definição de densidade, podemos calcular a massa da gasolina:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow 0{,}720\ kg\ L^{-1} = \frac{m}{1{,}5 \cdot 10^3\ litros}$$

$\therefore m = 1.080$ kg

3. **a)** Dados uma área $A = 150\ cm^2 = 150 \cdot 10^{-4}\ m^2$ e um peso $P = m \cdot g = 80 \cdot 10 = 800$ N, temos:

$$p = \frac{F}{A} \Rightarrow p = \frac{800}{150 \cdot 10^{-4}} \therefore p = 5{,}3 \cdot 10^4\ N\ m^{-2}$$

MODERNA

b) Dados uma área $A = 600\ cm^2 = 600 \cdot 10^{-4}\ m^2$ e um peso $P = m \cdot g = 60 \cdot 10 = 600\ N$, temos:

$$p = \frac{F}{A} \Rightarrow p = \frac{600}{600 \cdot 10^{-4}} \therefore p = 1{,}0 \cdot 10^4\ N\ m^{-2}$$

4. Quanto maior a salinidade do líquido, maior sua densidade. Como o empuxo é diretamente proporcional à densidade do líquido, ele é maior para um objeto imerso na água salgada do que na água doce. Portanto, é mais fácil flutuar em águas com maior índice de salinidade, como o mar Morto.

5. Alternativa **d**. Dado que $\frac{1}{3}$ do volume dos legumes está emerso, temos $\frac{2}{3}$ que estão imersos, correspondendo a: 1,5 litro − 1 litro = 0,5 litro.

Assim, o volume total dos legumes é, utilizando a regra de três:

$$V_{legumes} = 0{,}5 \cdot \frac{3}{2} = 0{,}75\ L = 750\ cm^3$$

Como a densidade dos legumes é metade da densidade da água, $d_{legumes} = 0{,}5\ g\ cm^{-3}$, a massa dos legumes é de:

$m = d_{legumes} \cdot V_{legumes} = 750 \cdot 0{,}5$

$\therefore m = 375\ g = 0{,}375\ kg$

6. A diferença de pressão pode ocorrer devido à mudança de densidade do líquido. No entanto, essa diferença será muito sutil. Considerando a mesma densidade para o líquido, a pressão no mergulhador será igual em todos os casos.

7. Usando a definição de pressão, temos:

$$p = \frac{F}{A} \Rightarrow p = \frac{25}{10^{-4}} \therefore p = 2{,}5 \cdot 10^5\ N\ m^{-2}$$

8. Como nosso corpo está imerso no ar, ele recebe a ação do empuxo do ar. No entanto, essa força de empuxo tem um valor muito pequeno em relação ao nosso peso. Vale ressaltar que, para a pesagem de algumas amostras químicas, o empuxo do ar deve ser levado em conta na obtenção do peso correto.

9. A bexiga natatória funciona como uma boia que reduz a densidade total do corpo do peixe permitindo que ele submerja, emerja ou fique parado. O peixe regula o volume da bexiga natatória por meio do controle de ar dentro do órgão.

10. Alternativa **c**. Sabendo que o submarino repousa no fundo do platô, a pressão externa suportada pelas paredes do submarino é dada pela soma da pressão atmosférica e da coluna de água acima dele, assim:

$p_{ext} = p_{água} + p_{atm} \Rightarrow p_{ext} = d_{água} \cdot g \cdot h + p_{atm} \Rightarrow$

$\Rightarrow p_{ext} = 1{,}0 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 3.600 + 1{,}0 \cdot 10^5 \Rightarrow$

$\Rightarrow p_{ext} = 360 \cdot 10^5 + 1{,}0 \cdot 10^5$

$\therefore p_{ext} = 361 \cdot 10^5\ N\,m^{-2}$

Sabendo os valores das pressões interna e externa do submarino, temos:

$$\frac{p_{int}}{p_{ext}} = \frac{1{,}0 \cdot 10^5}{361 \cdot 10^5} \Rightarrow \frac{p_{int}}{p_{ext}} = \frac{1{,}0}{361} \Rightarrow p_{ext} = 361 \cdot p_{int}$$

11. Alternativa **b**. A partir da situação de equilíbrio, temos, antes de colocar o cubo maciço na água:

$T = P = 30\ N$

Após colocar o cubo maciço na água, obtemos, da situação de equilíbrio:

$E + T = P \Rightarrow E = P - T \Rightarrow E = 30 - 24 \therefore E = 6\ N$

Assim, dado o volume imerso de

$V_{imerso} = \frac{1}{2} \cdot \left(10 \cdot 10^{-2}\right)^3 = 5 \cdot 10^{-4}\ m^3$, temos:

$E = d_{lago} \cdot g \cdot V_{imerso} \Rightarrow 6 = d_{lago} \cdot 10 \cdot 5 \cdot 10^{-4}$

$\therefore d_{lago} = 1.200\ kg\ m^{-3} = 1{,}2\ g\,cm^{-3}$

Reflexões sobre a ciência

1. Os tipos de pesquisa são:

a) pesquisa exploratória;

b) pesquisa descritiva;

c) pesquisa explicativa.

A proposta desta questão é identificar as características dos tipos de pesquisa no exemplo, assim:

a) Ao relacionar as características desejáveis do carvão ativado, o estudante recorreu à bibliografia especializada ou aos próprios especialistas, o que caracteriza a natureza exploratória dessa etapa da pesquisa.

b) Ao levantar a origem da água consumida pela população, ao avaliar o conhecimento da população sobre os riscos do consumo da água não tratada para a saúde e ao identificar os métodos de tratamento da água utilizados pela população, o estudante caracteriza a população estudada, aspecto intrínseco das pesquisas descritivas.

c) A comparação dos parâmetros físico-químicos e microbiológico da água pré-tratamento e pós-tratamento com o carvão ativado de açaí, estabelece relações entre variáveis de modo experimental, o que denota a natureza da pesquisa explicativa.

2. É esperado que os estudantes sejam capazes de indicar que o embasamento teórico proporcionado pelas pesquisas exploratórias é fundamental para o sucesso tanto das pesquisas descritivas como das explicativas.

3. Espera-se que os estudantes, frente à situação-problema escolhida, elejam um dos tipos de pesquisa e esquematizem como procederiam na busca por resoluções e/ou novas compreensões. Embora a escolha seja livre e dependente da natureza da situação-problema, é importante estar atento à correspondência entre o tipo de pesquisa e a forma como será empregado. Caso optem por pesquisa exploratória, por exemplo, a descrição da maneira como a realizariam deve levar em conta o levantamento bibliográfico, e não a realização de experimentos.

Pensamento crítico

1. a) O vídeo foi feito para todos os brasileiros, em especial aos que têm acesso à internet. Como o vídeo finaliza com um apelo à autoridade nacional, ela também é um público-alvo de destaque na campanha.

b) Não há citação das fontes.

c) Em frases curtas e intercaladas, os atores e as atrizes trazem informações, cujas fontes de dados não são mencionadas, sobre os impactos da construção da usina. A narrativa ressalta "o valor da conta" que os brasileiros pagariam pela construção (segundo eles, R$30 bilhões) e os impactos da obra no ambiente e nas populações

ribeirinhas. O tom da linguagem também chama a atenção pelo apelo emocional e alarmista na interpretação dos fatos.

d) Os atores e as atrizes estão representando diferentes personalidades com estereótipos de brasileiros. Todavia, em geral, eles falam com aqueles que vivem nas grandes cidades, têm acesso à internet e um certo poder aquisitivo. É importante que percebam que o emissário da mensagem pode mudar a narrativa, pois, ao defender algo, as pessoas não são neutras ou isentas. É o que aconteceria, por exemplo, caso o vídeo fosse produzido por empreiteiros e representantes do poder executivo. O empreiteiro e o poder público, por exemplo, defendem a construção da hidrelétrica por questões financeiras e de infraestrutura. Em contrapartida, uma família da bacia do Xingu apresentaria argumentos desfavoráveis à construção da usina diante da possibilidade de inundação de terras e deslocamento de sua moradia.

e) Espera-se que os estudantes reconheçam que, embora as pessoas presentes no vídeo possuam rostos familiares para os brasileiros e se preocupem genuinamente com o tema, elas não são tidas como referências nos temas abordados. Por isso, a credibilidade pode ser questionada. Reconhecer a credibilidade ajuda a diferenciar informações e opiniões e permite uma tomada de decisão consciente. Essas personalidades não estão necessariamente transmitindo informações, mas opiniões. Isso é importante porque os argumentos apresentados têm um caráter majoritariamente pessoal, em tom mais íntimo, inquisitório e impositivo.

2. **a)** As fontes de evidências estão relacionadas na descrição do vídeo. Os universitários convidam o espectador a consultar as fontes, questioná-las se preciso e se engajar em um debate racional e honesto sobre o tema. Nas falas, citam a Empresa de Pesquisas Energéticas (EPE) e um ativista ambiental de renome internacional.

b) Os universitários não apenas citam as fontes nos comentários do vídeo, mas também procuram dar a magnitude dos números apresentados, realizando comparações com diferentes fontes de evidências. O espectador é convidado a fazer a própria pesquisa, o que é facilitado com a explicação clara das informações.

3. Não há preocupação com a credibilidade no primeiro vídeo. Ele traz dados, mas não as fontes, o que não permite ao espectador avaliar a qualidade das informações. Exemplo de citação do vídeo: "Eu pesquisei e vai custar R$30 bilhões". O dado foi usado para justificar o alto gasto com a construção da usina, mas não informa em que meio a pesquisa foi realizada.

Em contrapartida, os estudantes da UnB disponibilizaram na descrição do vídeo as fontes de informações usadas por eles. Além de vários dados estarem referenciados, agregando transparência às informações, os universitários reforçam constantemente a necessidade de o espectador checar os fatos. A preocupação com a credibilidade pode ser exemplificada com o trecho: "(1) Será que os índios foram ouvidos? (2) Sim, em todas as terras indígenas (vale ressaltar que não serão alagadas) foram realizadas consultas às comunidades. (3) Foram mais de 30 reuniões nas aldeias, documentadas em áudio e vídeo". O diálogo é usado para defender a necessidade de se informar. Além do título ("Verifique os fatos") e da relação das fontes, o convite também é reforçado ao final do vídeo, ao pedir ao espectador que se informe e questione.

4. **a)** No vídeo 1 é possível identificar as seguintes estratégias de persuasão (vieses): tom alarmista, dados sem fontes, pessoas famosas, enquadramentos estratégicos da câmera, apelo à vida pessoal, ênfase em falas de tom pessoal, um idoso falando em tom de lamúria/sabedoria no final do vídeo, sensualização, prevalência de argumentos emocionais em detrimento de informações racionais, argumento de autoridade ("Eu pesquisei e vai custar R$30 bilhões").

No vídeo 2, como forma de persuasão, temos: citação das fontes (majoritariamente na descrição do vídeo), questionamento dos dados, valorização da economia nacional ("O Brasil está crescendo"), comparação dos números apresentados para que o espectador tenha dimensão dos valores, convite à consulta de dados, apelo à razão.

b) A favor da construção da usina hidrelétrica de Belo Monte:

Vídeo 1 – *É a gota d'água+10*

Para apresentar o problema que justifica a construção, as pessoas do vídeo fizeram questionamentos para mostrar a importância da usina para a geração de energia elétrica. Exemplos:

"Olha só, se não fizer a hidrelétrica de Belo Monte no Pará, não vai ter energia." "Ficar sem luz, sem celular...". Espera-se que os estudantes percebam nas falas uma escolha particular de termos com o objetivo de atingir um determinado público-alvo. De todos os objetos que necessitam de energia elétrica para funcionar, citam dispositivos eletrônicos, que têm relação direta com o poder aquisitivo do público-alvo e com a necessidade que as pessoas têm atualmente de ficar conectadas.

"A Belo Monte vai ser a maior hidrelétrica do planeta!" Espera-se que os estudantes notem o uso da figura de linguagem hipérbole na fala destacada, o que dá a conotação de importância da obra.

Vídeo 2 – *Verifique os fatos – Belo Monte*

As falas estão focadas em contra-argumentar o vídeo 1. As informações abordam: consulta às comunidades indígenas, quantidade de energia produzida pela usina, custo estimado da construção, localização da usina, dinâmica de cheias da bacia do Xingu etc. Exemplos:

"[Do que adianta construir a maior hidrelétrica do mundo se ela só vai produzir um terço da sua capacidade?] Adianta, sim! Porque não é uma questão de desperdício, é uma questão de planejamento e dimensionamento." Nesse exemplo, espera-se que os estudantes percebam que a resposta dada pelo vídeo é um recurso que visa

explicar uma informação que parecia negativa à primeira vista.

"Segundo a Empresa de Pesquisas Energéticas, o consumo de energia no Brasil vai praticamente dobrar nos próximos dez anos". "Porque o país está crescendo. Muita gente saindo da pobreza." "Sem energia, o Brasil para." Espera-se que os estudantes notem a inserção de fonte de dado confiável e, de certa forma, isenta, para fundamentar seus argumentos, trazendo credibilidade à informação veiculada.

Contra a construção da usina hidrelétrica de Belo Monte:

Vídeo 1 – *É a gota d'água+10*

Trazem questionamentos que ressaltam o custo da obra, quem vai pagar por ela, os danos ambientais que ela vai causar e a mobilização das pessoas para impedir a construção da obra. Exemplos:

"Quem é que vai pagar?", "Você?", "O palhaço aqui, né?!" A escolha do termo "palhaço" é relevante e intencional, pois se trata de uma ofensa para qualquer receptor, embora pagar impostos seja um dever do cidadão e garante o funcionamento do Estado.

"Para onde vão ser levados os ribeirinhos e os índios? Quem se importa se os índios não vão ter onde morar?" Ao trazer um tom irônico, apela-se para a empatia do ouvinte, que se compadece com as perdas das populações indígenas e ribeirinhas. Portanto, espera-se que os estudantes identifiquem o apelo à empatia como uma forma de persuasão.

"Se a construção da hidrelétrica se mostrar um equívoco é um caminho sem volta." "Neste momento, em todo o mundo, milhares de pessoas estão indo para as ruas para protestar e mudar o seu destino." A extrapolação de uma preocupação local para o nível global dispara uma sensação de importância e de urgência, motivando a adoção de posturas proativas para auxiliar na causa.

Vídeo 2 – *Verifique os fatos – Belo Monte*

Não há a apresentação de argumentos contrários à construção, apenas a apresentação de argumentos para validar ou refutar os argumentos do vídeo *É a gota d'água +10*, além de convidar o espectador a avaliar os fatos apresentados e a refletir sobre eles.

c) Espera-se que os estudantes consigam listar exemplos de propagandas que façam uso dos diferentes vieses abordados anteriormente. Exemplos: propagandas de produtos de beleza, propagandas de produtos dietéticos, discursos políticos, textos de canais de fofoca, propagandas de eletrônicos etc.

5. a) Os vídeos e o texto trazem diferentes argumentos para ambos os lados. Espera-se que os estudantes escolham um deles, levando em consideração a discussão sobre credibilidade. Podem argumentar, por exemplo, que a construção da usina de Belo Monte seria "a gota d'água" porque ela representa danos à biodiversidade, como apontou a pesquisa coordenada pelo especialista Emilio Moran (descrita no texto). Outros podem argumentar que ela é apenas uma "tempestade em copo d'água", porque representa benefícios para o abastecimento energético de todo o país, como apontou outro especialista, o físico José Goldemberg (como consta no texto).

b) Espera-se que os estudantes incorporem conscientemente os recursos abordados na discussão sobre persuasão. Algumas sugestões de encaminhamento para a elaboração de roteiros de vídeos estão no Suplemento para o professor.

Comunicação

Existem algumas ferramentas de planejamento e execução de projetos, tais como o 5W2H, e estrutura analítica de projetos (EAP) para planejar o cronograma.

Auxilie na formação dos grupos, que podem ter de 4 a 8 integrantes, e, para que todos participem, organize com eles a divisão de tarefas. Recomendamos propor ao menos uma entrega intermediária para ajustar o andamento do projeto. Se possível, combine com os professores da área de Linguagens e suas Tecnologias para que o produto também sirva como forma de avaliação nos componentes curriculares de Arte e Língua Portuguesa. Esta atividade pode ser realizada inteiramente de forma digital utilizando programas e imagens com licença aberta, mas também pode ser feita com materiais como cartolina, tinta guache, lápis de cor etc. Uma vez que as peças publicitárias estejam prontas, elas podem ser expostas em um mural e fotografias delas disponibilizadas no *website* da escola.

UNIDADE 2
Produção e conservação de alimentos

Abertura

Na atividade de leitura de imagens com base na análise das fotografias de satélite do município de Luís Eduardo Magalhães é possível depreender que, entre 1984 e 2016, a vegetação nativa foi completamente substituída por áreas de cultivo intensivo. Os mapas e a legenda, por sua vez, evidenciam o aumento da área destinada à produção de soja, com destaque para a região do Matopiba, que desponta como recente fronteira agrícola no Brasil. Nessa perspectiva, as mudanças na paisagem representadas nas fotografias ilustram claramente os dados apresentados pelo mapa e pela legenda, além de evidenciar o desmatamento como impacto ambiental decorrente da produção agrícola. O desenvolvimento científico-tecnológico, ao aumentar a produtividade mantendo a área destinada ao cultivo, auxilia na mitigação dos impactos negativos da produção de alimentos. Espera-se que os estudantes tenham a percepção de que as melhorias possibilitadas pelos avanços tecnológicos podem ocorrer em diferentes esferas da

MODERNA

produção agrícola, que vão desde o geomonitoramento até o melhoramento genético de plantas.

Tema 1. Espera-se que os estudantes reconheçam a Amazônia, a Caatinga, o Cerrado, a Mata Atlântica, o Pampa e o Pantanal como os principais biomas brasileiros e mencionem que os impactos ambientais nesses ambientes estão, em grande parte, relacionados ao aumento da produção de alimentos, que interfere nos componentes físicos, biológicos ou sociais dos ecossistemas, podendo, dessa forma, provocar a extinção de espécies, alterar hábitos da população etc., ou seja, impactar na biodiversidade.

Tema 2. Espera-se que os estudantes mencionem a salga, o cozimento e o acondicionamento em temperatura baixa. É provável que alguns deles citem as conservas, em que se empregam azeite, vinagre, salmoura ou vinho, e as compotas, em que é adicionado açúcar. Em todos os casos, os métodos de conservação atuam de forma a retardar ou evitar o crescimento de microrganismos que produzem substâncias por meio de reações químicas que degradam os alimentos.

Tema 3. É provável que os estudantes façam associações negativas com o termo radiação, como algo prejudicial à saúde ou relacionado às guerras. Se isso acontecer, explique que, apesar dos altos riscos, se a radiação for usada de forma supervisionada e consciente, por meio de equipamentos especializados, ela tem várias aplicações benéficas. O uso da radiação se faz cada vez mais presente na medicina, em exames diagnósticos. Além disso, mencione que a radiação pode ser usada na conservação de alimentos, porque, além de inibir ou retardar alguns processos fisiológicos, no caso de alimentos de origem vegetal, e eliminar microrganismos e outros organismos que possam causar algum tipo de doença, ela é uma alternativa versátil e segura.

Tema 4. Espera-se que os estudantes citem algumas características das plantas, como as partes que as compõem, o ambiente em que vivem e a importância da água e da luz para o seu desenvolvimento. Ao relacionar esses conhecimentos com a melhoria e o aumento da produção de alimentos, eles podem mencionar que, conhecendo as plantas, é possível escolher o local adequado para o seu desenvolvimento em relação à luz, por exemplo, bem como suplementar o solo com os nutrientes específicos e desenvolver novas tecnologias, como o uso de hormônios sintéticos para acelerar o crescimento das plantas e o cultivo delas na ausência de solo (hidroponia), entre outras.

Tema 5. Espera-se que os estudantes citem fatores, como os reagentes não serem totalmente consumidos (pois a reação não se completa) e o produto se transformar espontaneamente no reagente (levando à regeneração deste), identificando assim um processo reversível. Fique atento para que os estudantes não confundam fenômenos químicos com fenômenos físicos, para que reconheçam as transformações químicas como rearranjos de átomos e para que não expressem concepções alternativas (por exemplo, entender a matéria como estática e contínua).

Tema 6. Espera-se que os estudantes citem que os satélites podem obter imagens de alta qualidade de fora do planeta Terra comprovando a sua esfericidade. Além disso, as antenas que se comunicam com os satélites possuem diferentes graus de inclinação dependendo de sua latitude e longitude, fato que se deve à curvatura do planeta Terra.

Tema 1

1. Alternativa **b**. Apesar de todos os biomas sofrerem com o desmatamento, os mais prejudicados são a Amazônia, em razão do desmatamento para a agropecuária, a extração de madeira e o garimpo, e a Mata Atlântica, pela concentração de pessoas que vivem nela e pelo desmatamento para a extração de madeira e a agropecuária, invalidando as demais alternativas.

2. Alternativa **b**. As florestas estacionais semideciduais são encontradas, em geral, no bioma Mata Atlântica. As espécies arbóreas das florestas estacionais semideciduais perdem as folhas na estação seca, e na época chuvosa essas florestas têm aspecto similar ao das florestas ombrófilas. As árvores de grande porte, em geral, são características do bioma Amazônia, invalidando a alternativa **a**. No Cerrado, as árvores são esparsas, com caules retorcidos e cortiça espessa, portanto, a alternativa **c** está incorreta. A alternativa **d** apresenta características do bioma Caatinga, portanto incorreta. A presença de apenas um estrato arbóreo com predominância de pinheiros é característica da Mata de Araucárias, o que invalida a alternativa **e**.

3. Alternativa **a**. A Amazônia e a Mata Atlântica apresentam a maior diversidade de seres vivos dos biomas brasileiros. Muitas espécies são endêmicas desses biomas, o que invalida as demais alternativas.

4. Alternativa **b**. O bioma que apresenta a maior taxa de desmatamento é a Amazônia. Esse desmatamento está associado à agropecuária e à extração de madeira. O bioma que apresenta a maior redução do desmatamento é a Mata Atlântica, devido ao monitoramento da Fundação SOS Mata Atlântica e do Inpe, invalidando as demais alternativas.

5. **a)** A desertificação ocorre na região Nordeste do Brasil, na Caatinga. A arenização ocorre na região Sul do Brasil, no Pampa.

b) A desertificação se relaciona com a exposição do solo em um clima muito seco e quente. A arenização depende da ação da água da chuva e do vento.

6. **a)** A expansão da agropecuária é mais preocupante na Amazônia, porém em outros biomas, como na Mata Atlântica, no Cerrado e no Pantanal, também ocorrem grandes desmatamentos para fins da agropecuária.

b) Os sistemas agroflorestais são métodos sustentáveis para a produção de alimentos, principalmente em regiões como a Amazônia. Alimentos que podem ser produzidos nas agroflorestas são: açaí, banana, cacau, cupuaçu, maracujá, melão e mamão, entre outros.

EM MORENA

7. a) Caatinga. Essa formação vegetal ocorre na região Nordeste do Brasil.
   b) Perda de folhas na época de seca e redução das folhas em espinhos.
8. a) Caatinga, Cerrado e Amazônia.
   b) A Amazônia possui o solo mais rico em matéria orgânica em razão da decomposição sobre o solo.
   c) O Cerrado sofre maior impacto da produção de alimentos, visto que a área de desmatamento proporcionalmente é maior no Cerrado, enquanto na Amazônia, o desmatamento ocorre em áreas mais marginais.
9. Alternativa **e.** O principal problema encontrado no Cerrado é a expansão da fronteira agrícola, pois nesta região há a produção de soja e os avanços da pecuária. Sendo assim, as demais alternativas estão incorretas.
10. Alternativa **a**. Embora o solo da Amazônia e do Cerrado sejam muito semelhantes, na Amazônia a matéria orgânica sobre o solo fornece os nutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas. No Cerrado não há tanta matéria orgânica sobre o solo, e outros fatores, como o clima e o fogo, influenciam na aparência das plantas. Apesar de o solo ser pobre e ácido, as plantas do bioma Amazônia necessitam de nutrientes para o seu desenvolvimento, invalidando a alternativa **b**. As árvores amazônicas não substituem os nutrientes do solo por nutrientes retirados dos grandes rios e por meio da intensa taxa de fotossíntese, além disso, o cerrado, apesar de ter clima seco, possui estações chuvosas bem marcadas, e a vegetação predominante não são as gramíneas e sim árvores baixas e esparsas, o que invalida as alternativas **c** e **d**. Os aspectos da vegetação do Cerrado e da Amazônia estão relacionados às características do solo e do clima desses biomas, invalidando a alternativa **e**.
11. Alternativa **c.** A utilização de queimadas para o desmatamento de florestas nativas oferece riscos à biodiversidade e causa sérios impactos na atmosfera. A alternativa **a** está incorreta, porque não há uma manutenção da fertilidade, que com as queimadas é apenas temporária. A suposta necessidade econômica e social não é justificativa para a destruição da biodiversidade, invalidando a alternativa **b**. A exploração da madeira somente pode ser feita de forma sustentável, o que não ocorre nas queimadas, portanto, a alternativa **d** não apresenta uma destinação adequada para os resíduos sólidos. A alternativa **e** está incorreta, pois as queimadas não são uma prática tradicional da maioria dos povos nativos da floresta.

Tema 2

Prática investigativa

Prepare-se!

1. Espera-se que os estudantes levantem como hipótese diminuir o contato do alimento com o gás oxigênio, por um processo de embalagem a vácuo, que diminui a concentração do gás. Eventualmente algum estudante pode sugerir a redução da interface entre o alimento e o gás oxigênio por ajustes no formato das embalagens. Outra hipótese possivelmente mencionada seria abaixar a temperatura, armazenando o alimento em geladeira. Dependendo do nível de conhecimento dos estudantes sobre as enzimas, eles podem indicar como hipótese a desativação da enzima por desnaturação causada por aquecimento ou mudança no pH do meio.
2. Espera-se que os estudantes reconheçam que serão estudados a ação enzimática (nesse momento da discussão pode ser interessante introduzir o termo "catalisador biológico") e o efeito da concentração do reagente. O efeito do catalisador será avaliado em dois momentos. Em ambos, o aquecimento inativará as enzimas que catalisam tanto a reação que leva ao escurecimento da batata (**Procedimento 1**), quanto a reação de decomposição do peróxido de hidrogênio (**Procedimento 2**). O efeito da concentração dos reagentes será avaliado no **Procedimento 1**, quando as batatas são submersas em água, onde a concentração de gás oxigênio é menor do que a concentração desse gás na atmosfera. Caso os estudantes indiquem outros fatores, deixe que eles reavaliem as respostas ao final da prática.

Discuta com seus colegas

1. Um indício visível de transformação química é a alteração de cor: a batata escurece. Como a composição de algumas espécies químicas presentes em cada porção do alimento está se alterando de alguma forma, a transformação observada pode ser relacionada à deterioração da batata: há mudança perceptível em propriedades organolépticas.
2. A exposição ao ar atmosférico faz com que o catalisador biológico (a enzima polifenoloxidase) promova uma reação que produz uma substância que escurece o alimento. No primeiro procedimento, nota-se que a porção de batata cozida e a porção de batata submersa em água a temperatura ambiente não apresentam escurecimento, diferentemente da porção crua exposta ao ar. No caso da batata cozida, o aquecimento provoca a perda da estrutura e função da enzima (desnaturação) e a reação de escurecimento catalisada por essa enzima não ocorre. No caso da batata imersa em água, a concentração de gás oxigênio disponível para a reação é menor se comparada à batata crua exposta ao ar, fazendo com que a rapidez da reação seja menor naquela porção. No segundo procedimento, observa-se a reação de decomposição da água oxigenada. O béquer com apenas água oxigenada é utilizado como branco, ou seja, recipiente em que nenhuma alteração deve ser observada. No béquer com pedaços de batata crua em temperatura ambiente, a reação é catalisada por enzimas do tecido vegetal, o que é evidenciado pela grande quantidade de bolhas de gás oxigênio desprendidas da solução. No copo com pedaços de batata cozida, a reação é mais lenta, uma vez que as enzimas foram desnaturadas pelo aquecimento.
3. Essa prática é utilizada para evitar o escurecimento do alimento antes do preparo. Isso ocorre

porque a concentração de gás oxigênio na água é menor, se comparada à concentração do ar atmosférico, fazendo com que a reação de escurecimento ocorra lentamente. Se os estudantes já tiverem estudado a lei dos gases ideais, proponha a eles que calculem a concentração de gás oxigênio na atmosfera (cerca de $8{,}7 \cdot 10^{-3}$ mol L^{-1}, a 20 °C) e comparem com a concentração desse gás dissolvido em água – obtido com auxílio do conteúdo estudado no Tema 5 da Unidade anterior –, aproximadamente $2{,}6 \cdot 10^{-4}$ mol L^{-1}. Essa atividade evidencia que a concentração de O_2 na atmosfera é maior que a dissolvida em água nas condições do experimento.

4. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes desenvolvam habilidades de classificação. Essa atividade auxilia no desenvolvimento de pensamento computacional ao trabalhar a diferença entre registros (coleta de informações de um objeto) e listas (sequência de dados), que são dois dos mais importantes tipos de abstrações envolvendo dados. Espera-se também que os estudantes reflitam sobre como os processos utilizados na preparação e armazenamento de cada alimento afetam a vida útil (ou seja, a rapidez das transformações envolvidas). Diversos processos, como defumação, salga, cozimento, condimentação, conservação em salmoura e refrigeração, podem ser citados, os quais apresentam diferentes graus de eficiência se forem aplicados isolados ou em combinação.

1. Porque o aquecimento e a baixa temperatura, proporcionada pelo armazenamento no congelador, causam a desnaturação das enzimas, diminuindo a rapidez das reações envolvidas na conversão do amido em glicose.

2. I – reação rápida; II – reação intermediária; III – reação lenta. Os estudantes devem perceber que essa classificação é relativa, ou seja, ela depende da comparação entre os processos ou de uma referência.

3. As ilustrações sugerem que, apenas no primeiro caso, a energia cinética é suficiente e a orientação das partículas é adequada para que a colisão seja efetiva e a reação ocorra. Na segunda colisão representada, a velocidade – e, consequentemente, a energia cinética – não é suficiente para que as colisões sejam efetivas, ainda que apresente orientação adequada. A terceita colisão não apresenta orientação adequada.

4. O comprimido apresenta uma superfície de contato menor que o medicamento em pó dissolvido em água. Como a rapidez da reação química acompanha o aumento da área de contato, para que a absorção pelo organismo seja mais rápida, deve-se administrar o medicamento dissolvido em água. É importante citar que outros fatores podem influenciar na ação do medicamento. A ideia é que os estudantes levantem hipóteses e embasem seus argumentos na teoria cinética.

5. De acordo com a teoria das colisões, nem todas as colisões entre as moléculas de reagentes são efetivas. Ou seja, ainda que aconteça um elevado número de colisões entre O_3 e NO, muitas delas não têm geometria favorável ou energia suficiente para a formação de produtos; por isso, a reação não ocorre tão rapidamente.

6. **a)** Nesse caso, a reação é de primeira ordem em relação a A e $x = 1$.

b) Podemos escrever a seguinte relação entre f_c e f_v: $2^x = 8 \Rightarrow 2^x = 2^3 \Rightarrow x = 3$. Assim, a reação é de terceira ordem em relação a A.

c) Como a rapidez da reação não é afetada pela concentração de A, podemos concluir que a reação é de ordem zero em relação a A e, portanto, $x = 0$.

7. **a)** $v_{0-3s}(HCl) = \left(\frac{1\text{ mol} - 0\text{ mol}}{3\text{ s} - 0\text{ s}}\right) = 0{,}3\text{ mol s}^{-1}$

b) Utilizando o valor de 1/3 mol L^{-1} para a rapidez da reação (sem arredondamento):

1 s —— 1/3 mol

15 s —— x

$x = 5$ mol de HCl

c) O gráfico indica a obtenção de 2,5 mol de HCl após 15 segundos. Essa diferença se deve ao fato de a taxa de formação de HCl não se manter constante, mas, sim, diminuir gradativamente ao longo da reação.

8. **a)** Como a lei cinética para essa reação não depende da concentração de A, alterações dessa concentração não implicam variação da rapidez da reação.

b) Pela lei cinética, é possível concluir que a rapidez da reação é proporcional ao quadrado da concentração de B. Logo, se a concentração de B duplica, a rapidez da reação quadruplica.

c) A reação é de segunda ordem em relação a B, como pode ser observado na expressão da lei cinética, e de ordem zero em relação a A, uma vez que essa espécie química não está presente na expressão da lei cinética. A reação é, portanto, de segunda ordem.

d) O mecanismo 2, já que a etapa lenta envolve a espécie B. O coeficiente dessa reação elementar é igual à ordem de reação de B na lei cinética apresentada.

9. **a)** I – baixa; II – intermediária; III – elevada. Em temperaturas baixas, a velocidade média das moléculas é menor, e a maior parte delas se concentra em uma faixa menor de velocidade. À medida que a temperatura aumenta, a velocidade das moléculas também aumenta e sua distribuição se torna mais homogênea.

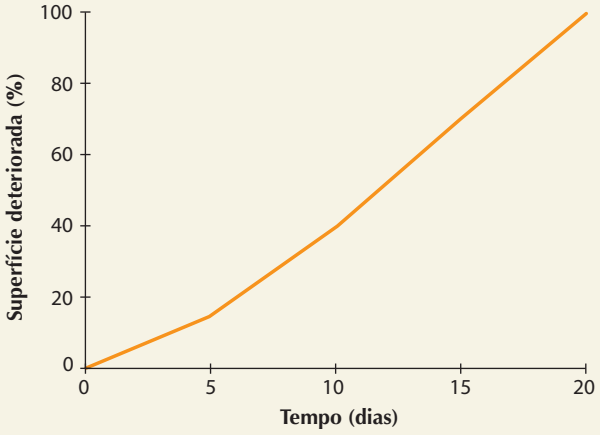
b) O gráfico indica que a diminuição da massa molecular está associada ao aumento da velocidade média. Para que a energia cinética permaneça constante, a diminuição da massa deve acompanhar um aumento proporcional da velocidade média, de acordo com a igualdade a seguir.

$$E_c = \frac{M \downarrow v_2 \uparrow}{2}$$

c) De acordo com a ordem decrescente de massa molecular, podemos associar os gases oxigênio ($M = 32$ u) à curva vermelha, nitrogênio ($M = 28$ u) à curva azul e hidrogênio ($M = 2$ u) à curva verde.

EM ABERTA

10. a)



b) A curva do gráfico mostra que a taxa de proliferação de fungos é menor no início da observação, o que é indicado pelo menor ângulo de inclinação da reta (ou coeficiente angular), e vai gradativamente aumentando ao longo do tempo. O cálculo da taxa média em cada intervalo também permite chegar à mesma conclusão:

$$v_{0-1\ dia} = \frac{\Delta\ \%fungos}{\Delta t} = \frac{2\% - 0\%}{1\ dia - 0\ dia} = 2\%/dia$$

$$v_{0-5\ dias} = \frac{\Delta\ \%fungos}{\Delta t} = \frac{15\% - 0\%}{5\ dias - 0\ dia} = 3\%/dia$$

$$v_{0-10\ dias} = \frac{\Delta\ \%fungos}{\Delta t} = \frac{40\% - 0\%}{10\ dias - 0\ dia} = 4\%/dia$$

$$v_{0-20\ dias} = \frac{\Delta\ \%fungos}{\Delta t} = \frac{100\% - 0\%}{20\ dias - 0\ dia} = 5\%/dia$$

c) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes percebam que as reações químicas associadas à deterioração por crescimento microbiano se processam de forma gradativa (embora em diferentes taxas) e, portanto, a hipótese de uma deterioração repentina após a data de validade não é plausível.

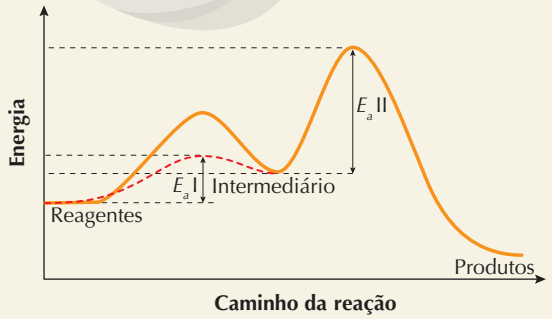
11. a) Exotérmica, já que a energia dos produtos é menor que a dos reagentes, o que indica liberação de energia no processo.

b) A etapa II, por causa de sua maior energia de ativação.

c) Etapa I: R ⟶ I
Etapa II: I ⟶ P
Equação global: R ⟶ P

d) É mais provável que os reagentes sejam regenerados, pois a energia de ativação da reação I ⟶ R é menor que a da reação I ⟶ P.

e)



ILUSTRAÇÕES: LUIZ RUBIO

f) Não, pois o catalisador não altera a energia de ativação da etapa II, que, por ser maior, continua a determinar a rapidez da reação.

12. A ausência da casca e a maior superfície de contato da abóbora em pedaços devem aumentar a rapidez das reações responsáveis pela deterioração do alimento em comparação com a abóbora inteira e com casca, reduzindo o prazo de validade, ao comparar as duas amostras sob as mesmas condições.

Tema 3

1. Os núcleons que compõem o núcleo atômico são os prótons e os nêutrons. O valor da massa total não é igual ao obtido experimentalmente pois parte da massa é convertida em energia de ligação.

2. A equação de decaimento é dada por:
$^{226}_{88}Ra \longrightarrow {}^{y}_{x}X + {}^{4}_{2}\alpha$
Portanto:
$\begin{cases} 226 = y + 4 \\ 88 = x + 2 \end{cases} \therefore \begin{cases} y = 222 \\ x = 86 \end{cases}$
Portanto, o elemento X é o radônio, $^{222}_{86}Rn$.

3. a) Temos $A = 4$, $Z = 2$ e $N = 4 - 2 = 2$, então:
$M_T = Z \cdot m_p + N \cdot m_n \Rightarrow$
$\Rightarrow M_T = 2 \cdot 1{,}007276\ u + 2 \cdot 1{,}008665\ u$
$\therefore M_T = 4{,}031882\ u$

b) Temos $A = 14$, $Z = 6$ e $N = 14 - 6 = 8$, então:
$M_T = Z \cdot m_p + N \cdot m_n \Rightarrow$
$\Rightarrow M_T = 6 \cdot 1{,}007276\ u + 8 \cdot 1{,}008665\ u$
$\therefore M_T = 14{,}112976\ u$

c) Temos $A = 238$, $Z = 92$ e $N = 238 - 92 = 146$, então:
$M_T = Z \cdot m_p + N \cdot m_n \Rightarrow$
$\Rightarrow M_T = 92 \cdot 1{,}007276\ u + 146 \cdot 1{,}008665\ u$
$\therefore M_T = 239{,}934482\ u$

4. Alternativa **c**.

I. Incorreta. Alguns núcleos de baixa massa, como o hidrogênio, não apresentam instabilidades capazes de emitir algum tipo de radiação. Portanto, nem todos os elementos são radioativos.

II. Incorreta. Ao passar por duas meias-vidas a amostra reduz-se à metade na primeira e à metade novamente na segunda; sendo assim, reduz-se a um quarto do valor inicial, ou 25%.

III. Correta. O decaimento gama é a emissão de um fóton devido a uma transição eletrônica.

5. Após 1 ano teremos $\frac{1}{2^1} = 0{,}5 = 50\%$ do material do isótopo radioativo. Após 2 anos teremos $\frac{1}{2^2} = 0{,}25 = 25\%$ da amostra radioativa. Por fim, após 4 anos teremos $\frac{1}{2^4} = 0{,}0625 = 6{,}25\%$.

6. Alternativa **c**. Pelo gráfico, quanto maior a inclinação da curva, menor a meia-vida. Logo, em ordem crescente devemos ter Y, X e Z.

7. No caminho representado por (A), o ^{218}Po decai para o astato-218 (^{218}At) e emite uma partícula β; em se-

MODERNA

guida, o ^{218}At decai para o bismuto-214 (^{214}Bi) e emite uma partícula α. No caminho representado por (B), o ^{218}Po decai para o chumbo-214 (^{214}Pb) e emite uma partícula α; em seguida, o ^{214}Pb decai para o ^{214}Bi e emite uma partícula β.

Em ambos os casos, a alteração no número atômico e no número de massa é mantida, pois são emitidas as mesmas partículas e a ordem em que essas emissões ocorrem não altera o produto final.

8. Alternativa **a**.

I. Correta. Os isótopos ^{16}O e ^{18}O do oxigênio diferenciam-se por dois nêutrons, já que o número de prótons que caracteriza o elemento não se altera.

II. Incorreta. O tempo de 72.000 anos corresponde a 3 meias-vidas de 24.000 anos. Portanto, a massa da substância após 72.000 anos será de $\frac{600\ g}{2^3} = 75\ g$.

III. Incorreta. No decaimento β, a massa atômica não se altera, pois não há emissão de prótons ou nêutrons.

IV. Incorreta. O número de elétrons emitidos no efeito fotoelétrico não depende da frequência da onda incidente.

9. Alternativa **d**. As transformações que levam urânio-238 ao produto final chumbo-206 podem ser representadas pela reação:

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb + n\,{}^{4}_{2}He + m\beta^-$$

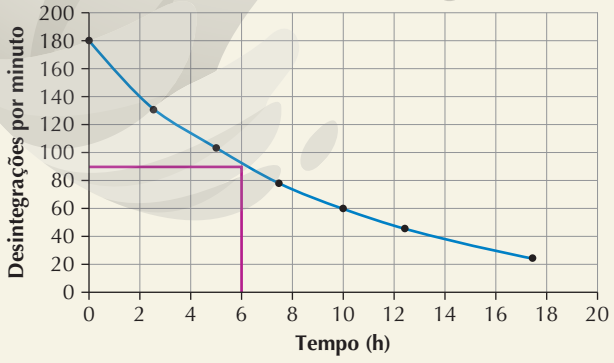
Os valores n e m são, respectivamente, o número de partículas α e de partículas β^- produzidas. Sabe-se que a carga elétrica e a massa se conservam. As partículas α têm 4 unidades atômicas de massa e 2 unidades positivas de carga. As partículas β^- (elétrons) têm massa desprezível, se comparada à unidade atômica de massa, e uma unidade negativa de carga. Então, considerando a conservação de massa, temos:

$238 = 206 + 4n \therefore n = 8$

Já considerando a conservação de carga, temos:

$92 = 82 + 2n - m \Rightarrow 92 = 82 + 2 \cdot 8 - m \therefore m = 6$

10. a)



ILUSTRAÇÕES: LUIZ RUBIO

b) A meia-vida do tecnécio-99 é encontrada quando a quantidade de desintegrações por minuto do elemento químico se reduz pela metade. Traçando uma linha reta horizontal de 90 desintegrações por minuto (metade das desintegrações por minuto da amostra inicial) até a curva e, a partir dessa curva, uma linha reta vertical até o eixo do tempo, é possível determinar a meia-vida do tecnécio-99, que é de aproximadamente 6 horas. É aceitável que os estudantes cheguem a valores próximos a esse.

Tema 4

1. **a)** O espessamento é causado pelo acúmulo de seiva elaborada.

b) A árvore morre por causa da falta de alimento para as raízes.

c) As folhas e os frutos desse ramo tenderão a se desenvolver mais do que os do ramo normal porque a seiva elaborada não se distribui pelo vegetal ficando mais concentrada nestas estruturas.

d) Porque a perda das folhas indica paralisação na produção da seiva elaborada.

2. Alternativa **b**. O mecanismo que explica o movimento de açúcares pelo floema da planta desde a folha até as demais partes da planta é a diferença de pressão osmótica entre o local de síntese (maior) e o de consumo na planta (menor), invalidando a alternativa **c**. A alternativa **a** é incorreta porque a evaporação não participa do mecanismo de movimento de açúcares pelo floema. A alternativa **d** é incorreta porque a adesão e a coesão está relacionada à perda de água por transpiração, que gera uma tensão. A alternativa **e** está incorreta porque a tensão faz com que a concentração osmótica das folhas aumente, promovendo a saída da água por osmose do xilema para as folhas.

3. Alternativa **a**. A poda elimina a dominância apical, permitindo o desenvolvimento das gemas laterais. A alternativa **b** é incorreta porque o etileno não induz a formação de novas gemas. A alternativa **c** é incorreta porque as giberelinas atuam na produção dos frutos e não na quebra de dormência das gemas laterais. A alternativa **d** é incorreta porque o metabolismo ácido das crassuláceas é uma adaptação ao clima seco e quente e não se relaciona ao processo de produção de novos ramos laterais. A alternativa **e** é incorreta porque os ramos laterais se desenvolvem pela ativação das gemas laterais, e não das gemas apicais.

4. **a)** Ciclo do nitrogênio.

b) A presença de bactérias como agentes de fixação e disponibilização do elemento na atmosfera e para as plantas.

c) Proteínas e ácidos nucleicos (DNA e RNA).

5. O fenômeno envolvido é o controle estomático da perda de água. Como a planta não estava em estresse hídrico, seus estômatos estavam abertos e a transpiração estava alta. Uma vez retiradas as folhas da planta, o suprimento de água pelo xilema deixou de ocorrer e as folhas entraram em estresse hídrico, estimulando o fechamento dos estômatos, o que reduziu a intensidade da transpiração.

6. Alternativa **b**. As plantas que foram mantidas nos copos com algodão, não crescerão até produzir frutos, pois além da glicose produzida pela fotossíntese,

existem diversas outras moléculas essenciais para o desenvolvimento adequado das plantas. Essas moléculas, os micronutrientes, não são fabricadas pela planta, sendo retiradas do solo. Sendo assim, as demais alternativas estão incorretas.

7. **a)** Para permitir a identificação do percurso da água ao longo das folhas.

b) Os pontos vermelhos são feixes de vasos do xilema cortados transversalmente. No outro ramo, a falta do corante não permite evidenciar a entrada da água pelo xilema.

c) Há dois mecanismos possíveis nesse caso: a capilaridade e a sucção promovida pela transpiração nas lâminas foliares. Ambos possibilitaram a entrada da água do copo nos vasos xilemáticos.

8. Na planta que fica girando, a gravidade não promove qualquer heterogeneidade na concentração das auxinas e, portanto, não há curvatura nem do caule nem da raiz. Na planta imóvel, a auxina se concentra na parte inferior tanto do caule quanto da raiz. Dessa forma, no caule a elongação se intensifica na parte inferior e a curvatura se dá para cima; na raiz essa mesma disposição das auxinas inibe a elongação, que fica maior na parte superior produzindo curvatura para baixo.

9. **a)** Esse elemento do experimento é o controle, necessário para estabelecer o comportamento do coleóptilo sem nenhuma manipulação.

b) Com o coleóptilo intacto (A) observa-se o fototropismo normal. Como em B, sem ele, não ocorre o fototropismo, isso indica que o estímulo para a curvatura vem do ápice do coleóptilo. Mas fica a pergunta: será que se trata do papel protetor mecânico do coleóptilo ou de alguma substância química como o hormônio AIA? Protegendo o ápice com lanolina (C) não há curvatura, mostrando que o estímulo não seria a simples presença do ápice. A montagem D mostra que a presença mecânica do ápice não é relevante, e sim a presença do AIA – por isso em D ocorre curvatura.

10. **I.** Via A: a água passa de célula a célula, atravessando a membrana celular; via B: a água passa pelos espaços intercelulares sem atravessar a membrana plasmática das células, até chegar à endoderme.

II. Antes de atingir o xilema, a água absorvida pela via B passa obrigatoriamente pelas células da endoderme.

III. A distância que vai de 40 mm a 80 mm do ápice da raiz corresponde à zona pilífera, onde estão os pelos absorventes, por isso a taxa de absorção é maior nessa região.

Tema 5

1. Alternativa **b**. As quatro afirmativas devem ser avaliadas contrapondo a definição de equilíbrio químico estudada no Tema com a ideia de equilíbrio expressa pela charge – fundamentada na proporção 50% : 50%. Analisando as alternativas, tem-se:

a) Incorreta. A composição no equilíbrio depende das concentrações iniciais e dos coeficientes estequiométricos de reagentes e produtos.

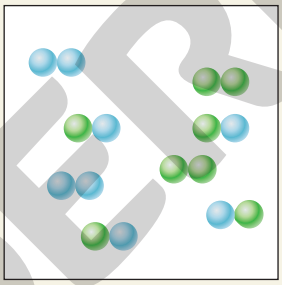
b) Correta. O equilíbrio químico caracteriza-se macroscopicamente pela não alteração nas concentrações (ou pressões parciais) das substâncias componentes do sistema reacional.

c) Incorreta. A composição no equilíbrio depende das concentrações iniciais e dos coeficientes estequiométricos de reagentes e produtos.

d) Incorreta. É possível que a reação direta não seja favorecida nas condições do equilíbrio e, nesse caso, a concentração de reagentes será maior que a de produtos.

2. **a)** A ilustração **B**, pois representa a coexistência de três substâncias diferentes.

b) A ilustração deve mostrar a coexistência de três substâncias, com uma proporção maior de produto em relação à ilustração **B**, como no exemplo a seguir.

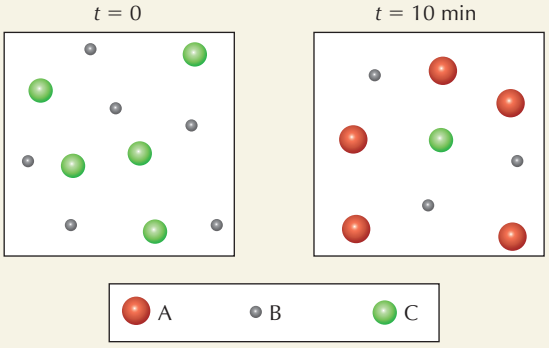


ILUSTRAÇÕES: ERICSSON GUILHERME LUCIANO

3. **a)** As concentrações de A, B e C variaram respectivamente 0,5 mol L^{-1}, 0,3 mol L^{-1} e 0,4 mol L^{-1}. Sabendo que essas variações são proporcionais aos coeficientes estequiométricos, basta transformá-las em números inteiros para obter a equação química balanceada:

$3\ B + 4\ C \rightleftharpoons 5\ A$

b) Espera-se que os estudantes produzam ilustrações em que a proporção entre as concentrações nos dois casos possa ser visualizada. Um esquema possível é representado a seguir.



c) A reação apresenta bom rendimento, pois o gráfico demonstra que no equilíbrio a concentração de A (produto) é maior que as concentrações de B e C (reagentes).

MODERNA

4. **a)** O primeiro passo é obter o valor médio da concentração na situação de equilíbrio:

$$[N_2O_5] = \frac{0{,}130 + 0{,}131 + 0{,}129 + 0{,}130}{4} = 0{,}130$$

Para obter essa medida utilizando uma planilha de cálculo eletrônica, digite os dados (cada um em uma célula sequencialmente), clique em uma célula vazia, localize o menu de funções – algumas vezes simbolizado pela letra grega Σ –, procure e acione a função MÉDIA, indique as células (letra e número) que contêm os valores cuja média deve ser calculada e aperte ENTER.

A proporção entre reagentes e produtos obtida dos coeficientes estequiométricos é 2 : 4 : 1. Assim, pela variação das concentrações de N_2O_5 no início da reação e no equilíbrio, é possível calcular a quantidade de NO_2 e de O_2 formada.

Reação	$2\,N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4\,NO_2(g) + O_2(g)$		
Inicial (mol L^{-1})	1,000	0	0
Variação (mol L^{-1})	$1{,}000 - 0{,}130 = 0{,}870$	$\left(\frac{4 \cdot 0{,}870}{2}\right)$	$\left(\frac{1 \cdot 0{,}870}{2}\right)$
Equilíbrio (mol L^{-1})	0,130	1,740	0,435

$$K_c = \frac{[NO_2]^4[O_2]}{[N_2O_5]^2} \Rightarrow K_c = \frac{(1{,}740)^4 \cdot (0{,}435)}{(0{,}130)^2}$$

$\therefore K_c \approx 236$

b) O primeiro passo é escrever a expressão da constante de equilíbrio da reação inversa comparando-a, em seguida, com a expressão do K_c. Nesse momento, espera-se que os estudantes percebam que o valor da constante de equilíbrio da reação inversa é o recíproco da constante de equilíbrio da reação direta.

$$K_{c'} = \frac{[N_2O_5]^2}{[NO_2]^4[O_2]} \Rightarrow K_{c'} = \frac{1}{K_c} \Rightarrow K_{c'} = \frac{1}{236}$$

$\therefore K_{c'} \approx 4 \cdot 10^{-3}$

5. Trata-se de um equilíbrio em que todas as substâncias estão na fase gasosa. Como, na expressão da constante de equilíbrio, os expoentes nos reagentes e produtos são os mesmos, ou seja, a soma dos coeficientes estequiométricos dos reagentes e dos produtos é igual, o aumento da pressão total não causa perturbações no sistema que possam favorecer a reação direta ou a reação inversa.

6. 02 + 08 = 10

01) Incorreta. A reação é exotérmica ($\Delta H < 0$) no sentido direto, pois a formação do produto (indicada pela cor rosa) é favorecida com o abaixamento da temperatura do sistema reacional.

02) Correta. A constante de equilíbrio aumenta quando a temperatura diminui pois, a reação é exotérmica.

04) Incorreta. A adição de reagentes, embora altere a composição do sistema reacional, não altera o valor da constante de equilíbrio, que é uma função da temperatura.

08) Correta. A adição NaCl aumenta a concentração de íons Cl^- na solução. Para compensar essa alteração, a reação que promove a diminuição da concentração de íons cloreto, que nesse caso é a reação inversa, é favorecida.

16) Incorreta. A adição de um catalisador não altera o equilíbrio químico, pois aumenta a rapidez tanto da reação direta quanto da inversa.

7. **a)** Quanto maior a constante de equilíbrio, mais favorecida é a formação de produtos, e consequentemente maior será a eficiência com que se removerá o íon, nesse caso, o Fe^{3+}.

b) $CaEDTA^{2-} + Fe^{3+} \rightleftharpoons FeEDTA^- + Ca^{2+}$

8. A elevação da temperatura levou ao aumento da concentração de A, ou seja, a elevação da temperatura favoreceu a reação inversa. Assim, a reação química de conversão de A em B é um processo exotérmico. As reações exotérmicas são favorecidas quando calor é retirado do sistema.

$2\,A \rightleftharpoons B \qquad \Delta H < 0$

Tema 6

1. De acordo com a segunda lei de Kepler, sabemos que os planetas percorrem áreas iguais em tempos iguais, portanto, como a área *B* é igual à área *A*, temos $\Delta t_B = 10$ dias.

2. Sendo o período de translação da Terra de um ano, de acordo com a terceira lei de Kepler, temos:

$$\frac{T_{Terra}^2}{R_{Terra}^3} = \frac{T_{planeta}^2}{R_{planeta}^3} \Rightarrow \frac{1^2}{R_{Terra}^3} = \frac{T_{planeta}^2}{\left(\frac{R_{Terra}}{10}\right)^3}$$

$\therefore T_{planeta} = \sqrt{10^{-3}} \simeq 0{,}03$ ano

3. Dado $d = 50$ cm $= 50 \cdot 10^{-2}$ m, a atração gravitacional entre as duas pessoas de 70 kg é:

$$F = G\frac{M^2}{d^2} = F = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{70^2}{(50 \cdot 10^{-2})^2}$$

$\therefore F \simeq 1{,}3 \cdot 10^{-6}$ N

4. No momento de maior proximidade entre os planetas, a distância entre eles é igual a $6 \cdot 10^{11}$ m. Assim, o módulo da força gravitacional entre eles é dado por:

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2} \Rightarrow F = 6{,}7 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{2{,}0 \cdot 10^{27} \cdot 6{,}0 \cdot 10^{24}}{(6 \cdot 10^{11})^2}$$

$\therefore F = 2{,}2 \cdot 10^{18}$ N

5. Alternativa **d**. Kepler desenvolveu um modelo heliocêntrico que considerava que as órbitas dos planetas seriam elípticas e não circulares.

MODERNA

6. Alternativa **d**. A velocidade orbital pode ser obtida igualando a aceleração centrípeta com a aceleração gravitacional, assim:

$$a_{cp} = g_P \Rightarrow \frac{v_{orbital}^2}{R_{órbita}} = \frac{G \cdot M}{R_{órbita}^2} \Rightarrow v_{orbital} = \sqrt{\frac{G \cdot M}{R_{órbita}}}$$

Assim, a razão entre as velocidades orbitais da nave ao redor da Terra e ao redor de Plutão será:

$$\frac{v_{Terra}}{v_{Plutão}} = \frac{\sqrt{\frac{G \cdot M_{Terra}}{R_{nave\text{-}Terra}}}}{\sqrt{\frac{G \cdot M_{Plutão}}{R_{nave\text{-}Plutão}}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{v_{Terra}}{v_{Plutão}} = \sqrt{\frac{M_{Terra}}{R_{nave\text{-}Terra}} \cdot \frac{R_{nave\text{-}Plutão}}{M_{Plutão}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{v_{Terra}}{v_{Plutão}} = \sqrt{\frac{500M_{Plutão}}{2d} \cdot \frac{d}{M_{Plutão}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{v_{Terra}}{v_{Plutão}} = \sqrt{250} \therefore \frac{v_{Terra}}{v_{Plutão}} = 5\sqrt{10}$$

7. Alternativa **a**. Sendo a aceleração da gravidade na superfície da Terra dada por:

$$g_T = \frac{GM_T}{R_T^2}$$

A aceleração da gravidade na superfície do planeta será:

$$g_P = \frac{GM_P}{R_P^2} \Rightarrow g_P = \frac{G \cdot 4M_T}{(4R_T)^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow g_P = \frac{4}{16}\frac{GM_T}{R_T^2} \Rightarrow g_P = \frac{1}{4}g_T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow g_P = \frac{1}{4} \cdot 10 \therefore g_P = 2{,}5 \text{ m s}^{-2}$$

8. Em relação a Mercúrio, o planeta menos massivo, temos:

$$k_1 = \frac{4\pi^2}{G \cdot (m_1 + m_2)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow k_1 = \frac{4 \cdot 3{,}14^2}{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot (0{,}055 \cdot 5{,}97 \cdot 10^{24} + 1{,}99 \cdot 10^{30})}$$

$$\therefore k_1 \simeq 2{,}97 \cdot 10^{-19}$$

Em relação a Júpiter, o planeta mais massivo, temos:

$$k_2 = \frac{4\pi^2}{G \cdot (m_1 + m_2)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow k_2 = \frac{4 \cdot 3{,}14^2}{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot (317{,}9 \cdot 5{,}97 \cdot 10^{24} + 1{,}99 \cdot 10^{30})}$$

$$\therefore k_2 \simeq 2{,}97 \cdot 10^{-19}$$

Portanto, considerando o número de algarismos significativos fornecidos no enunciado, não é possível obter diferença.

9. Sabemos que:

$$F_{Terra,\,Sol} = G \cdot \frac{m_{Terra} \cdot m_{Sol}}{a_{Sol}^2} \text{ e}$$

$$F_{Terra,\,Lua} = G \cdot \frac{m_{Terra} \cdot m_{Lua}}{a_{Lua}^2}$$

Dividindo uma expressão pela outra, encontramos:

$$\frac{F_{Terra,\,Sol}}{F_{Terra,\,Lua}} = \frac{\left(G \cdot \frac{m_{Terra} \cdot m_{Sol}}{a_{Sol}^2}\right)}{\left(G \cdot \frac{m_{Terra} \cdot m_{Lua}}{a_{Lua}^2}\right)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{F_{Terra,\,Sol}}{F_{Terra,\,Lua}} = \left(\frac{m_{Sol}}{m_{Lua}}\right) \cdot \left(\frac{a_{Lua}}{a_{Sol}}\right)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{F_{Terra,\,Sol}}{F_{Terra,\,Lua}} = \left(\frac{1{,}99 \cdot 10^{30}}{7{,}35 \cdot 10^{22}}\right) \cdot \left(\frac{3{,}84 \cdot 10^{5}}{1{,}49 \cdot 10^{8}}\right)^2 \therefore$$

$$\therefore \frac{F_{Terra,\,Sol}}{F_{Terra,\,Lua}} \simeq 1{,}80 \cdot 10^2$$

10. Alternativa **e**. Como a força peso do satélite é a resultante centrípeta, temos:

$$P = R_{cp} \Rightarrow m \cdot g = \frac{m \cdot v_{satélite}^2}{R} \Rightarrow v_{satélite} = \sqrt{g \cdot R}$$

Já a velocidade de um ponto no equador terrestre é dada por:

$$v_{equador} = \frac{2\pi R_{Terra}}{T}$$

Dividindo uma expressão pela outra, temos:

$$\frac{v_{equador}}{v_{satélite}} = \frac{\left(\frac{2\pi R_{Terra}}{T}\right)}{\sqrt{g \cdot R}} \Rightarrow \frac{v_{equador}}{v_{satélite}} = \frac{2\pi R_{Terra}}{T\sqrt{g \cdot R}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{v_{equador}}{v_{satélite}} = \frac{40.080}{24\sqrt{3{,}1 \cdot 10^4 \cdot 1{,}29 \cdot 10^4}}$$

$$\therefore \frac{v_{equador}}{v_{satélite}} \simeq 0{,}08 = 8\%$$

11. Alternativa **a**. Graças às leis de Kepler, sabemos que, quanto maior a distância do Sol, menor é a velocidade de translação ou orbital de um planeta. Assim, como a Terra está mais próxima do Sol, ela apresenta uma velocidade orbital maior do que a de Marte. Dessa forma, a Terra "ultrapassa" Marte em certas épocas, formando o laço representado na figura.

Reflexões sobre a ciência

1. Espera-se que os estudantes identifiquem que a investigação científica citada teve origem na observação advinda do conhecimento tradicional de que um xarope à base de guaco e mel tinha efeito sobre a tosse. A hipótese testada seria que alguma substância extraída da folha de guaco tinha atividade contra a tosse. Como resultado foi identificado que a principal responsável pelo efeito observado era a cumarina e que ela tinha ação anti-inflamatória e broncodilatora.

2. Com base nos dados coletados nas entrevistas, espera-se que os estudantes escolham uma ou mais plantas para pesquisar sua ação comprovada pela Ciência por meio da leitura de artigos científicos. O Sistema Único de Saúde (SUS) reconhece oficialmente 71 plantas com ação medicinal e oferece a listagem des-

MODERNA

sas plantas, disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2014/maio/07/renisus.pdf> (acesso em: 10 jun. 2020). A Comissão Assessora de Plantas Medicinais e Fitoterápicos do Conselho Regional de Farmácia de São Paulo publicou uma cartilha que, entre outras informações, traz uma listagem das plantas autorizadas pela Anvisa, dicas do preparo e a finalidade fitoterápica da planta medicinal. A cartilha está disponível em: <http://www.crfsp.org.br/images/cartilhas/PlantasMedicinais.pdf> (acesso em: 10 jun. 2020). Além do *sites* indicados no Livro do Estudante, o compartilhamento dos materiais citados anteriormente pode auxiliar os estudantes na escolha das plantas. A busca por artigos científicos que corroborem o conhecimento tradicional também favorece o desenvolvimento do senso crítico ao evidenciar a necessidade da checagem da informação por meio de instrumento confiável. Na conclusão, espera-se que os estudantes percebam a existência de outras formas de experimentar o mundo e outras visões sobre o que os cerca, além da visão da Ciência, valorizando esses saberes e contribuindo para a formação do cidadão crítico e consciente de seus direitos e deveres.

Pensamento crítico e argumentação

1. Algumas respostas possíveis assim como as justificativas para os exemplos estão descritas a seguir.

Apelo à popularidade

Exemplos (a): "As medidas que regulamentam o uso dos fitossanitários no Brasil seguem as regras adotadas por vários países."; "Vários produtos estão banidos de outros países."

Justificativa (b): Considerando que vários/outros países adotam/banem o uso de agrotóxicos, deveria ser correto seguir a mesma política deles. O problema desse argumento é que ele ignora as características de cada país.

Semântica

Exemplo (a): "Os fitossanitários são considerados remédios."

Justificativa (b): O receptor pode não saber que o remédio, nesse contexto, é para as plantas, e não para o ser humano.

Apelo à emoção

Exemplos (a): "O modelo que se escolheu é um modelo que embute uma substância que é perigosa na sua origem."; "[...] da década de 60 ela levantou uma questão que eram os desertos verdes, né? Os produtos químicos eram utilizados [...] e eles acabavam eliminando tudo, né?! É por isso que o livro se chama *Primavera silenciosa* [...]."

Justificativa (b): Nos trechos, o emissor usa palavras e expressões para causar diferentes emoções. Isso ocorre com a ênfase nos termos "perigosa" e "eliminando tudo", além de "embutir" (que passa uma ideia de ação proposital do uso de substâncias perigosas) e das metáforas "desertos verdes" e "primavera silenciosa" (que remetem à ideia de ausência de vida).

Pergunta carregada

Exemplo (a): "Como é que a gente explica o uso no Brasil de um produto que está proibido há mais de dez anos na Europa, o que que está acontecendo...?"

Justificativa (b): A pergunta traz vários elementos discursivos (incluindo o tom em que é proferida no vídeo), com o objetivo de invocar sentimentos de incredulidade, indignação e busca por um culpado.

Ônus da prova

Exemplo (a): "[...] e talvez uma das evidências que a gente tem é que as pessoas que se alimentam com isso que é produzido aqui no Brasil, e o que nós exportamos também, estão tendo uma qualidade de vida satisfatória."

Justificativa (b): O argumento parte do princípio de que, se as pessoas têm qualidade de vida, então os agrotóxicos não fazem mal, o que teria de ser contraposto pelo receptor.

Apelo à autoridade

Exemplo (a): "[...] não apenas eu, mas outros cientistas."

Justificativa (b): O argumento está construído com base na posição de autoridade do emissário (que é um especialista) e na de outros cientistas (que não sabemos se são ou não especialistas).

Falso dilema

Exemplo (a): "[...] a não utilização desses produtos [fitossanitários] atrasa a economia."

Justificativa (b): O dilema implícito está na ideia de que o *status* da economia depende do uso ou não de fitossanitários. Esse dilema desconsidera que possam existir outras opções, tanto de estratégias agrícolas quanto econômicas.

Anedótica

Exemplo (a): Mesmo na situação de debate, os cientistas não utilizaram esse tipo de argumento. Possível exemplo a ser construído: "As pessoas argumentam que os agrotóxicos fazem mal, mas eu nunca tive problemas consumindo alimentos que usam agrotóxicos."

Justificativa (b): No exemplo hipotético, o emissor usa sua experiência pessoal como estratégia para provar que os agrotóxicos não fazem mal para a população em geral.

Falsa causa

Exemplo (a): "[...] as pessoas que se alimentam com isso que é produzido aqui no Brasil, e o que nós exportamos também, estão tendo uma qualidade de vida satisfatória e isso tem se refletido, por exemplo, no aumento da expectativa de vida, logicamente associado a outros aspectos [...]."

Justificativa (b): No trecho, o emissor tenta estabelecer uma relação direta entre o aumento da expectativa de vida e o consumo de alimentos que usam agrotóxicos. Na sequência, ele apenas menciona a ideia de que há "outros aspectos" que podem estar associados a esse aumento, mas também não temos como avaliar se são causas representativas ou não.

2. Resposta pessoal. Possibilidades:

Fragmentos de argumentos falaciosos:

"*Vários produtos estão banidos de outros países.*"

"*Como é que a gente explica o uso no Brasil de um produto que está proibido há mais de dez anos na Europa, o que que está acontecendo...?*"

MODERNA

Argumento reescrito (pode servir para os dois fragmentos anteriores):

Considerando a toxicidade de alguns agrotóxicos, vários deles estão banidos em outros países, pois seu uso pode causar impactos negativos para a saúde e para o ambiente.

Espera-se que o argumento reescrito apresente um dado (a toxicidade das substâncias), do qual decorre uma conclusão (a proibição do uso dessas substâncias) suportada por uma justificativa (os impactos negativos para a saúde e o ambiente que o uso dessas substâncias pode causar).

Fragmento do argumento falacioso:

"*Os fitossanitários são considerados remédios.*"

Argumento reescrito:

Considerando que as pragas são responsáveis por cerca de 40% de danos na agricultura, os fitossanitários são considerados remédios para as plantas, pois, ao controlarem as pragas agrícolas, melhoram a produtividade da área cultivada.

O argumento reescrito nesse exemplo apresenta dado (a porcentagem de danos na agricultura pela ação de pragas), conclusão (considera-se que os fitossanitários são remédios) e justificativa (porque eles ajudam a tratar pragas que comprometem a saúde das plantas).

3. **a)** A pergunta pode ser relacionada à falácia de falso dilema.

b) Resposta pessoal. Possibilidades de argumentos:

(i) Os fitossanitários são considerados remédio para as plantas porque auxiliam no aumento da produtividade agrícola, que, por sua vez, desempenha grande importância na economia do Brasil.

(ii) Os agrotóxicos são considerados veneno no prato porque apresentam elevada toxicidade para vários organismos vivos que se alimentam das plantas tratadas com essas substâncias e ainda representam um potencial poluidor do solo e dos corpos-d'água, afetando outros seres vivos.

Valores e atitudes

1. As perdas se referem à diminuição da massa disponível de alimentos para o consumo humano nas fases de produção, pós-colheita, armazenamento e transporte. O desperdício de alimentos está relacionado com as perdas derivadas da decisão de descartar alimentos.

2. A perda e o desperdício de alimentos impactam a sustentabilidade dos sistemas alimentares, reduzem a disponibilidade local e mundial de alimentos, geram prejuízos financeiros para os produtores, aumentam os preços dos produtos para os consumidores, aumentam as pressões ambientais pelo uso de recursos naturais e pelo incremento na emissão de gases do efeito estufa. As perdas e o desperdício de alimentos representam um importante retrato da ineficiência dos sistemas alimentares e ocorrem ao longo de toda a cadeia de valor agrícola e em todas as fases da produção até chegar à mesa. Sendo assim, é de responsabilidade de todos os setores da sociedade reduzir as perdas e o desperdício de alimentos e contribuir para o desenvolvimento sustentável.

3. Após a análise dos dados apresentados, espera-se que os estudantes percebam que a produção mundial de alimentos seria suficiente para alimentar toda a população. No entanto, diversos fatores, incluindo as perdas e o desperdício de alimentos ao longo de toda a cadeia produtiva e de consumo, são responsáveis pela distribuição desigual e colaboram para a manutenção da fome no mundo.

4. Espera-se que os estudantes se conscientizem sobre a problemática do desperdício de alimentos e compreendam a necessidade de mudança na forma como valorizam e consomem os alimentos, a fim de que desenvolvam a consciência de consumidor, melhorando as habilidades de planejamento alimentar, compra e consumo. É esperado que os estudantes atuem como multiplicadores desse conhecimento entre seus familiares e amigos, adotando e incentivando medidas simples, como fazer listas de compras, verificar a validade de produtos antes de adquiri-los, aumentar a periodicidade das compras, acondicionar adequadamente os alimentos, congelar os alimentos em excesso, aproveitar partes de frutas e folhosos não utilizadas convencionalmente e não descartar alimentos pela aparência, entre outras.

MODERNA

SÔNIA LOPES

Bacharel e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo.
Licenciada em Ciências pela Universidade de São Paulo.
Mestre em Oceanografia Biológica pela Universidade de São Paulo.
Doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo.
Professora universitária aposentada.

SERGIO ROSSO

Licenciado em Ciências pela Universidade de São Paulo.
Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo.
Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo.
Doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo. Professor.

Editora responsável:
MAÍRA ROSA CARNEVALLE
Bacharel e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos. Editora.

CIÊNCIAS DA NATUREZA LOPES & ROSSO

Água, Agricultura e Uso da terra

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

1ª edição

São Paulo, 2020

MODERNA

Elaboração de originais:

Artur Guazzelli Leme Silva

Bacharel em Química Ambiental pela Universidade de São Paulo (SP). Doutor em Ciências no programa: Ciências Biológicas (área de concentração: Bioquímica) pela Universidade de São Paulo (SP). Editor.

Bianca Trama Freitas

Licenciada em Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental pela Universidade de São Paulo, Escola de Artes, Ciências e Humanidades (SP). Mestra em Ciências (Programa de Pós-graduação em Biologia Química) pela Universidade Federal de São Paulo (SP). Doutora em Ciências dos Materiais (área de Química dos Materiais) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (SP). Professora.

Carlos Mariz de Oliveira Teixeira

Bacharel em Física pela Universidade de São Paulo (SP). Licenciado em Física pelo Instituto de Física e pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (SP). Doutor em Ciências no programa: Física pela Universidade de São Paulo (SP). Professor.

Fabio Rizzo de Aguiar

Bacharel em Ciências com habilitação em Química pelas Faculdades Oswaldo Cruz (SP). Licenciado pleno em Química pelas Faculdades Oswaldo Cruz (SP). Doutor em Química pela Universidade do Porto revalidado pela Universidade de São Paulo (SP). Professor.

Graciele Almeida de Oliveira

Bacharel em Química e doutora em Ciências no programa: Ciências Biológicas (área: Bioquímica) pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (SP). Pesquisadora e professora.

Ivo Bernardi de Freitas

Bacharel e licenciado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (SP). Mestre em Química na área de Química Inorgânica pela Universidade Estadual de Campinas (SP). Químico.

Joana Guilares de Aguiar

Bacharel e licenciada em Química pela Universidade Estadual de Campinas (SP). Mestra em Ensino de Ciências no programa: Ensino de Ciências (área de concentração: Ensino de Química) pela Universidade de São Paulo (SP). Doutora em Ciências no programa: Ensino de Ciências (área de concentração: Ensino de Química) pela Universidade de São Paulo (SP). Professora.

Juliana Maia

Licenciada em Química pela Universidade Estadual de Santa Cruz (BA). Licenciada em Pedagogia pela Faculdade da Aldeia de Carapicuíba (SP). Mestra em Ensino de Ciências no programa: Ensino de Ciências (área de concentração: Ensino de Química) pela Universidade de São Paulo (SP). Editora.

Lina M. Almeida-Silva

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal da Bahia (BA). Doutora em Ciências (área de concentração: Zoologia) pela Universidade de São Paulo (SP). Professora.

Livia Aceto

Bacharel em Física pela Universidade de São Paulo (SP). Mestra em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (SP). Editora.

Nathália Helena Azevedo

Bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Paulo (SP). Licenciada pelo Programa Especial de Formação Pedagógica em Biologia pelo Centro Universitário Claretiano – CEUCLAR (SP). Mestra em Ciências no programa: Ecologia (área de concentração: Ecologia: Ecossistemas Terrestres e Aquáticos) pela Universidade de São Paulo (SP). Bióloga.

Oliveira-Junior, M. M.

Licenciado em Química pelos Instituto de Química e pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (SP). Mestre em Ensino de Ciências no programa: Ensino de Ciências (área de concentração: Ensino de Química) pela Universidade de São Paulo (SP). Professor.

Patrícia Araújo dos Santos

Bacharela e licenciada em Química pela Universidade de São Paulo (SP). Doutora em Ciências no programa: Ciências Biológicas (área de concentração: Bioquímica) pela Universidade de São Paulo (SP). Editora e professora.

Rodrigo Uchida Ichikawa

Bacharel em Física pela Universidade de São Paulo (SP). Mestre em Ciências no Programa: Tecnologia Nuclear (área de concentração: Tecnologia Nuclear – Materiais) pela Universidade de São Paulo (SP). Doutor em Ciências no Programa: Tecnologia Nuclear (área de concentração: Tecnologia Nuclear – Materiais) pela Universidade de São Paulo (SP). Editor.

Rosana Louro Ferreira Silva

Licenciada em Ciências pela Faculdade de Ciências Exatas e Experimentais da Universidade Mackenzie (SP). Doutor em Educação (área de concentração: Educação – Opção: Ensino de Ciências e Matemática) pela Universidade de São Paulo (SP). Professora universitária.

Tathyana Tumolo

Bacharel em Química pela Universidade Presbiteriana Mackenzie (SP). Licenciada em Química pela Universidade de Franca (SP). Pós-doutorada pelo Departamento de Bioquímica do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (SP). Editora.

Vinicius Roggério da Rocha

Bacharel em Física pela Universidade de São Paulo (SP). Mestre em Ciências no Programa: Meteorologia pela Universidade de São Paulo (SP). Professor.

Edição de texto: Thalita B. C. Encarnação (Coordenação), Andreza C. Souza Silva, Artur Guazzelli Leme Silva, Carlos M. de Oliveira Teixeira, Carolina Rossi, Fabio Rizzo de Aguiar, Izabel Bueno, Jeferson Felix, Juliana Bardi, Juliana de Oliveira Maia, Livia Aceto, Luiz A. de Paula, Maiara Oliveira Soares, Marina M. de Brito, Marina Vieira Santos, Matheus C. Torres, Patrícia A. dos Santos, Pedro Magalhães, Rafaela W. Sobrinho, Rodrigo Uchida Ichikawa, Tathyana C. Tumolo, Tatiani A. G. Donato

Assessoria pedagógica: Daniela Ferrari

Preparação de texto: Fabiana Biscaro, Malvina Tomaz

Gerência de *design* e produção gráfica: Everson de Paula

Coordenação de produção: Patricia Costa

Gerência de planejamento editorial: Maria de Lourdes Rodrigues

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

Projeto gráfico: APIS Design, Bruno Tonel, Douglas Rodrigues José

Capa: APIS Design, Bruno Tonel

Foto: Arte computadorizada de um nanorrobô hipotético capaz de interagir com células infectadas. Roger Harris/ Science Photo Library/ Fotoarena

Coordenação de arte: Wilson Gazzoni Agostinho

Edição de arte: Eliazar Alves Cavalcanti Junior

Editoração eletrônica: Teclas editorial

Edição de infografia: Giselle Hirata, Priscilla Boffo

Coordenação de revisão: Elaine C. del Nero

Revisão: Equipe Moderna, Cecília Kinker, Renato da Rocha, Viviane T. Mendes

Coordenação de pesquisa iconográfica: Luciano Baneza Gabarron

Pesquisa iconográfica: Márcia Mendonça

Coordenação de *bureau*: Rubens M. Rodrigues

Tratamento de imagens: Joel Aparecido, Luiz Carlos Costa, Marina M. Buzzinaro, Ademir Francisco Baptista

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)

Lopes, Sônia
Ciências da natureza : Lopes & Rosso / Sônia Lopes, Sergio Rosso ; editora responsável Maíra Rosa Carnevalle. -- 1. ed. -- São Paulo : Moderna, 2020.

Conteúdo: Evolução e universo -- Energia e consumo sustentável -- Água, agricultura e uso da terra -- Poluição e movimento -- Corpo humano e vida saudável -- Mundo tecnológico e ciências aplicadas
Bibliografia.

1. Biologia (Ensino médio) 2. Física (Ensino médio) 3. Química (Ensino médio) I. Rosso, Sergio. II. Carnevalle, Maíra Rosa. III. Título.

20-36704 CDD-373.19

Índices para catálogo sistemático:

1. Ensino integrado : Livro-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

Apresentação

Conversando com você, *estudante*,

Estamos vivenciando um momento sem precedentes de integração mundial e de produção e fluxo de informação, promovidos principalmente pelo uso disseminado de tecnologias da comunicação. Nesse cenário, as contribuições das Ciências da Natureza e suas Tecnologias ganham ainda mais importância, trazendo novos dados acerca dos fenômenos naturais e novas interpretações daquilo que já conhecíamos, desvendando fronteiras tecnológicas cada vez mais amplas.

Diante dessa realidade, almejamos uma educação de qualidade amplamente acessível a jovens como você, pautada em dados científicos e no desenvolvimento de senso crítico, fornecendo instrumentos para que você faça escolhas conscientes a fim de melhorar a sua qualidade de vida e a das demais pessoas. Afinal, entender a natureza nos possibilita adotar posturas mais adequadas diante dos enormes desafios do mundo atual.

Por meio desta coleção, vamos analisar como a Química, a Física e a Biologia e suas tecnologias estão integradas na resolução de problemas reais. Nosso objetivo é que você encontre o estímulo para despertar seu olhar para a natureza de modo crítico, analítico, ético e responsável. Para isso, selecionamos temáticas atuais e relevantes que serão abordadas à luz dessas ciências ao longo de cada uma das unidades. Com essas escolhas, procuramos valorizar o desenvolvimento de competências e habilidades fundamentais para sua formação como indivíduo e cidadão de um mundo em constante transformação.

Assim, convidamos você a desfrutar do prazer de abrir os olhos e desvendar a beleza que é entender a natureza e fazer parte dela.

Com carinho,

Os *Autores*.

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

MODERNA

Conheça seu livro

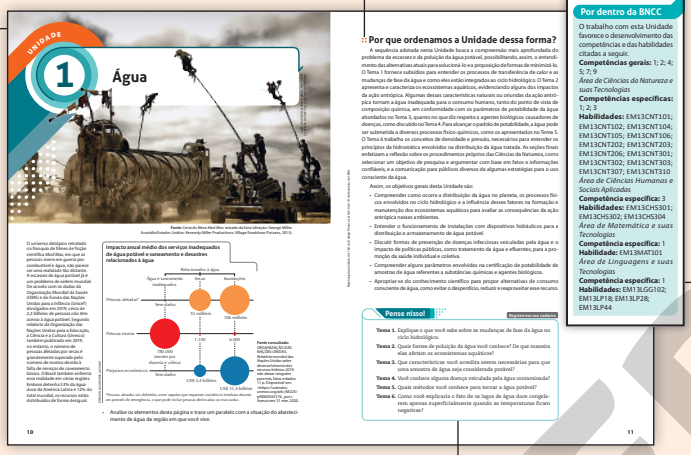
Esta obra está dividida em Unidades que abrangem diferentes tópicos e seções. Veja e entenda, a seguir, a estrutura do seu livro e o propósito de cada parte dele.

Abertura de Unidade

Imagens e texto convidam você a conhecer uma problemática atual e interdisciplinar que servirá de desencadeador de ideias a serem trabalhadas na Unidade.

Pense nisso!

Questões que ajudam a estabelecer relações entre o que você já sabe e o que será estudado.



Por que ordenamos a Unidade desta forma?

Apresenta os conteúdos de cada componente curricular da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias trabalhados na Unidade, evidenciando as relações entre eles e a temática da Unidade, bem como os objetivos de aprendizagem pretendidos.

Por dentro da BNCC

Relação das competências gerais e das habilidades definidas na BNCC para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e outras áreas do conhecimento que foram mobilizadas na Unidade e em cada um dos Temas e das seções.

Tema

Cada Unidade é dividida em um número variável de Temas, nos quais os conteúdos foram selecionados e organizados para possibilitar sua compreensão e atuação sobre a problemática apresentada na abertura da Unidade.

Termos e conceitos

Os termos e os conceitos importantes estão destacados em negrito no texto.

Videotutorial

- Assista ao videotutorial com orientações sobre o volume.

Os videotutoriais apresentam informações sobre o projeto.

O **Boxe +** é composto de informações complementares, principalmente das concernentes a aspectos das culturas tradicionais, como as indígenas e as quilombolas.

O **Bloco de notas** traz as definições de grandezas e suas unidades de medida, além de valores de referência diversos.

Fique por dentro

Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivência

LENZI, E.; FAVERO, L. O. B.; LUCHESE, E. B. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

A obra traz informações teóricas sobre a química da água e sua poluição, além de pactos e tratados que regulamentam seu uso.

Fique por dentro

Sugestões comentadas de recursos complementares que vão ajudar você a ampliar seus conhecimentos e se aprofundar nos conteúdos abordados no Tema.

MODERNA

Prática investigativa

Prática investigativa

Propostas de atividades para você investigar situações, construir modelos, interpretar resultados e até planejar os próprios experimentos, considerando a segurança e o descarte ambientalmente correto dos resíduos.

Atividades

Atividades

Uma seleção de atividades – a maioria desenvolvida especialmente para este livro, mas incluindo também questões de vestibulares de todo o país – ajuda a revisar, aplicar, aprofundar e até expandir os conceitos estudados no Tema.

Reflita sobre seu aprendizado!

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

Reflita sobre seu aprendizado

Momento de identificar as compreensões alcançadas por você e os aspectos de cada Tema que ainda precisam ser mais bem trabalhados.

Reflexões sobre a ciência

Reflexões sobre a ciência

Seção destinada a abordar aspectos da natureza da ciência e dos procedimentos científicos, desenvolvendo também a leitura inferencial.

Pensamento crítico e argumentação

Pensamento crítico e argumentação

Com diferentes propostas de análise de situações cotidianas, esta seção ajuda você a desenvolver o senso crítico e a argumentação – habilidades características da prática científica tão necessárias no contexto atual das *fake news*.

Valores e atitudes

Valores e atitudes

Atividades contextualizadas que ajudam você a refletir, à luz dos novos conhecimentos construídos, acerca de suas atitudes diante de diversas situações, propondo intervenções pessoais e mudanças de postura.

Comunicação

Comunicação

Propostas de atividades em grupo que ajudarão você a desenvolver a criatividade, a atitude cidadã e as habilidades de comunicação e trabalho em equipe. Nelas, você produzirá material relevante ao seu contexto local, com base nos conhecimentos construídos ao longo da Unidade, e o divulgará para a comunidade por meio de tecnologias de informação e comunicação (TICs).

Revise e amplie!

Revise e amplie!

É o momento para você refletir sobre seu aprendizado, reconhecer conceitos da Unidade que ainda precisam ser mais bem trabalhados, além de buscar aprofundar a aprendizagem sobre a temática, identificando novos aspectos a serem estudados.

Este ícone indica momentos propícios para você retomar o infográfico ***Segurança no laboratório***, presente no início de cada volume.

MODERNA

Sumário

UNIDADE 1

Água **10**

Tema 1 **Transmissão de calor e mudanças de fase** 12

Transmissão de calor 12
- Irradiação 12
- Convecção 13
- Condução 14

Mudanças de fase 15

Ciclo da água 17

Calor latente 18

Diagrama de mudança de fase 19

- Atividades 20

Tema 2 **Vulnerabilidade dos recursos hídricos** 22

Disponibilidade de água doce no Brasil e no mundo 22
- Uso da água 23

Ecossistemas aquáticos 23
- Oceanos 24
- Rios, lagos e lagoas 25

Consequência da interferência humana nos ecossistemas aquáticos 25
- Poluição da água 26

- Prática investigativa – Estimativa do teor de gás oxigênio dissolvido em amostras de água 26
- Eutroficação 28

- Atividades 29

Tema 3 **Água potável: parâmetros físico-químicos** 31

Propriedades das soluções 32
- Solubilidade 32
- Soluções eletrolíticas e não eletrolíticas 35
- Concentração 37
- Caráter ácido-base 38

- Atividades 40

Tema 4 **Relações entre saúde humana e tratamento de água** 43

Concepção de saúde 43

Doenças virais 44
- Poliomielite 44
- Hepatite A 45

Doenças bacterianas 45
- Cólera 47
- Febre tifoide 48
- Leptospirose 48

Protozooses 48
- Amebíase 48

Platelmintos parasitas do ser humano 49
- Esquistossomose 49
- Teníase 50
- Cisticercose 51

Nematódeos parasitas do ser humano 51
- Ascaridíase 51

Tecnologia na saúde 52

- Atividades 53

Tema 5 **Água potável: métodos de obtenção** 55

Estação de tratamento de água 55

- Boxe + ... 57

Dessalinização 57
- Influência da concentração do soluto nas propriedades físicas das soluções 58
- Destilação 62

- Atividades 63

Tema 6 **Densidade e pressão** 65

Densidade 65

Pressão 66
- Pressão atmosférica 67
- Medida da pressão atmosférica 68

Pressão exercida por um líquido 68

Teorema de Stevin 69

Vasos comunicantes 69

Princípio de Pascal 71

Carneiro hidráulico 73

Empuxo e teorema de Arquimedes 73

- Atividades 75
- Reflexões sobre a ciência 76
- Pensamento crítico e argumentação 77
- Comunicação 79
- Revise e amplie! 79

MODERNA

UNIDADE 2

Produção e conservação de alimentos 80

Tema 1 Impactos ambientais da produção de alimentos 82

Biomas brasileiros 82
- Amazônia 83
- Cerrado 84
- Mata Atlântica 85
- Caatinga 87
- Pampa 89
- Pantanal 90

Atividades 91

Tema 2 Cinética química e a conservação de alimentos 93

Boxe + ... 93

Rapidez ou taxa de reação 94

Modelos explicativos e a influência do meio na rapidez de uma reação 94
- Teoria das colisões e do complexo ativado 94

Prática investigativa – Deterioração de alimentos 97
- Fatores que influenciam a rapidez da reação 98

Lei cinética 100
- Taxa média de reação 100
- Taxa inicial de reação e lei cinética 100
- Ordem de reação 101
- As etapas de uma reação 101

Atividades 102

Tema 3 Radioatividade 104

Força nuclear 105
- Energia de ligação nuclear 105

Tipos de decaimento 106

Radioisótopos e meia-vida 107

Aplicações da radioatividade e irradiação de alimentos 108

Fissão nuclear 109

Atividades 110

Tema 4 Recursos essenciais no desenvolvimento vegetal 112

Obtenção e transporte de água e sais minerais 112
- Transpiração 112
- Absorção 114
- Condução da seiva do xilema 115
- Condução da seiva do floema 115

Ciclos biogeoquímicos do nitrogênio, do fósforo e do potássio 116
- Ciclo do nitrogênio 116
- Ciclo do fósforo 118
- Ciclo do potássio 118
- Adubação verde e adubação química 118

Hormônios vegetais 119
- Auxinas 119
- Citocininas 121
- Giberelinas ou ácido giberélico (GA) 121
- Ácido abscísico (ABA) 121
- Gás etileno 121

Atividades 121

Tema 5 Equilíbrio químico e a produção de fertilizantes nitrogenados 124

Representação de processos irreversíveis, reversíveis e em equilíbrio 124

Aspectos quantitativos das reações reversíveis em sistemas homogêneos 125
- A constante de equilíbrio 126

Fatores que alteram a composição de uma mistura em equilíbrio 128
- O processo produtivo de Haber-Bosch 129

Atividades 132

Tema 6 Gravitação e monitoramento por satélites 134

Primeira lei de Kepler 135

Segunda lei de Kepler 136

Terceira lei de Kepler 137

Força de atração gravitacional 138

Campo gravitacional 140

Marés 141

Satélites artificiais 142
- Satélites de monitoramento na agricultura 143

Velocidade orbital 144

Imponderabilidade e alimentação no espaço 145

Atividades 146

Reflexões sobre a ciência 148

Pensamento crítico e argumentação 149

Valores e atitudes 150

Revise e amplie! 151

Tabela periódica 152

Respostas 153

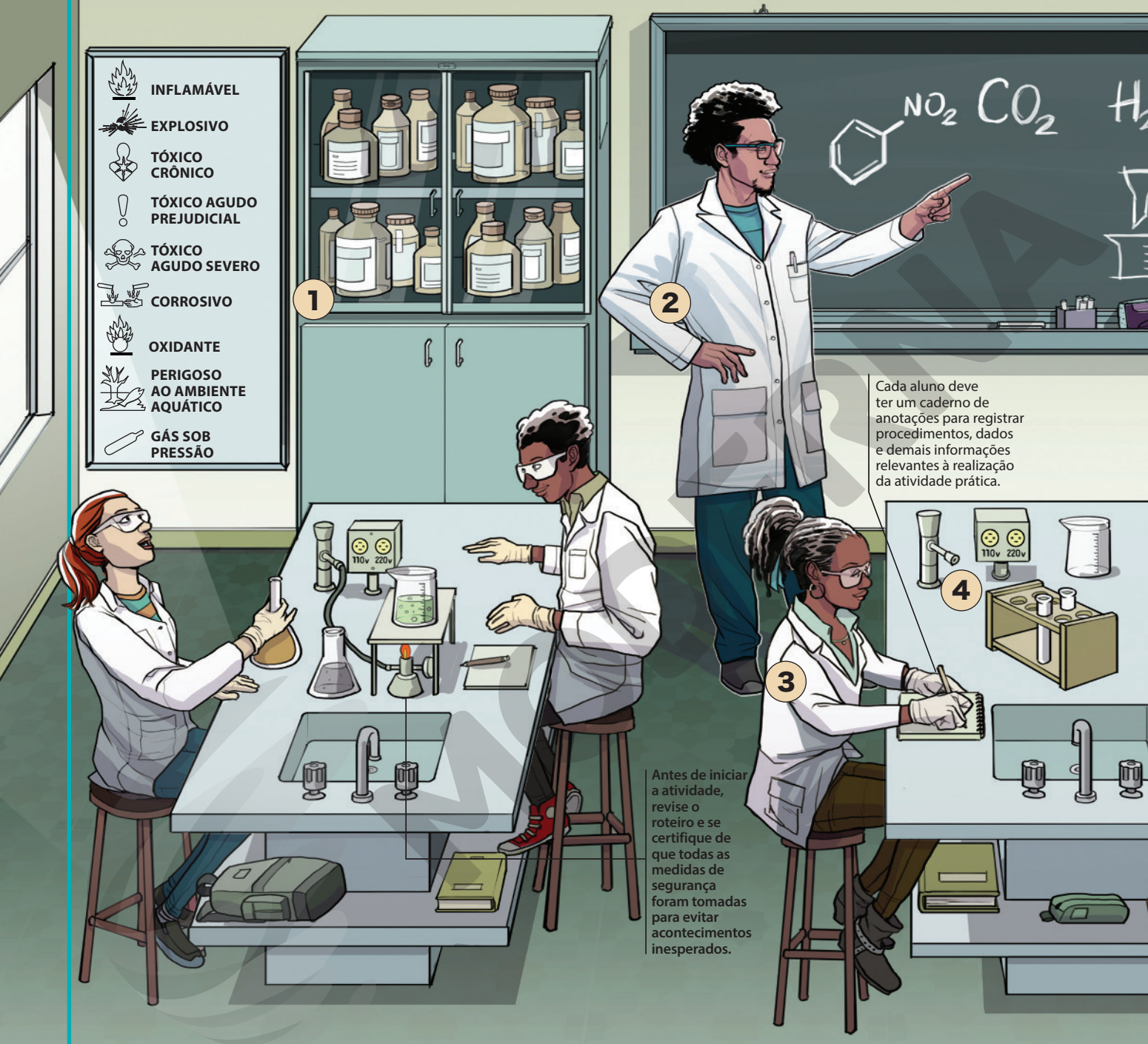
Por dentro da BNCC 154

Bibliografia 158

MODERNA

Segurança no laboratório

Seja no laboratório seja na sala de aula, qualquer atividade prática deve ser realizada respeitando as normas básicas de segurança.



1 Armário de reagentes
É fundamental verificar os símbolos e as informações presentes nos rótulos dos frascos de reagentes e nas fichas de informações de segurança (FISPQ) que devem acompanhar os produtos químicos.

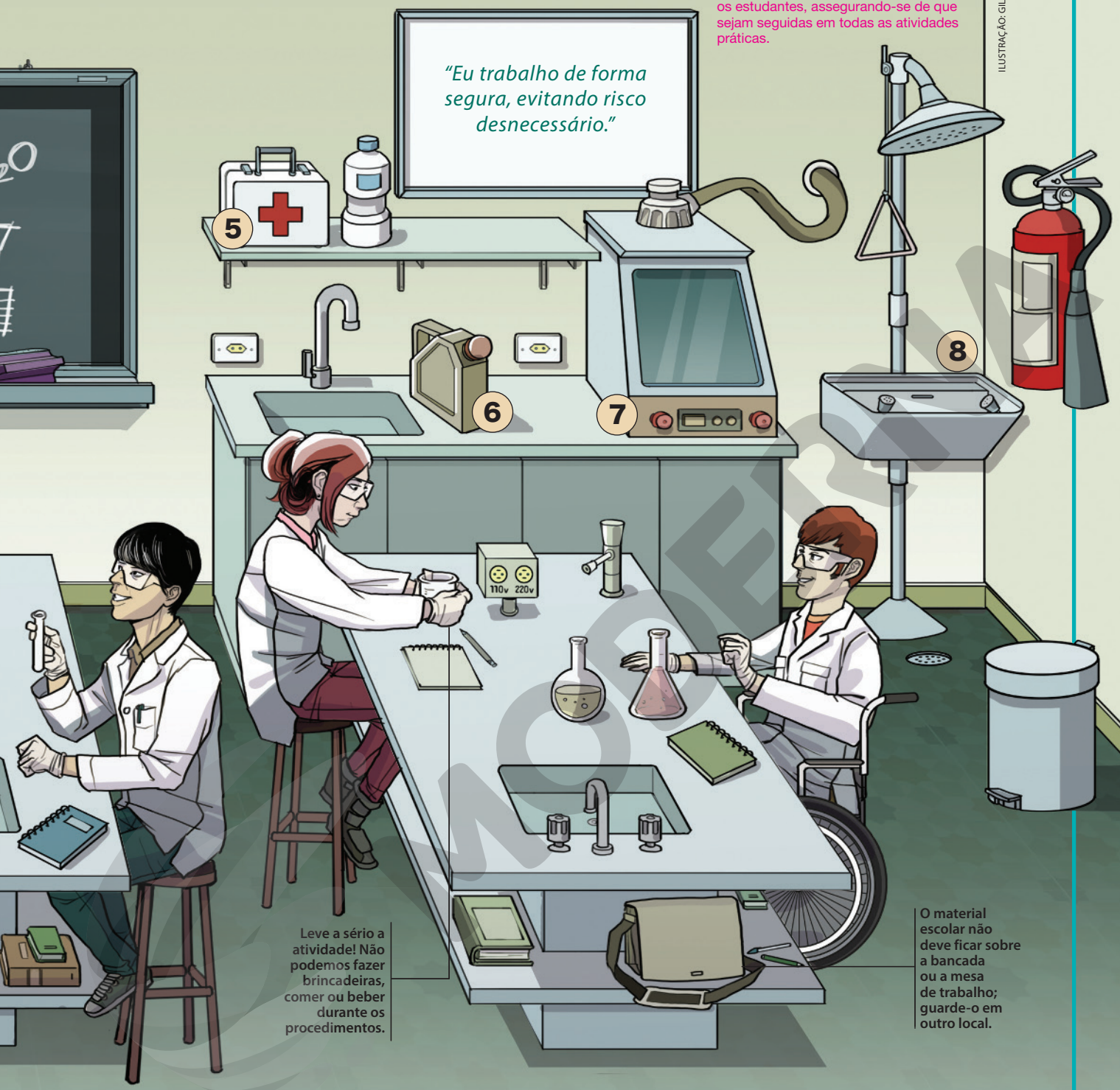
2 O que fazer?
Devemos prestar muita atenção às explicações do professor antes de iniciar uma atividade prática. Se mesmo assim houver dúvidas ou acontecer algum imprevisto, comunique-o imediatamente.

3 Proteja-se
O uso de roupas e equipamentos de proteção adequados é obrigatório durante a atividade prática. Devemos usar calças compridas, calçados fechados, avental, óculos de proteção e, em alguns casos, luvas. Cabelos longos devem ser presos.

4 Fonte de gás e de eletricidade
Verifique a voltagem de equipamentos elétricos antes de ligá-los e não manipule substâncias inflamáveis próximo de chamas. Ao final, certifique-se de ter desligado os aparelhos e fechado as saídas de gás.

Consulte as orientações de segurança detalhadas na seção *Segurança nas atividades práticas* do **Suplemento para o Professor** e divulgue-as para os estudantes, assegurando-se de que sejam seguidas em todas as atividades práticas.

ILUSTRAÇÃO: GIL TOKIO



5 Primeiros socorros
Em caso de acidente, comunique ao professor imediatamente. As substâncias envolvidas deverão ser informadas para orientar o socorro. Lembre-se dos telefones de emergência: 192 (Samu) e 193 (Corpo de Bombeiros).

6 Descarte de resíduos
Alguns resíduos gerados durante as atividades devem ser tratados antes de serem descartados ou lançados à rede de esgoto. Esses resíduos devem ser separados em recipientes adequados para posterior tratamento.

7 Capela de exaustão
Esse equipamento de proteção coletiva é usado para manipular as substâncias tóxicas e as reações químicas que podem liberar gases ou vapores tóxicos. O sistema de exaustão impede a passagem desses vapores para o interior do laboratório.

8 Lava-olhos e chuveiro
Esse equipamento de proteção coletiva deve ser utilizado se produtos químicos entrarem em contato com os olhos ou com o corpo. Sob orientação do professor, lave o local atingido com água em abundância.

MODELO

UNIDADE 1

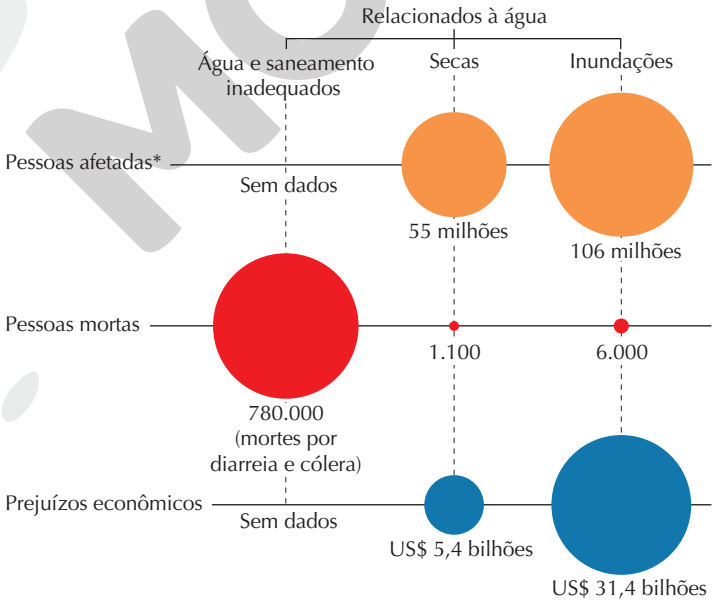
Água

JASIN BOLAND/© WARNER BROS. PICTURES/ CORTESIA EVERETT COLLECTION/FOTOARENA

Fonte: Cena do filme *Mad Max*: estrada da fúria (direção: George Miller. Austrália/Estados Unidos: Kennedy Miller Productions; Village Roadshow Pictures, 2015. 120 min.).

O universo distópico retratado na franquia de filmes de ficção científica *Mad Max*, em que as pessoas vivem em guerra por combustível e água, não parece ser uma realidade tão distante. A escassez de água potável já é um problema de ordem mundial. De acordo com os dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef) divulgados em 2019, cerca de 2,2 bilhões de pessoas não têm acesso à água potável. Segundo relatório da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) também publicado em 2019, no entanto, o número de pessoas afetadas por secas é grandemente superado pelo número de mortos devido à falta de serviços de saneamento básico. O Brasil também enfrenta essa realidade em várias regiões. Embora detenha 53% da água doce da América Latina e 12% do total mundial, os recursos estão distribuídos de forma desigual.

Impacto anual médio dos serviços inadequados de água potável e saneamento e desastres relacionados à água



*Pessoas afetadas são definidas como aquelas que requerem assistência imediata durante um período de emergência, o que pode incluir pessoas deslocadas ou evacuadas.

ERICSON GUILHERME LUCIANO

Fonte consultada: ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2019*: não deixar ninguém para trás, fatos e dados. 11 p. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367276_por>. Acesso em: 31 mar. 2020.

- Analise os elementos desta página e trace um paralelo com a situação do abastecimento de água da região em que você vive.

Por que ordenamos a Unidade dessa forma?

A sequência adotada nesta Unidade busca a compreensão mais aprofundada do problema da escassez e da poluição da água potável, possibilitando, assim, o entendimento das alternativas atuais para solucioná-lo e a proposição de formas de minimizá-lo. O Tema 1 fornece subsídios para entender os processos de transferência de calor e as mudanças de fase da água e como eles estão integrados ao ciclo hidrológico. O Tema 2 apresenta e caracteriza os ecossistemas aquáticos, evidenciando alguns dos impactos da ação antrópica. Algumas dessas características naturais ou oriundas da ação antrópica tornam a água inadequada para o consumo humano, tanto do ponto de vista de composição química, em conformidade com os parâmetros de potabilidade da água abordados no Tema 3, quanto no que diz respeito a agentes biológicos causadores de doenças, como discutido no Tema 4. Para alcançar o padrão de potabilidade, a água pode ser submetida a diversos processos físico-químicos, como os apresentados no Tema 5. O Tema 6 trabalha os conceitos de densidade e pressão, necessários para entender os princípios da hidrostática envolvidos na distribuição da água tratada. As seções finais enfatizam a reflexão sobre os procedimentos próprios das Ciências da Natureza, como selecionar um objetivo de pesquisa e argumentar com base em fatos e informações confiáveis, e a comunicação para públicos diversos de algumas estratégias para o uso consciente da água.

Assim, os objetivos gerais desta Unidade são:

- Compreender como ocorre a distribuição da água no planeta, os processos físicos envolvidos no ciclo hidrológico e a influência desses fatores na formação e manutenção dos ecossistemas aquáticos para avaliar as consequências da ação antrópica nesses ambientes.
- Entender o funcionamento de instalações com dispositivos hidráulicos para a distribuição e armazenamento de água potável.
- Discutir formas de prevenção de doenças infecciosas veiculadas pela água e o impacto de políticas públicas, como tratamento da água e efluentes, para a promoção da saúde individual e coletiva.
- Compreender alguns parâmetros envolvidos na certificação de potabilidade de amostras de água referentes a substâncias químicas e agentes biológicos.
- Apropriar-se do conhecimento científico para propor alternativas de consumo consciente de água, como evitar o desperdício, reduzir e reaproveitar esse recurso.

Pense nisso!

Registre em seu caderno

Tema 1. Explique o que você sabe sobre as mudanças de fase da água no ciclo hidrológico.

Tema 2. Quais fontes de poluição da água você conhece? De que maneira elas afetam os ecossistemas aquáticos?

Tema 3. Que características você acredita serem necessárias para que uma amostra de água seja considerada potável?

Tema 4. Você conhece alguma doença veiculada pela água contaminada?

Tema 5. Quais métodos você conhece para tornar a água potável?

Tema 6. Como você explicaria o fato de os lagos de água doce congelarem apenas superficialmente quando as temperaturas ficam negativas?

Por dentro da BNCC

O trabalho com esta Unidade favorece o desenvolvimento das competências e das habilidades citadas a seguir.

Competências gerais: 1; 2; 4; 5; 7; 8; 9

Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Competências específicas: 1; 2; 3

Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT102; EM13CNT104; EM13CNT105; EM13CNT106; EM13CNT202; EM13CNT203; EM13CNT206; EM13CNT301; EM13CNT302; EM13CNT303; EM13CNT307; EM13CNT310

Área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Competência específica: 3

Habilidades: EM13CHS301; EM13CHS302; EM13CHS304

Área de Matemática e suas Tecnologias

Competência específica: 1

Habilidade: EM13MAT101

Área de Linguagens e suas Tecnologias

Competência específica: 1

Habilidades: EM13LGG102; EM13LP18; EM13LP28; EM13LP44

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

MODERNA

TEMA 1

Transmissão de calor e mudanças de fase

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6
Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT102; EM13CNT105; EM13CNT301; EM13CNT307

No planeta Terra a água está em constante movimento pela atmosfera, continentes, mares e oceanos. Esse processo de manutenção da água é muito importante para a vida na Terra e é conhecido como **ciclo da água** ou **ciclo hidrológico**. Para entendermos como esse processo funciona é necessário, antes, compreendermos o conceito de calor e como ele é transmitido entre diferentes corpos. O **calor** é a energia térmica em movimento, ou em trânsito, decorrente da diferença de temperatura entre dois corpos. Um corpo de maior temperatura transfere calor para o corpo de menor temperatura de maneira natural e espontânea. É o calor recebido e cedido pelos corpos que leva ao aumento e à diminuição de sua temperatura, respectivamente, por isso consideramos o calor uma forma de **energia em trânsito**.

No ciclo hidrológico, por exemplo, há transmissão de calor quando os raios solares incidem na água de rios e lagos, provocando sua evaporação. Mas a transmissão de calor pode ser percebida em vários outros momentos do nosso dia a dia, por exemplo, ao esquentarmos a água para cozinhar um alimento, ao entrarmos em um ambiente com ar-condicionado, ao segurarmos uma xícara de chá quente para aquecer as mãos em um dia frio, ao colocarmos a mão acima da chama de uma vela ou ao nos aproximarmos de uma fogueira ou do asfalto aquecido em um dia de Sol forte.

:: Transmissão de calor

A transmissão de calor entre diferentes corpos pode ocorrer por três processos: **irradiação**, **convecção** ou **condução**.

Irradiação

O calor emitido pelo Sol, antes de chegar à atmosfera terrestre e atingir a superfície do planeta, atravessa milhões de quilômetros no vácuo. Nesse caso, não há matéria para o calor se propagar. Dá-se o nome de **irradiação** térmica ao processo de transmissão de calor que dispensa qualquer meio material para ocorrer. Na irradiação, o calor é transmitido por ondas eletromagnéticas, principalmente na forma de radiação **infravermelha**. É por esse processo que a atmosfera da Terra e a água de rios e mares são aquecidas (**Fig. 1.1**).

ELENA ELISSEEVA/SHUTTERSTOCK

Figura 1.1 A atmosfera da Terra e a água de rios e mares são aquecidas pelo processo de irradiação. Lago Two Rivers, Canadá.

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

Existem três fenômenos a se considerar quando ondas eletromagnéticas atingem uma superfície: reflexão (quando atingem a superfície e parte da onda volta para o meio), refração (quando parte da onda atravessa a superfície) e absorção. No processo de absorção, o corpo absorve a energia relativa à porção da onda que o atinge. A transferência de calor por irradiação consiste, portanto, na absorção da energia trazida pela onda eletromagnética.

Convecção

Quando a propagação de calor se dá pelo transporte de matéria entre partes de um sistema, o processo de troca de calor é chamado de **convecção**. Por exemplo, ao aquecer no fogão uma chaleira com água, o calor é recebido pelo fundo da chaleira e transferido por condução para a água em contato com ele. A porção de água aquecida aumenta de volume, diminui de densidade e se desloca para as camadas mais altas do líquido. A densidade de uma substância é a razão entre sua massa (m) e seu volume (V): $d = \frac{m}{v}$. Ao se deslocar do fundo para cima, a camada de água aquecida ocupa o lugar de uma porção de água mais fria e mais densa que, por sua vez, se desloca das camadas superiores para baixo. Esse processo faz a água circular no interior da chaleira formando **correntes de convecção** e se estende de maneira que o calor recebido por condução pela chaleira se espalhe por todo o líquido (**Fig. 1.2**). Portanto, a convecção é o processo em que a distribuição do calor ocorre em razão do deslocamento de matéria. A convecção só é possível em fluidos, como líquidos e gases, pois envolve movimentos da matéria pela diferença de densidade.

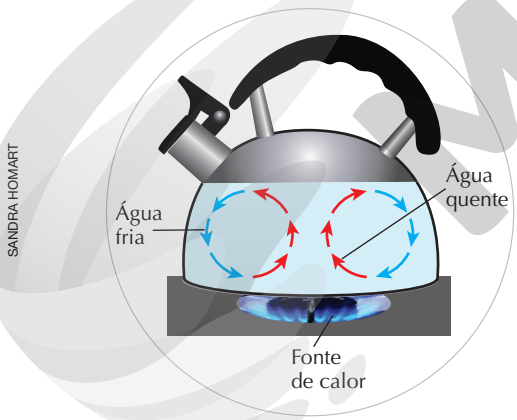


Figura 1.2 Representação esquemática de correntes de convecção na água que está sendo aquecida. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

As correntes de convecção também explicam a formação das brisas marítimas. Durante o dia, a porção de ar que recobre a superfície terrestre, que fica sobre toda a região costeira, se aquece mais do que a porção de ar que recobre a água do mar. O ar sobre a região costeira sobe e é ocupado pelo ar frio que estava sobre o mar, o que dá origem a uma brisa que se desloca do mar para o continente. Durante a noite, esse processo se inverte: a região costeira esfria mais rapidamente do que a água do mar. Desse modo o ar sobre a região costeira se torna mais frio do que o ar sobre o mar. Portanto, à noite a brisa sopra do continente para o mar (**Fig. 1.3**).

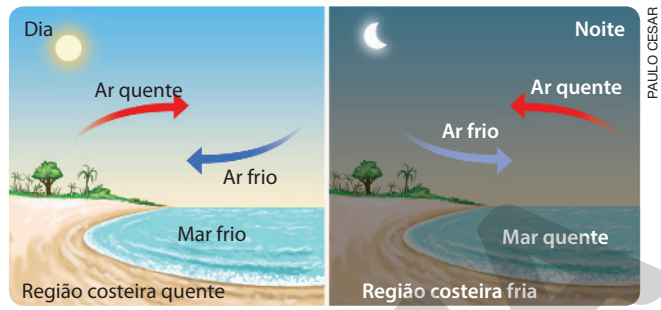


Figura 1.3 Representação esquemática de formação das brisas marítimas pelo processo de convecção. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Embora os modos de propagação de calor possam ser estudados separadamente, é comum que esses processos ocorram de forma simultânea. Um exemplo é o sistema de aquecimento solar de água que equipa muitas casas. Nesse sistema, a água aquecida em painéis solares pela irradiação solar se desloca naturalmente até um reservatório, sem necessidade de um motor ou de qualquer dispositivo que a bombeie (**Fig. 1.4 A**).

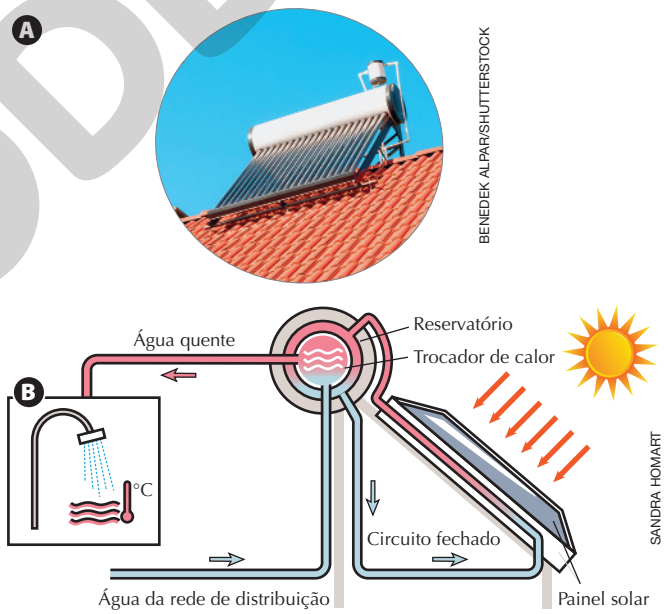


Figura 1.4 **(A)** Aquecedor solar. **(B)** Representação esquemática de funcionamento de um aquecedor solar. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Em um aquecedor solar, o calor é recebido por irradiação pelo painel solar; a água é então aquecida por meio das trocas de calor entre a água e os painéis e sobe até o reservatório. Ao subir, libera espaço nos painéis para a água fria, mais densa, que desce do reservatório, de maneira que ocorra uma circulação natural por aquecimento de água no sistema (**Fig. 1.4 B**).

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

MODERNA

Condução

Vimos que dentro da chaleira com água, da parte inferior para a parte superior, o calor é transferido por convecção pelo movimento do líquido. Mas há outro processo que ocorre nessa situação: a transferência de calor da chama para o material que compõe a chaleira. A chama está em uma temperatura maior do que a parede inferior da chaleira. Portanto, as moléculas do gás que compõe a chama apresentam um grau de agitação maior do que as moléculas do metal que compõe a parede da chaleira. Por colisões sucessivas entre as moléculas do gás e as moléculas da parede, o grau de agitação das moléculas da parede da chaleira aumenta (**Fig. 1.5**) e, consequentemente, sua temperatura aumenta. Essa forma de transferência de calor, molécula a molécula, que necessita do contato físico entre as duas partes, é chamada de **condução**.

SANDRA HOMART

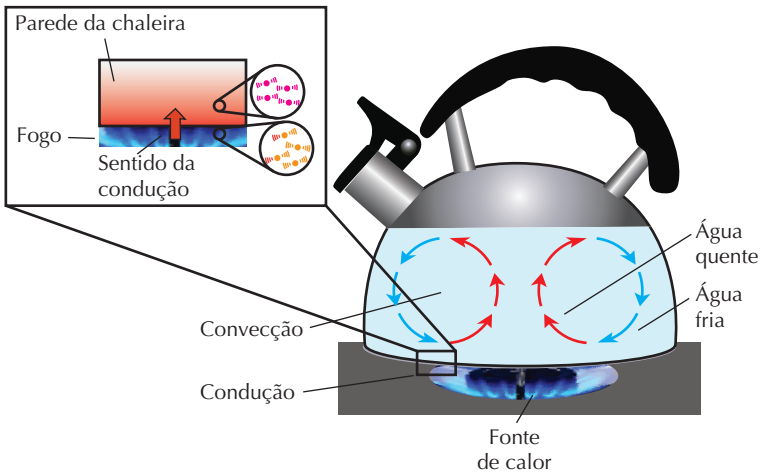


Figura 1.5 Representação esquemática da condução de calor na parede da chaleira. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Os materiais podem ser **condutores térmicos** ou **isolantes térmicos**. Os materiais em que a transferência de calor por condução é mais rápida são chamados de condutores térmicos; por exemplo, os metais em geral são bons condutores de calor por apresentarem elétrons livres em sua estrutura. Essas partículas fazem com que os metais conduzam calor mais rapidamente em comparação a materiais que não apresentam elétrons livres em sua estrutura. Já os materiais em que a transferência de calor por condução é mais lenta são chamados de isolantes térmicos.

O gelo, usado para construir os iglus, é um isolante térmico. Mesmo quando a temperatura externa está próxima de −45 °C, a temperatura dentro do iglu pode ser mantida a poucos graus Celsius acima de zero (**Fig. 1.6 A**). Também são exemplos de isolantes térmicos a lã, o vidro, a madeira e a borracha, entre outros materiais. Como já dissemos, os metais são bons condutores de calor, por isso as panelas geralmente são feitas de metal, como o ferro ou o alumínio (**Fig. 1.6 B**). Já para os cabos e alças das panelas são usados geralmente o plástico, a madeira e a borracha, que, por serem bons isolantes, impedem que o calor seja transferido para as mãos.

SMIT/SHUTTERSTOCK

KZENON/SHUTTERSTOCK

Figura 1.6 **(A)** O gelo, um isolante térmico, é usado na construção de iglus. **(B)** Por serem bons condutores de calor, os metais são usados em panelas.

Experimentalmente, o matemático e físico francês Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830) elaborou uma lei, hoje conhecida como **lei de Fourier**, sobre o processo de condução. Vamos considerar dois ambientes com temperaturas diferentes e constantes, T_1 e T_2, sendo $T_1 > T_2$, separados por uma parede com área A e espessura e, como mostra a **Figura 1.7**.

ERICSON GUILHERME LUCIANO

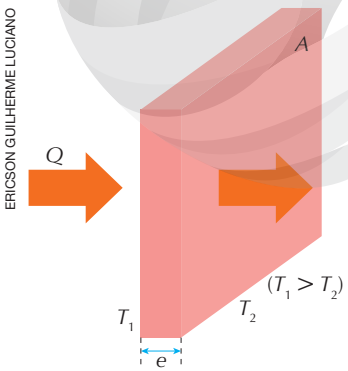


Figura 1.7 Transferência de calor entre dois ambientes separados por uma parede.

A quantidade de calor Q que atravessa a parede durante o intervalo de tempo Δt é chamada de **fluxo de calor** (ϕ), que é dado por:

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t}$$

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de fluxo de calor é o watt (W), que é igual a J s^{-1}.

A quantidade de calor Q que atravessa a parede pode ser expressa matematicamente por:

$$Q = K \cdot \frac{A \cdot (T_1 - T_2) \cdot \Delta t}{e}$$

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

em que K é uma constante que varia de acordo com o material de que é feito o corpo, nesse caso, a parede, e representa o **coeficiente de condutividade térmica**. Assim, o fluxo de calor pode ser reescrito como:

$$\phi = K \cdot \frac{A \cdot (T_1 - T_2)}{e}$$

No Sistema Internacional de Unidades (SI), K é expresso por: J s^{-1} m^{-1} K^{-1} ou W m^{-1} K^{-1}, que também correspondem a J s^{-1} m^{-1} °C. Outra forma de expressar K é por meio de cal s^{-1} m^{-1} K^{-1}, nesse caso a correspondência é dada por: 1 cal s^{-1} m^{-1} K^{-1} = 418,4 W m^{-1} K^{-1}.

A **Tabela 1.1**, ao lado, apresenta a condutividade térmica (K) de alguns materiais.

Tabela 1.1 Condutividade térmica (K) de alguns materiais

Material	K (W m^{-1} K^{-1})
Ar	0,026
Madeira (carvalho)	0,16
Água	0,61
Plástico (baquelite)	1,4
Gelo (0 °C)	2,2
Ferro	80,2
Alumínio	237
Ouro	317

Fonte consultada: LIDE, D. R. (ed.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. Flórida: CRC, 2016.

Imagine uma caixa de isopor cheia de latas de refrigerante, gelo e água, com uma espessura de 3 cm e área superficial total de 1 m^2. Essa caixa está em um ambiente a 30 °C, já seu interior se encontra a 0 °C. Considerando a condutividade do isopor como K = 0,01 J s^{-1} m^{-1} $°C^{-1}$, qual o sentido do fluxo de calor? Qual o valor desse fluxo?

O fluxo se dá do ambiente mais quente para o mais frio, portanto, o fluxo de calor se dá de fora para dentro da caixa. O valor do fluxo é:

$$\phi = K \cdot \frac{A \cdot (T_1 - T_2)}{e} \Rightarrow \phi = 0{,}01 \text{ J } s^{-1} m^{-1} °C^{-1} \cdot \frac{1 \text{ m}^2 \cdot (30 °C - 0)}{0{,}03 \text{ m}} \therefore \phi = 10 \text{ J } s^{-1}$$

Mudanças de fase

Vimos anteriormente como as mudanças de fase da água estão presentes no ciclo hidrológico. Nesta seção, vamos estudar os aspectos físicos relacionados às fases sólida, líquida e gasosa e como ocorrem mudanças de uma fase para a outra. Veremos que, de maneira geral, a fase de uma substância depende da agregação das moléculas e dos átomos que a compõem.

Na **fase sólida**, os átomos e as moléculas de uma substância estão fortemente ligados por causa da alta intensidade da força de atração entre eles e podem formar uma estrutura geométrica regular, chamada de estrutura cristalina (**Fig. 1.8**). Nessa fase, a ligação entre as partículas é tão forte que dificulta sua movimentação, assim, os corpos na fase sólida têm forma e volume bem definidos.

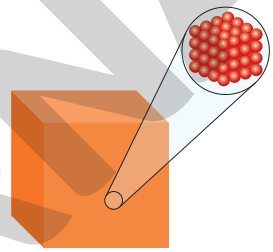


Figura 1.8 Na fase sólida, os átomos ou moléculas que compõem a substância estão fortemente ligados e arranjados de forma regular. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Quando um sólido é aquecido, suas moléculas recebem energia cinética e as ligações intermoleculares começam a ser rompidas. A intensidade da força de atração entre os átomos e as moléculas diminui, tornando-se menor que na fase sólida, por isso os agrupamentos atômicos apresentam pouco movimento, constante e desordenado. Nessa condição, a matéria está na **fase líquida**. Embora não apresentem forma definida, tomando, portanto, a forma do recipiente que as contém, as substâncias nessa fase ainda têm o volume bem definido (**Fig. 1.9**).

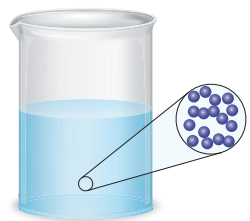


Figura 1.9 Na fase líquida, a intensidade da força de atração entre os átomos e as moléculas da substância é menor do que na fase sólida. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

O aquecimento de um líquido desfaz por completo a agregação entre os átomos e as moléculas e, assim, a intensidade da força de atração entre eles passa a ser bem menor. Com o ganho de energia térmica, a substância tem sua temperatura elevada, isto é, a agitação térmica aumenta e a velocidade dos agrupamentos atômicos torna-se cada vez maior, fazendo com que ocupem todo o espaço do ambiente que os retém. Nessa condição, a matéria está na **fase gasosa** e sua forma e seu volume não são bem definidos (**Fig. 1.10**).

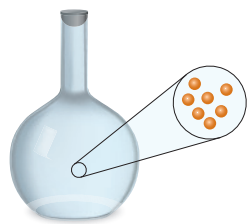


Figura 1.10 Na fase gasosa, a intensidade da força de atração entre os átomos e as moléculas da substância é muito menor do que na fase líquida, fazendo com que ela ocupe todo o espaço do ambiente ou recipiente em que estiver retida. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Portanto, de maneira geral, podemos dizer que as fases da matéria podem ser diferenciadas pelo espaçamento entre os átomos e as moléculas que a compõem, e ela pode se apresentar em qualquer fase, dependendo da temperatura e de uma grandeza escalar denominada pressão (p). Vamos aprofundar o estudo da pressão posteriormente, mas podemos defini-la como a força (F) aplicada perpendicularmente a uma superfície de área (A):

$$p = \frac{F}{A}$$

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a pressão é medida em N m^{-2}, também chamada de **pascal** (Pa). Outras unidades muito comuns são atm (1 atm = 1,01325 · 10^5 Pa), bar (1 bar = 10^5 Pa) e mmHg (1 mmHg = 133,322 Pa).

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

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

MODERNA

Para uma dada pressão constante, cada substância pura apresenta uma temperatura diferente para mudar de fase, sendo cada mudança de fase classificada com um nome específico:

- **fusão:** passagem da fase sólida para a líquida (**Fig. 1.11 A**).
- **vaporização:** passagem da fase líquida para a gasosa (**Fig. 1.11 B**). Quando esse processo ocorre de forma lenta, é chamado de **evaporação**. É o que acontece com uma poça ao receber radiação solar, por exemplo. Quando o líquido atinge uma temperatura máxima, que depende da pressão, a vaporização se torna mais rápida, formando borbulhas. Nesse caso, a vaporização é chamada de **ebulição**. É o que podemos observar em uma chaleira com água sobre a chama do fogão.

SAMUEL BLANC/BIOSPHOTO/AFP

FUKEZ84/SHUTTERSTOCK

Figura 1.11 **(A)** Exemplo de fusão. O derretimento de uma geleira na Noruega levou à formação de uma cachoeira. **(B)** Água evaporando de uma fonte termal no Parque Nacional de Yellowstone, nos Estados Unidos (2018), é um exemplo de vaporização.

- **condensação:** passagem da fase de vapor para a líquida (**Fig. 1.12 A**). É o que observamos quando o orvalho se forma nas folhas das plantas. As partículas de água que surgem na superfície da folha resultam da condensação da umidade presente no ar.
- **solidificação:** passagem da fase líquida para a sólida. É por esse processo que o gelo se forma no topo das montanhas mais altas (**Fig. 1.12 B**), por exemplo.

LEONIDAS SANTANA/ALAMY/FOTOARENA

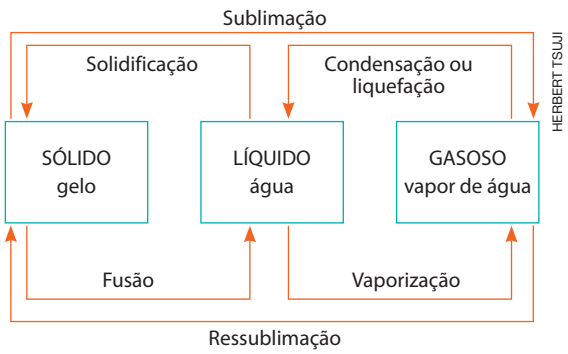
LUCAG_G/ALAMY/FOTOARENA

Figura 1.12 **(A)** Exemplo de condensação. Orvalho formado nas folhas durante uma noite fria. **(B)** Em baixas temperaturas, como nas altas montanhas dos Alpes europeus (2017), o gelo formado é decorrente da solidificação.

- **sublimação:** passagem da fase sólida para a gasosa sem passar pela fase líquida. É o que acontece com o dióxido de carbono sólido, chamado de gelo-seco, usado em festas e espetáculos (**Fig. 1.13**). Da fase gasosa para a sólida, o processo é chamado de **ressublimação**. Um resumo das mudanças de fase pode ser visto na **Figura 1.14**.

PHOTO RESEARCHERS/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

Figura 1.13 Exemplo de sublimação. O gelo-seco passa da fase sólida para a gasosa.



HERBERT TSUJI

Figura 1.14 Esquema das mudanças de fase.

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

Ciclo da água

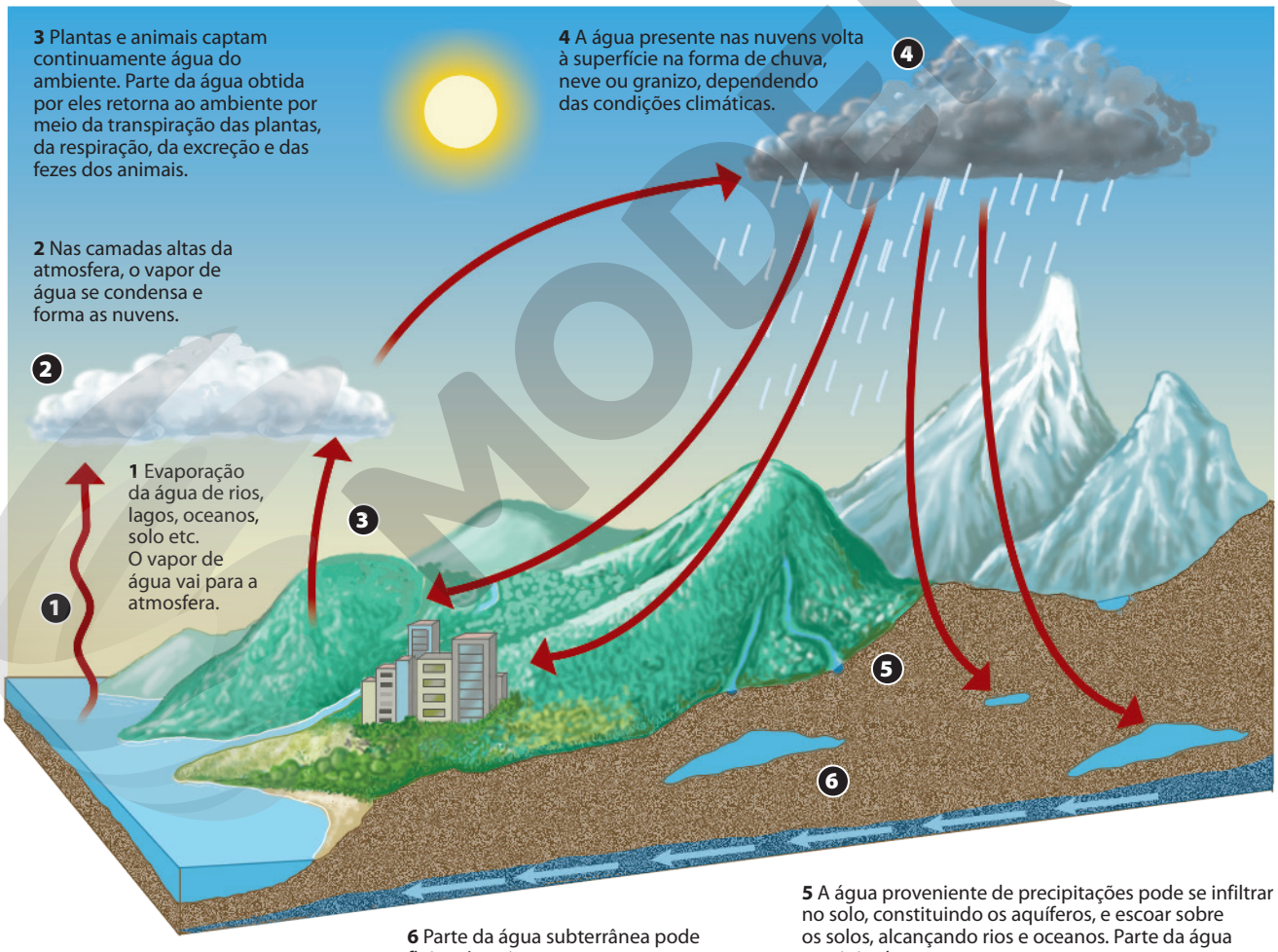
O ciclo da água, representado de modo simplificado na **Figura 1.15**, é um dos ciclos biogeoquímicos que ocorrem na natureza. Nesses ciclos, há troca e circulação de materiais entre os componentes abióticos e bióticos do meio.

No ciclo da água há mudanças de fase em função principalmente de variações de temperatura.

O Sol é a principal fonte de energia que mantém o ciclo da água: ele está diretamente envolvido com a **evaporação** da água líquida presente no solo e nos diferentes tipos de ambientes aquáticos, como rios, mares e lagos, e está indiretamente relacionado ao processo de **transpiração** que ocorre nas plantas terrestres. Nas florestas, as árvores são importantíssimas na transferência da água na forma líquida no solo para a forma de vapor na atmosfera – e isso se dá pela transpiração. Uma única árvore pode ser capaz de transportar centenas de litros de água por dia.

O vapor de água decorrente da evaporação e da transpiração passa para a atmosfera, onde circula em função das correntes de convecção do ar e de outros processos atmosféricos. Esse vapor, ao sofrer resfriamento, condensa-se formando gotículas de água que podem se acumular e formar as nuvens. Quando o resfriamento é ainda maior, há possibilidade de haver a formação de cristais de gelo. A água presente nas nuvens volta à superfície terrestre na forma de chuva, neve ou granizo (pedras sólidas de gelo). Na superfície, parte dessa água vai para mares, rios, lagos e outros ambientes aquáticos, ou penetra pelas camadas permeáveis do solo e se acumula em reservatórios subterrâneos.

No caso dos seres vivos, a água líquida entra no corpo por meio da absorção ou ingestão. A água é fundamental para os diferentes processos metabólicos do corpo dos organismos. Parte da água presente no corpo dos seres vivos retorna ao ambiente pela respiração, pela excreção, pelas fezes dos animais e principalmente pela transpiração de plantas terrestres.



PAULO CESAR

Figura 1.15 Representação esquemática do ciclo da água. Assim como a evaporação ocorre tanto nos oceanos como em terra e nos rios e lagos, a chuva também ocorre em todos esses ambientes. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

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

MODERNA

Calor latente

Ao trocar calor com outros corpos ou com o ambiente, um corpo apresenta mudança de temperatura ou de fase.

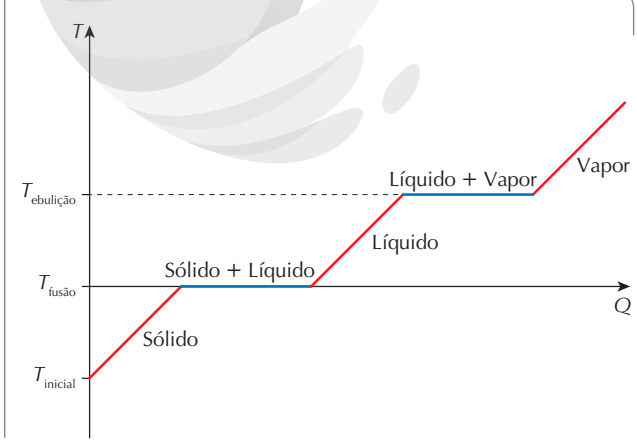
Por exemplo, a água dos rios e mares recebe calor do Sol continuamente. Enquanto há incidência dos raios solares sobre a água, sua temperatura aumenta e ela permanece em um mesmo estado de agregação até atingir a temperatura de evaporação, podendo dar origens às nuvens. A partir desse ponto, a água começa a se transformar em vapor (evaporação). Ao receber calor continuamente, o gelo também tem sua temperatura alterada até atingir a temperatura de fusão, a partir da qual começa a se transformar em líquido. Na transição de uma fase para a outra, gelo e água líquida ocorrem simultaneamente e mantêm sua temperatura sem alteração até que a fusão esteja completa.

A temperatura da água e de qualquer substância pura não varia durante a transição de fase. Você pode experimentar usar um termômetro apropriado para verificar a temperatura da água líquida enquanto ela recebe calor de uma chama. Quando a água atinge a temperatura de ebulição, de 100 °C, ao nível do mar, entra em ebulição e sua temperatura não se altera até que todo o líquido se torne vapor.

Se, ao atingir a temperatura de mudança de fase, a temperatura não varia e não há outro efeito da absorção de calor pela água, para onde vai o calor absorvido por ela?

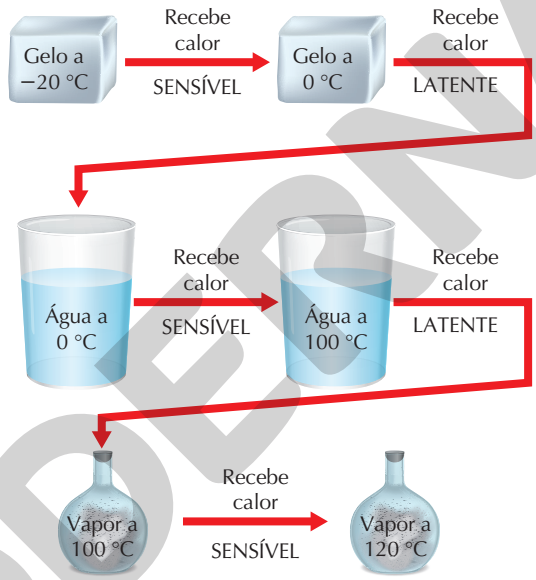
Em toda mudança de fase, o calor absorvido ou liberado interfere no grau de agregação dos átomos ou moléculas, seja quebrando ou reconstituindo as ligações interatômicas ou intermoleculares, seja separando ou aproximando os átomos e as moléculas. Esse fenômeno pode ser representado por um gráfico de temperatura (*T*) *versus* a quantidade de calor absorvida (*Q*), que recebe o nome de **curva de aquecimento**. Nesse gráfico (**Fig. 1.16**), as linhas horizontais, ou seja, referentes à temperatura constante, indicam que a temperatura do corpo que cede ou absorve calor não varia.

Figura 1.16 Curva de aquecimento de uma substância pura



ERICSON GUILHERME LUCIANO

A quantidade de calor que provoca variação de temperatura é chamada de calor sensível e pode ser calculada pela equação fundamental da calorimetria ($Q = m \cdot c \cdot \Delta T$). Mas há uma grandeza que representa a quantidade de calor para que um corpo mude de fase, chamada de **calor latente**. A quantidade de calor necessária para a mudança de fase de uma determinada substância depende da natureza da substância, da quantidade da substância e da mudança de fase ocorrida. Além disso, a temperatura de mudança de fase também é característica de cada material e da pressão à qual o material está submetido. Para a água, submetida à pressão de 1 atm, temos as transformações mostradas na **Figura 1.17**.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 1.17 Representação esquemática de mudança de fase. Parte do calor recebido pelo gelo provoca mudança de temperatura (calor sensível), enquanto outra parte resulta na mudança de fase (calor latente). (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Definimos calor latente (*L*) como a quantidade de calor por unidade de massa (*m*) que determinada substância deve receber ou ceder para mudar de fase. A relação entre a quantidade de calor recebido ou fornecido *Q* e o calor latente *L* é matematicamente dada por:

$$L = \frac{Q}{m} \text{ ou } Q = m \cdot L$$

Quando ocorre a passagem da fase sólida para a líquida, indicamos o calor latente como calor latente de fusão, $L_{fusão}$. Ao processo inverso, damos o nome de calor latente de solidificação, $L_{solidificação}$, que tem o mesmo módulo de $L_{fusão}$, mas com sinal trocado:

$$L_{fusão} = -L_{solidificação}$$

Se o material passa da fase líquida para a gasosa, então o calor latente é chamado de calor latente de vaporização $L_{vaporização}$. Na passagem da fase gasosa para a líquida, consideramos o calor latente de condensação, $L_{condensação}$, que tem o mesmo módulo de $L_{vaporização}$, mas com sinal trocado:

$$L_{vaporização} = -L_{condensação}$$

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

MODERNA

Tabela 1.2 Temperaturas de fusão, ebulição e vaporização de algumas substâncias

Substância	Temperatura de fusão (°C)	Calor latente de fusão (cal g^{-1})	Temperatura de ebulição (°C)	Calor latente de vaporização (cal g^{-1})
Água	0	79,5	100	539,8
Álcool etílico	−114	24,8	78	204,0
Chumbo	327,3	5,9	1.750	207,8
Alumínio	660	94,8	2.450	2.722,8
Prata	960,8	21,1	2.193	556,5
Ouro	1.063	15,4	2.660	377,4
Cobre	1.083	32,0	1.187	1.208,6

Fonte: SERWAY, Raymond A.; JEWETT JR., John W. *Princípios de física*, Volume 2 – Oscilações, ondas e termodinâmica. Tradução da 5ª edição norte-americana. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida de calor latente é J kg^{-1}, mas a unidade cal g^{-1} também é utilizada.

A **Tabela 1.2** apresenta as temperaturas de fusão, ebulição e vaporização de algumas substâncias.

Entre os materiais apresentados na tabela, quais são os mais apropriados para produzir um recipiente para derreter um pedaço de prata? Por quê?

De acordo com a tabela, a temperatura de fusão da prata é 960,8 °C. Para derretê-la, o material do recipiente deve ter uma temperatura de fusão maior que essa. Entre os materiais apresentados, os únicos que atendem a esse critério são o ouro (1.063 °C) e o cobre (1.083 °C).

E que quantidade de calor total deve ser fornecida a uma barra de 2 kg de gelo a −10 °C para que seja completamente transformada em vapor a 100 °C? Considere o calor específico do gelo $c_{gelo} = 0{,}5$ cal g^{-1} °C^{-1} e o calor específico da água $c_{água} = 1{,}0$ cal g^{-1} °C^{-1}.

Primeiro, vamos calcular a quantidade de calor para aquecer o gelo até 0 °C, considerando o calor específico do gelo $c_{gelo} = 0{,}5$ cal g^{-1} °C^{-1}:

$Q_1 = m \cdot c_{gelo} \cdot \Delta T \Rightarrow$

$\Rightarrow Q_1 = 2.000\ g \cdot 0{,}5\ cal\ g^{-1}\ °C^{-1} \cdot [0 - (-10\ °C)] \therefore$

$\therefore Q_1 = 10.000$ cal ou $Q_1 = 10$ kcal

Considerando o calor latente de fusão do gelo $L_{fusão} = 80$ cal g^{-1}, a quantidade de calor necessária para derreter o gelo pode ser calculada como:

$Q_2 = m \cdot L_{fusão} \Rightarrow Q_2 = 2.000\ g \cdot 80\ cal\ g^{-1} \Rightarrow$

$\Rightarrow Q_2 = 160.000$ cal $\therefore Q_2 = 160$ kcal

Agora, considerando o calor específico da água $c_{água} = 1{,}0$ cal g^{-1} °C^{-1}, vamos calcular a quantidade de calor para aquecer a água até 100 °C:

$Q_3 = m \cdot c_{água} \cdot \Delta T \Rightarrow$

$\Rightarrow Q_3 = 2.000\ g \cdot 1{,}0\ cal\ g^{-1}\ °C^{-1} \cdot (100\ °C - 0)] \therefore$

$\therefore Q_3 = 200.000$ cal ou $Q_3 = 200$ kcal

Finalmente, considerando o calor latente de vaporização $L_{vapor} = 540$ cal g^{-1}, vamos calcular a quantidade de calor para evaporar a água:

$Q_4 = m \cdot L_{vapor} \Rightarrow Q_4 = 2.000\ g \cdot 540\ cal\ g^{-1} \therefore$

$\therefore Q_4 = 1.080.000$ cal ou $Q_4 = 1.080$ kcal

Portanto, somando as quantidades de calor calculadas, temos a quantidade de calor total que deve ser fornecida:

$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \Rightarrow$

$\Rightarrow Q = 10\ kcal + 160\ kcal + 200\ kcal + 1.080\ kcal \therefore$

$\therefore Q = 1.450$ kcal

Diagrama de mudança de fase

Até aqui, tratamos das trocas de calor considerando que as substâncias sempre são submetidas à mesma pressão; no entanto, a mudança de pressão altera a temperatura e o volume dos corpos, por isso vamos estudá-la.

Como vimos, a matéria pode se apresentar nas fases sólida, líquida e gasosa. O que determina a fase da matéria, ou o grau de agitação de suas partículas, são a temperatura e a pressão às quais a matéria é submetida.

Agora, vamos analisar a mudança de fase de substâncias a partir da variação de temperatura e pressão utilizando o **diagrama de mudança de fase**. Esse diagrama é um gráfico de pressão *versus* temperatura que fornece informação sobre a fase de uma dada substância a partir dos valores de pressão e temperatura.

Analisando o diagrama de mudança de fase, como os da **Figura 1.18 A** e **Figura 1.18 B**, percebemos três regiões. Cada uma representa uma fase da matéria. Um ponto localizado na região da fase sólida informa que, nesse ponto, que corresponde a determinada temperatura e pressão, a substância deve estar na fase sólida. O mesmo acontece com os pontos localizados na região da fase líquida e na região da fase gasosa. Um ponto sobre as linhas que determinam as fronteiras entre as regiões representa uma substância que está ao mesmo tempo em duas fases. A linha 1, entre as regiões das fases sólida e líquida, recebe o nome de curva de fusão/solidificação. A linha 2, entre as regiões das fases líquida e gasosa, é chamada de curva de vaporização/condensação. A linha 3, que separa as regiões das fases sólida e gasosa, é chamada de curva de sublimação. Um ponto sobre a curva de vaporização/condensação, por exemplo, indica uma temperatura e uma pressão nas quais a substância apresenta, ao mesmo tempo, uma porção na fase líquida e outra na fase gasosa.

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

MODERNA

Fique por dentro

Estados da matéria

Com esse simulador você pode estudar as mudanças de fase e as interações entre os átomos em função da distância entre eles.

Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter/latest/states-of-matter_pt_BR.html>.

Leituras de Física – GREF – Física Térmica

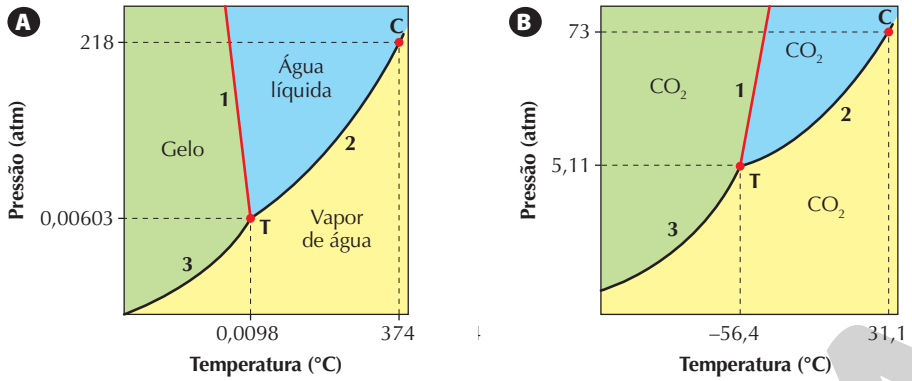
COPPELLI, A. C. *et al.* Leituras de Física: Física térmica. *GREF – Instituto de Física da USP.*

Esse texto do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF) do Instituto de Física da USP apresenta conceitos, experimentos e atividades diversificadas sobre as mudanças de fase.

Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/termo/termo3.pdf>.

Acessos em: 29 abr. 2020.

Figura 1.18 Diagramas de mudança de fase da (A) água e do (B) dióxido de carbono (CO_2)



Em ambos os casos, os eixos de pressão e de temperatura estão fora de escala.

O ponto triplo (T), ou ponto em que se cruzam as três curvas de mudança de fase, corresponde à temperatura e à pressão em que a substância apresenta porções, simultaneamente, nas fases sólida, líquida e gasosa.

Observe o diagrama de fases de uma substância genérica na **Figura 1.19**.

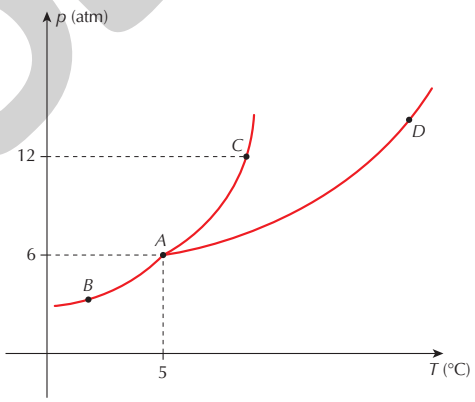
O que representam os pontos *A*, *B*, *C* e *D*?

O ponto *A* é o ponto triplo em que coexistem as fases sólida, líquida e gasosa da substância. O ponto *B* está sobre a curva de sublimação e, portanto, representa um estado de equilíbrio entre as fases sólida e gasosa. O ponto *C*, que está sobre a curva de fusão, representa um estado de equilíbrio entre as fases sólida e líquida. O ponto *D* está sobre a curva de vaporização.

Sob pressão de 2 atm e à temperatura de 3 °C, em que fase estará a substância?

A pressão de 2 atm e a temperatura de 3 °C definem um ponto situado na região à direta da curva de sublimação e abaixo da curva de vaporização; logo, a substância está na fase gasosa.

Figura 1.19 Diagrama de mudança de fase de uma substância genérica

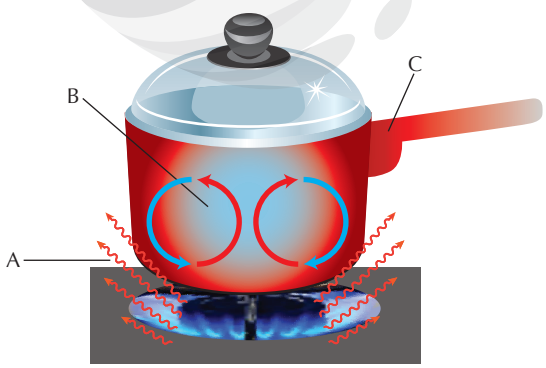


ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

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

Atividades

Registre em seu caderno

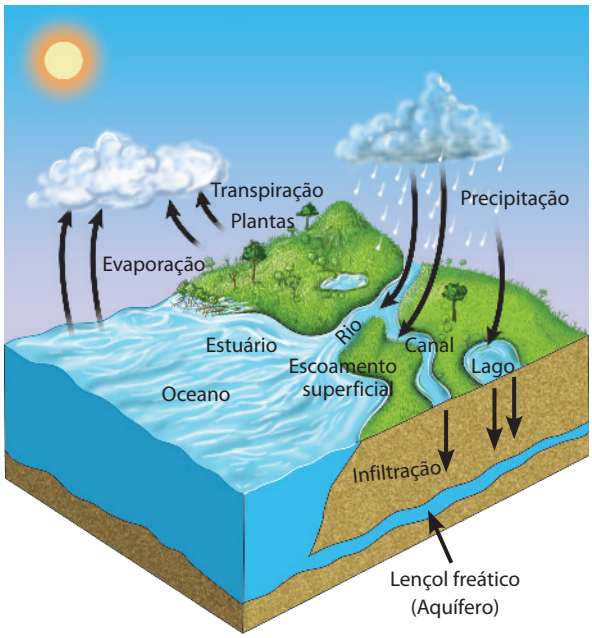


SANDRA HOMART

1. Geralmente os cabos de panelas e de frigideiras não são feitos de materiais metálicos. Justifique por quê.
2. Identifique no caderno os processos de troca de calor indicados por A, B e C na figura ao lado.

3. (UFPB) A manutenção do ciclo da água na natureza, representado na figura abaixo, é imprescindível para garantir a vida na Terra.

PAULO CESAR



De acordo com a figura, é correto afirmar:

a) O ciclo da água envolve fenômenos físicos e químicos.

b) A formação de nuvens envolve liberação de calor.

c) A precipitação resulta da condensação do vapor de água.

d) A precipitação envolve absorção de calor.

e) A evaporação das águas dos rios, lagos e oceanos é um fenômeno químico.

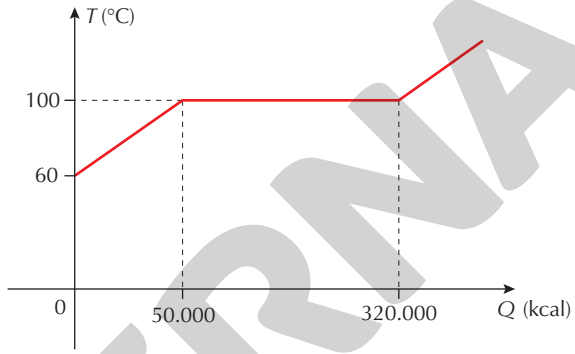
4. Uma quantidade de calor de $5 \cdot 10^3$ cal atravessa uma placa de metal em 10 minutos. Determine o fluxo de calor transmitido por condução em cal s^{-1}. Considere 1 J = 4 cal.

5. Um vidro plano, com coeficiente de condutividade térmica 0,0183 cal s^{-1} cm^{-1} $°C^{-1}$, tem área de 500 cm^2 e espessura de 3,50 mm. O fluxo de calor por condução através do vidro é de 1.000 cal s^{-1}. Calcule a diferença de temperatura entre suas faces.

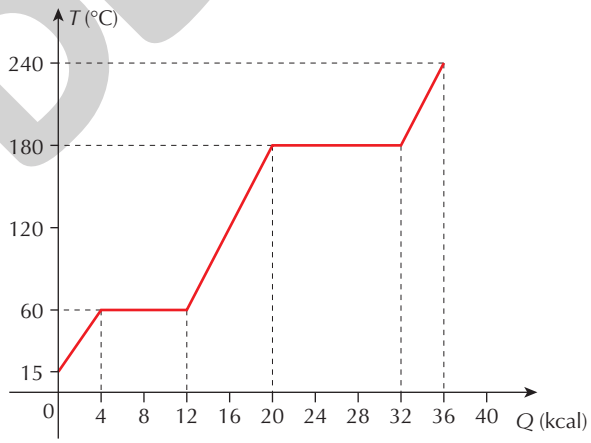
6. Uma placa de ferro de 250 g à temperatura de 30 °C é levada a um forno para ser completamente derretida. São fornecidas à placa 60 kcal. Com essa quantidade de calor é possível cumprir com tal objetivo? Considere o calor específico do ferro igual a 0,11 cal g^{-1} $°C^{-1}$, o calor latente de fusão igual a 64 cal g^{-1} e sua temperatura de fusão igual a 1.535 °C.

7. Uma vasilha com 1 L de água a 80 °C é colocada dentro de um recipiente fechado a fim de derreter uma camada de 2 kg de gelo a 0 °C. Considerando que não haja troca de calor do recipiente com o exterior, é possível derreter completamente essa massa de gelo? Adote: calor específico da água igual a 1 cal g^{-1} $°C^{-1}$; calor latente de fusão do gelo igual a 80 cal g^{-1}.

8. O gráfico a seguir representa a curva de evaporação de uma porção de água aquecida em um recipiente em função do calor por ela recebido. Qual é a massa dessa porção de água? Considere o calor latente de vaporização da água igual a 540 cal g^{-1}.



9. Considere uma substância com 150 g de massa cuja curva de aquecimento é apresentada a seguir.



Responda:

a) Qual é a temperatura de fusão dessa substância? E a temperatura de vaporização?

b) Qual é o calor específico dessa substância?

c) Qual é seu calor latente de fusão?

d) Qual é o calor latente de vaporização dessa substância?

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

MODERNA

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

TEMA 2

Vulnerabilidade dos recursos hídricos

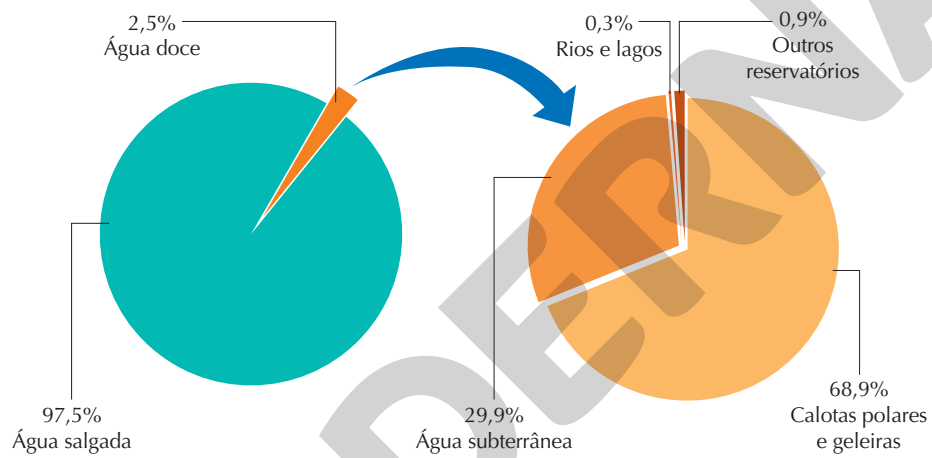
Mais da metade da superfície terrestre é coberta por água, a maior parte dela salgada, presente nos mares e oceanos. A água salgada é imprópria para o consumo humano e da maioria dos animais. Apenas uma pequena parte do total de água do planeta é de água doce, e, de toda a água doce existente, uma porcentagem ainda menor está na forma líquida e disponível como recurso, ou seja, que pode ser explorada economicamente, como mostra o gráfico abaixo (**Fig. 2.1**).

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 2; 5; 6; 7; 9; 10
Habilidades: EM13CNT202; EM13CNT203; EM13CNT206; EM13CNT301; EM13CHS301; EM13CHS304

ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 2.1 Distribuição de água no planeta Terra



Fonte: REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. *Águas doces no Brasil*: capital ecológico, uso e conservação. 4. ed. São Paulo: Escrituras, 2015.

O ser humano altera o ciclo da água de várias maneiras. A água utilizada para o consumo humano, por exemplo, é retirada de fontes subterrâneas ou superficiais e submetida a tratamento para torná-la potável. Após o uso, as águas residuais chegam às estações de tratamento de esgoto, onde são tratadas antes de retornar para o ecossistema. O lançamento de esgoto sem tratamento adequado diretamente em corpos-d'água acarreta graves consequências ambientais e sociais.

Fique por dentro

Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2018

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional das águas.
O relatório, publicado pela Agência Nacional de Águas (ANA), destaca, entre outros temas, a situação da quantidade e da qualidade da água, seus diferentes usos e as ações de gestão e regulação realizadas para minimizar os impactos das crises hídricas no Brasil.
Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/portal/publicacao/Conjuntura2018.pdf>.
Acesso em: 27 abr. 2020.

Disponibilidade de água doce no Brasil e no mundo

A água doce existente no mundo está distribuída geograficamente de maneira desigual. Mais da metade de toda a reserva renovável de água doce está concentrada em apenas seis países: Brasil, Rússia, Canadá, Indonésia, China e Colômbia. Em contrapartida, alguns países, como Jordânia e Kuwait, possuem reservas renováveis de água doce reduzidas ou praticamente inexistentes.

Nesse contexto, o Brasil encontra-se em posição privilegiada, pois detém 53% da água doce da América do Sul e 12% da vazão total mundial dos rios. No entanto, isso não significa que todos os brasileiros têm acesso à água doce. Há locais em que a disponibilidade hídrica não é favorável, como nos estados de Pernambuco, Paraíba e Sergipe e no Distrito Federal. Mais da metade da reserva renovável de água doce do Brasil está na região da Amazônia, cuja concentração populacional é baixa. Já no Sudeste, região de maior densidade populacional, há apenas 6% do total de água doce do país.

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

MODERNA

Diante desse cenário, é importante que o uso racional da água esteja sempre em discussão, tendo em vista a importância desse recurso para a manutenção dos ecossistemas, da qualidade de vida dos cidadãos e do desenvolvimento econômico do país.

Uso da água

Um conceito que tem sido muito considerado nos estudos recentes a respeito do uso da água é o da pegada de água (traduzido do inglês *water footprint*) ou **pegada hídrica**. Segundo esse conceito, deve-se considerar no cálculo do consumo de água não apenas a que usamos diretamente para beber, cozinhar e lavar, mas também a água empregada de forma indireta: na produção de alimentos, papel, roupas, eletrônicos etc. A pegada de água de uma pessoa, comunidade ou empresa é, portanto, definida como o volume total de água doce usado para produzir todos os bens e serviços consumidos por ela (**Fig. 2.2**).

Essa forma de calcular o consumo hídrico foi elaborada pelo pesquisador holandês Arjen Y. Hoekstra (1967-2019) com o objetivo de mostrar que a chamada água virtual – aquela que não vemos e está embutida na produção de alimentos e de bens de consumo – é fundamental nas análises estratégicas de uso consciente da água.

Ecossistemas aquáticos

A manutenção da qualidade da água não se restringe apenas à importância de seu uso e consumo pelos seres humanos, mas também se destina à preservação da vida aquática, fundamental no equilíbrio desses ecossistemas. Esse equilíbrio se reflete na manutenção da vida de todos os demais seres vivos, pois não podemos pensar no planeta Terra como se ele fosse dividido em compartimentos que não se inter-relacionam. Pense, por exemplo, na mortalidade ou contaminação de peixes e em como isso pode impactar toda uma teia alimentar, incluindo aí a espécie humana.

Os ecossistemas aquáticos estão representados basicamente pelos oceanos, pelos rios e pelos lagos. Neles, há grande diversidade de seres vivos que podem ser agrupados em três categorias, em relação ao modo de vida: **plâncton** (do grego *plagktós* = errante); **nécton** (do grego *nektón* = aquele que sabe nadar) e **bentos** (do grego *bénthos* = profundo).

Os organismos planctônicos vivem em suspensão na coluna de água, sendo carregados passivamente pela correnteza. Alguns deles até apresentam movimentos ou locomoção, mas não são capazes de superar a força das correntes. No plâncton, os organismos clorofilados compõem o **fitoplâncton** (**Fig. 2.3 A**) e os não clorofilados, o **zooplâncton** (**Fig. 2.3 B**). O fitoplâncton está representado por certas espécies de cianobactérias e de algas, geralmente microscópicas. Por realizarem a fotossíntese, são fundamentais como produtoras nas cadeias alimentares aquáticas. Além disso, a maior parte do gás oxigênio da atmosfera provém da fotossíntese realizada pelo fitoplâncton. O zooplâncton compreende organismos heterótrofos, representados por certas espécies animais, como pequenos crustáceos e medusas, além de várias espécies de organismos unicelulares, como os foraminíferos.

Os organismos nectônicos são capazes de nadar ativamente na coluna de água, superando a força da correnteza. Estão representados por várias espécies animais, como peixes, mamíferos aquáticos e lulas.

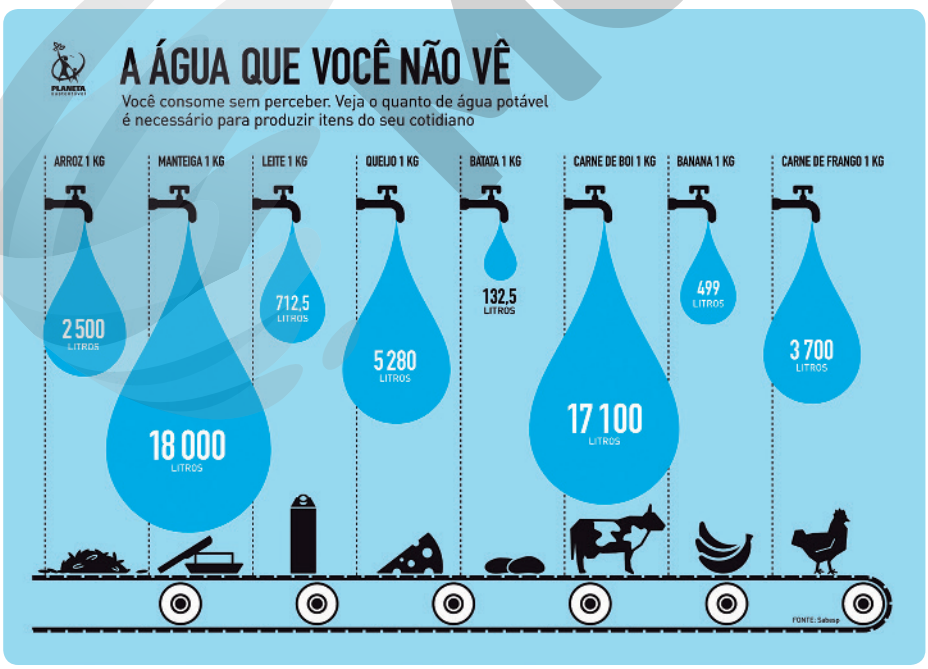
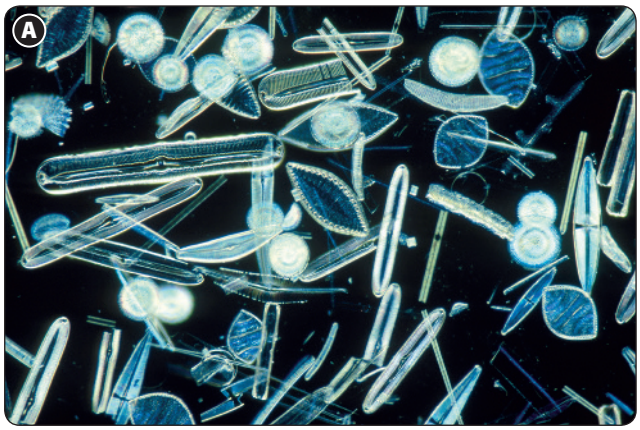


Figura 2.2 Quantidade, em litros, de água necessária para a produção de alguns itens usados na alimentação humana.

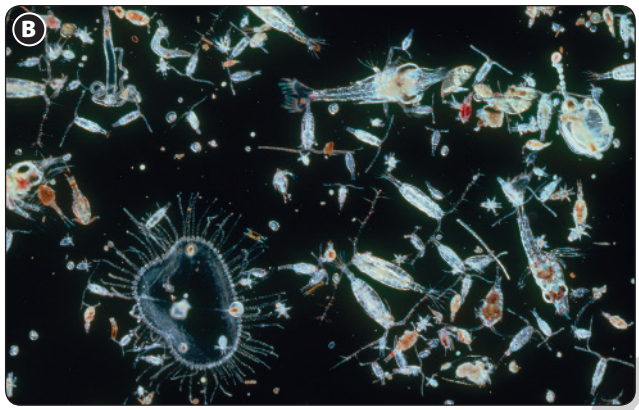
Fonte: A água que você não vê. *Revista Planeta Sustentável*. São Paulo, 3 set. 2012.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.
PLANETA SUSTENTÁVEL/ABRIL COMUNICAÇÕES S.A.

Os organismos bentônicos vivem associados ao substrato, podendo ser fixos (sésseis), como corais, ostras, cracas e várias espécies de algas, ou se mover sobre o fundo (vágeis), como caranguejos, estrelas-do-mar e caramujos (**figura 2.3 C**).



M. I. WALKER/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA



DR. D. P. WILSON/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

MICHELE WESTMORLAND/CORBIS DOCUMENTARY/GETTY IMAGES

Figura 2.3 **(A)** Fitoplâncton marinho. (Imagem obtida de microscópio de luz e ampliada 16 vezes.) **(B)** Zooplâncton marinho. (Imagem obtida de microscópio de luz e ampliada 10 vezes.) **(C)** Corais e lagostas são exemplos de animais que vivem associados ao substrato do fundo do mar e compõem o bentos (Bahamas, 2012).

Oceanos

A ciência que estuda os oceanos, incluindo seus aspectos físico-químicos, geológicos e biológicos, é a **Oceanografia**.

Os oceanos cobrem cerca de 75% da superfície da Terra. A profundidade média é de cerca de 4.000 m; a máxima, na Fossa das Marianas, no mar das Filipinas, é de aproximadamente 11.000 m. Com essas dimensões, esse é considerado o maior ambiente natural do planeta e é o menos conhecido de todos.

Em relação aos demais ecossistemas, os oceanos apresentam menor variação dos fatores abióticos, sendo os mais importantes: temperatura, penetração de luz, salinidade, correntes marinhas, marés e disponibilidade de nutrientes minerais. A seguir, exploraremos cada um dos principais fatores abióticos.

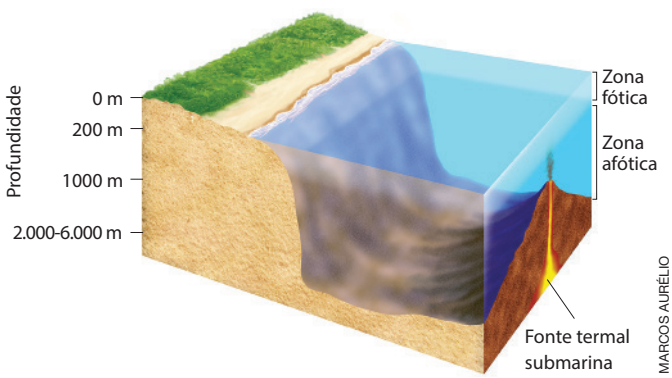
Temperatura

A **temperatura** da água pode variar com a intensidade da radiação solar que atinge sua superfície e com a penetração na coluna de água. Quando a radiação solar incide na superfície dos oceanos, parte da energia luminosa é convertida em energia térmica logo nos primeiros metros de profundidade, provocando aumento de temperatura.

Assim, a temperatura superficial da água varia mais do que a temperatura da água profunda. Na superfície, ocorre uma variação de acordo com as estações do ano e a latitude. Com a profundidade, a temperatura da água tende a diminuir, mantendo-se mais constante a partir dos 1.000 m (entre 1 °C e 3 °C).

Penetração de luz

A quantidade da **radiação luminosa** e a **penetração de luz** na água são fatores diretamente relacionados com o processo fotossintético. Com base nesses fatores, é possível identificar duas zonas principais nos oceanos: a zona **fótica**, na qual há luz suficiente para a fotossíntese, e a **afótica**, na qual a fotossíntese não ocorre (**Fig. 2.4**). A **turbidez da água** é um fator importante na definição da profundidade da zona fótica. Em regiões de águas claras, por exemplo, a zona fótica pode alcançar cerca de 200 m de profundidade. Embora seja possível detectar luz a até cerca de 1.000 m de profundidade, a intensidade luminosa não é suficiente para a ocorrência de fotossíntese. A partir de 1.000 m de profundidade, a escuridão é total.



MARCOS AURÉLIO

Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al*. *Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

Figura 2.4 Representação esquemática das principais zonas oceânicas em função da profundidade da coluna de água. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

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

A radiação luminosa exerce papel importante na distribuição e na ocorrência de organismos marinhos. Na zona fótica, a riqueza de vida é maior do que na zona afótica em função da presença de organismos fotossintetizantes, que são a base das cadeias alimentares.

A vida na região afótica é basicamente heterótrofa. Nela, há animais adaptados à escassez de alimento. As cadeias alimentares da zona afótica dependem da chamada "chuva de detritos": animais e outros organismos mortos das camadas superiores da água que afundam lentamente. Nessas regiões profundas encontram-se também predadores, que se alimentam de outros animais.

Muitos dos peixes das profundezas são pequenos, não atingindo mais que alguns centímetros. Apresentam boca ampla e estômago dilatável, adaptações importantes à escassez de alimento. Apesar de alguns desses animais serem cegos, a maioria apresenta bioluminescência (produção de luz) e olhos bem desenvolvidos e sensíveis à luz.

Desde 1977, têm sido descobertas em profundidades oceânicas que ultrapassam os 2.000 metros as fontes termais submarinas. Nelas, diferentemente dos demais locais da zona afótica, há bactérias quimiossintetizantes que produzem o próprio alimento a partir de compostos inorgânicos liberados por fendas no assoalho marinho. Esses organismos são os produtores nesse tipo de ambiente e sustentam toda uma comunidade especial, com espécies típicas e com grande número de indivíduos.

Salinidade

O grau de **salinidade** da água do mar depende da quantidade de sais dissolvidos na forma iônica. Como mais de 75% desses íons correspondem ao íon cloreto (Cl^-) e ao íon sódio (Na^+), a salinidade é definida em função do teor de ambos. O grau de salinidade varia em função de diversos fatores, como proximidade da costa em que há deságue de rios e maior influência das chuvas. Em mar aberto, a salinidade é da ordem de 35 partes por mil.

Correntes marinhas

As **correntes marinhas** resultam da ação combinada dos ventos, da rotação da Terra e de diferenças de densidade da água em função da temperatura e da salinidade. As águas mais frias e mais salinas são mais densas e tendem a afundar, enquanto as águas mais quentes e com menor salinidade são menos densas e tendem a ficar mais próximas da superfície. As principais correntes oceânicas contribuem para a dispersão dos organismos marinhos e exercem importante papel no clima.

Marés

As **marés** expressam-se pelas alterações cíclicas no nível da água, que são resultantes da influência conjunta da rotação da Terra e da atração gravitacional do Sol e da Lua. O ciclo de maré corresponde à ocorrência de duas marés altas e duas marés baixas por dia. Embora ocorram variações locais, o período médio entre duas marés de mesmo tipo é de 12 horas e 25 minutos, ou seja, a periodicidade do ciclo de maré é de aproximadamente 24 horas e 50 minutos.

A variação de amplitude da maré depende das fases da Lua, que, por sua vez, dependem da posição relativa entre Sol, Terra e Lua. A variação do nível de água entre a maré alta e a maré baixa é maior nas fases de Lua Cheia e Lua Nova e menor nas fases de Lua Quarto Minguante e Lua Quarto Crescente.

Disponibilidade de nutrientes minerais

Os oceanos geralmente apresentam baixa concentração de **nutrientes minerais**, que são fundamentais para o desenvolvimento de vida. Nas regiões próximas à costa, a concentração deles é maior principalmente em virtude do desaguamento de rios, que trazem nutrientes lixiviados.

Em alto-mar, a concentração desses nutrientes é baixa: grande parte deles encontra-se no fundo. Assim, há menor número de organismos em alto-mar do que em regiões próximas à costa. Entretanto, em certos locais existem correntes, chamadas **correntes de ressurgência**, que trazem para a superfície parte dos nutrientes minerais acumulados no fundo. As águas superficiais ficam, então, enriquecidas, e há proliferação de algas e de animais. Nesses locais de ressurgência há abundância de peixes, como ocorre na costa do Peru e em menor intensidade no Brasil, na região de Cabo Frio, Rio de Janeiro.

Rios, lagos e lagoas

Rios, lagos e lagoas, ecossistemas de água doce, são estudados por uma área irmã da Oceanografia, a **Limnologia** (do grego *limne* = lago e *logos* = estudo).

Nos rios, a movimentação da água é promovida principalmente pela correnteza. Nos lagos e nas lagoas, a movimentação depende da alteração da densidade da água entre a camada superficial e profunda. Essa alteração promove uma circulação vertical da água.

:: Consequência da interferência humana nos ecossistemas aquáticos

Atualmente, a população humana mundial soma mais de 7 bilhões de pessoas. Esse crescimento populacional acelerado, aliado aos hábitos de consumo predominantes, vem exercendo grande pressão sobre o ambiente, haja vista a demanda crescente por recursos naturais e a consequente diminuição de áreas preservadas. A expansão da urbanização e a produção de alimentos em larga escala são exemplos da contínua modificação da paisagem dos diferentes ecossistemas.

Vamos conhecer melhor uma das principais consequências da nossa interação com o ambiente, a poluição dos corpos-d'água.

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

MODERNA

Poluição da água

É considerada **poluição** toda degradação de um ecossistema por meio da introdução, natural ou pela atividade humana, de matéria ou energia que provoque desequilíbrio ambiental, prejudicando a comunidade biológica.

A **poluição da água** está relacionada, principalmente, ao lançamento de materiais poluentes, como lixo, resíduos industriais e agrícolas e esgoto sem tratamento, direta ou indiretamente, em ambientes aquáticos (**Fig. 2.5**). A falta de saneamento básico é uma das maiores ameaças aos ecossistemas aquáticos. O desenvolvimento agrícola também contribui para essa situação: pesticidas e fertilizantes utilizados nos cultivos podem se infiltrar no solo e alcançar as águas subterrâneas, como os aquíferos.

CAROLINE POWER PHOTOGRAPHY

MAURICIO SIMONETTI/PULSAR IMAGENS

Figura 2.5 Exemplos de poluição de ambientes aquáticos. **(A)** Ilha de lixo no oceano Atlântico, Golfo de Honduras (Honduras, 2018). Essas ilhas são amontoados de plástico que chegam a atingir quilômetros quadrados de extensão e prejudicam a fauna marinha. **(B)** Lançamento de esgoto na praia do São José (Peruíbe, SP, 2018), popularmente conhecido como língua-negra.

Fique por dentro

Erin Brockovich, uma mulher de talento
Direção de Steven Soderbergh, Estados Unidos, 2000. 131 min.
O filme retrata a história de uma mulher que se envolve em uma investigação sobre uma companhia que há anos vem contaminando a água de um município.

NOAA – *The depths below: life on a vent*

Vídeo da agência NOAA que mostra as fontes hidrotermais da região de Galápagos e a comunidade desenvolvida em torno delas. Embora o vídeo não seja legendado, as imagens são bastante didáticas e ilustrativas.
Disponível em: <https://oceantoday.noaa.gov/lifeonavent/welcome.html>.

Projeto Brasil das Águas

O projeto Brasil das Águas analisou amostras de água de rios e lagos espalhados pelo território, possibilitando um prognóstico sobre a saúde das águas doces e a identificação de ambientes não contaminados para ações de conservação. Além de trazer as conclusões da pesquisa, neste *site* é possível encontrar informações sobre as bacias hidrográficas brasileiras, as características físico-químicas e biológicas das águas, fotos e vídeos.
Disponível em: <http://brasildasaguas.com.br/projetos/brasil-das-aguas/>. Acessos em: 27 abr. 2020.

Prática investigativa

Estimativa do teor de gás oxigênio dissolvido em amostras de água

Antes de iniciar a atividade, reúna-se em grupo, leia todo o procedimento e consulte o infográfico Segurança no laboratório, no início deste Volume.

Os seres vivos se relacionam com os componentes abióticos dos ambientes onde vivem. Portanto, a quantidade e a disponibilidade dos recursos físico-químicos podem influenciar as populações. A água, por exemplo, é um recurso vital para todos os seres vivos; a escassez e/ou o excesso podem ser prejudiciais aos componentes vivos. Nos ecossistemas aquáticos, a disponibilidade de gás oxigênio é um recurso essencial dada a sua importância para a sobrevivência dos seres vivos. Quantidades muito baixas desse gás podem causar a extinção da biodiversidade.

Nesse contexto, esta atividade explorará a maneira como as ações antrópicas nos ambientes aquáticos afetam a quantidade de gás oxigênio dissolvido.

Continua

Esta atividade experimental permite investigar relações de causa e efeito entre a quantidade de matéria orgânica presente em um corpo-d'água e a quantidade de oxigênio dissolvido na água disponível para os seres vivos desse ambiente. Ao final da atividade devem estar claras para os estudantes as consequências do lançamento de efluentes não tratados nos mais diversos ecossistemas aquáticos, compreendendo as bases do processo de eutrofização.

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

MODERNA

Objetivos

- Compreender como a quantidade de nutrientes na água afeta a dissolução do gás oxigênio.
- Extrapolar os resultados observados para as consequências da poluição de ambientes aquáticos por efluentes industriais e domésticos.

Material

- 4 pedaços de esponja de aço (usadas para lavar louça)
- 4 garrafas PET de 1,5 L idênticas e vazias
- 5 L de água própria para consumo, como água de torneira, bebedouro, cisterna (não utilizar água engarrafada)
- Fertilizante líquido NPK 10-10-10
- Pipeta graduada de 50 mL
- Balão volumétrico de 1 L
- 4 etiquetas autoadesivas
- 4 filtros de papel (próprios para coar café)
- Assadeira de alumínio
- Forno doméstico
- Balança com precisão de pelo menos 0,01 g
- Funil
- Luvas descartáveis

Caso o laboratório da escola não apresente toda a vidraria necessária, é possível utilizar substitutos. A pipeta graduada, por exemplo, será utilizada para a medição dos volumes: 10 mL, 25 mL e 50 mL. Esses volumes podem ser obtidos com seringas descartáveis e copos medidores culinários. O balão volumétrico, por sua vez, é o recipiente adequado para as diluições. Na ausência, instrua os estudantes a obter os volumes de NPK solicitados (10 mL, 25 mL e 50 mL), despejá-los nas garrafas PET idênticas e acrescentar a amostra de água até atingir uma mesma marca.

Cuidados

Segurança

- Utilize avental durante toda a atividade. A manipulação do fertilizante líquido e da esponja de aço ao longo de toda a atividade deve ser feita com luvas descartáveis para evitar lesões nas mãos. Sob nenhuma circunstância levá-los próximo à boca, ao nariz e aos olhos, ou mesmo beber a água utilizada na atividade.

Descarte

- As esponjas de aço podem ser embaladas em jornal e descartadas no lixo comum, assim como os filtros de papel utilizados. As garrafas PET, após higienização, devem ser encaminhadas para a reciclagem.

Prepare-se!

1. Pesquise os aspectos do meio que influenciam na dissolução do gás oxigênio na água. Em seguida, com base nas informações levantadas, elabore uma hipótese sobre o que se espera que aconteça com o teor de gás oxigênio dissolvido em amostras de água que apresentam quantidades crescentes de nutrientes.
2. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), em sua resolução nº 430, de 2011, dispõe sobre as condições e os padrões dos lançamentos de efluentes em corpos-d'água. Entre as características avaliadas nos efluentes está o parâmetro DBO (demanda bioquímica de oxigênio). Pesquise sobre esse parâmetro e explique por que ele pode ser usado como indicador de qualidade de água.

Procedimento

- Providenciem 5 L de água própria para consumo e a reservem. Na medida do possível, evitem a turbulência da água durante toda a atividade.
- Identifiquem cada uma das garrafas PET de acordo com o tratamento que acondicionarão: Controle; NPK 1%; NPK 2,5%; NPK 5%.
- Utilizando o balão volumétrico, meçam 1 L da água coletada, vertendo-a, em seguida, na garrafa identificada como Controle.
- Com a pipeta graduada, meçam 10 mL de fertilizante NPK e o transfiram para o balão volumétrico, preenchendo-o, em seguida, com a água até a marca de 1 L. Vertam cuidadosamente a solução na garrafa identificada como NPK 1%. Repitam esse procedimento com as garrafas identificadas como NPK 2,5% e NPK 5%, alterando a alíquota de NPK para 25 mL e 50 mL, respectivamente.
- Deixem as quatro garrafas abertas por 10 minutos, tampando-as em seguida. Deixem-nas em repouso, em local iluminado, por uma semana.
- Após esse período, separem quatro pedaços de esponja de aço de cerca de 1,5 g cada um. Insiram cada pedaço em uma garrafa, tampando-as rapidamente. Deixem-nas em repouso por cinco dias.
- Antes de manipularem o conteúdo das garrafas, identifiquem os quatro filtros de papel de modo semelhante ao das garrafas. Disponham os filtros na assadeira de alumínio e, com a ajuda de funcionários da cozinha da escola para o uso do forno, sequem os filtros de papel por cerca de uma hora, a 110 °C. Após a secagem e o resfriamento dos filtros até a temperatura ambiente, meçam a massa de cada um deles e anotem os valores obtidos.
- Filtrem os sistemas compostos de água e esponja de aço – agora com aspecto castanho decorrente da ferrugem – usando os filtros de papel encaixados no funil. Durante a filtração, a água pode ser descartada em uma pia. Certifiquem-se de que todos os resíduos das esponjas de aço enferrujadas ficaram

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

MODERNA

Continua

Continuação

No momento da realização da atividade 5, é possível que o conhecimento dos estudantes sobre balanceamento de reações químicas ainda se limite ao conteúdo abordado no Ensino Fundamental: as leis ponderais, não tendo a compreensão sobre o balanceamento de reação e os significados de mol e coeficiente estequiométrico. Nesse caso, apresente a reação química simplificada: Ferro + Gás oxigênio → Ferrugem, e mencione a proporção de massa entre reagentes e produto: 112 g de ferro reagem com 48 g de gás oxigênio, produzindo 160 g de ferrugem. Com base nesses dados, os alunos conseguirão responder à atividade.

retidos no filtro. Caso seja necessário, utilizem mais água para extraí-los totalmente das garrafas.

- Coloquem os conjuntos "filtro de papel e ferrugem" na assadeira de alumínio e, novamente com o auxílio dos funcionários da cozinha, os sequem por mais 1 hora, a 110 °C. Certifiquem-se de que não há fragmentos metálicos remanescentes junto com a ferrugem sobre o filtro. Se houver, retirem.
- Após o período, aguardem até os conjuntos atingirem a temperatura ambiente e meçam a massa de cada um deles.
- Determinem, então, com base na diferença das massas iniciais (dos filtros de papel) e finais (dos conjuntos filtro de papel e ferrugem), a massa de ferrugem formada em cada um dos sistemas. Organizem os dados coletados em uma tabela.

Fonte consultada: FERREIRA, L. H. *et al*. Determinação simples de oxigênio dissolvido em água. *Química Nova na Escola*, n. 19, maio 2004. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a10.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2020.

Discuta com seus colegas

1. Por que as amostras de água devem ser coletadas e manipuladas de modo não turbulento?
2. O NPK é um fertilizante composto de nitrogênio, fósforo e potássio. Com qual finalidade esse composto foi acrescido nas amostras de água?
3. Com qual finalidade os filtros de papel foram submetidos à secagem tanto sozinhos como com os sólidos da filtração?
4. Qual é a função da esponja de aço nesta atividade? Por que utilizamos esse material em detrimento de outros?
5. A formação de ferrugem pode ser representada simplificadamente pela reação química:

$$2\ Fe(s) + \frac{3}{2}\ O_2(g) \xrightarrow{H_2O} Fe_2O_3(s)$$

Busquem as informações necessárias na tabela periódica e calculem o teor de gás oxigênio ($mg\ L^{-1}$) dissolvido em cada uma das amostras analisadas. Lembrem-se de considerar o volume das garrafas utilizadas nos cálculos.

6. Qual dos tratamentos apresenta o maior teor de gás oxigênio dissolvido? E qual apresenta o menor teor de gás oxigênio? Elaborem uma hipótese que explique a diferença encontrada.
7. O que se pode concluir quanto à influência da quantidade de nutrientes disponível em ecossistemas aquáticos e à solubilidade do gás oxigênio em água? Considerando as ações antrópicas negativas observadas nos ecossistemas aquáticos, que paralelo é possível estabelecer nesta atividade com o acréscimo de NPK? Justifiquem sua resposta, considerando os impactos aos componentes bióticos.

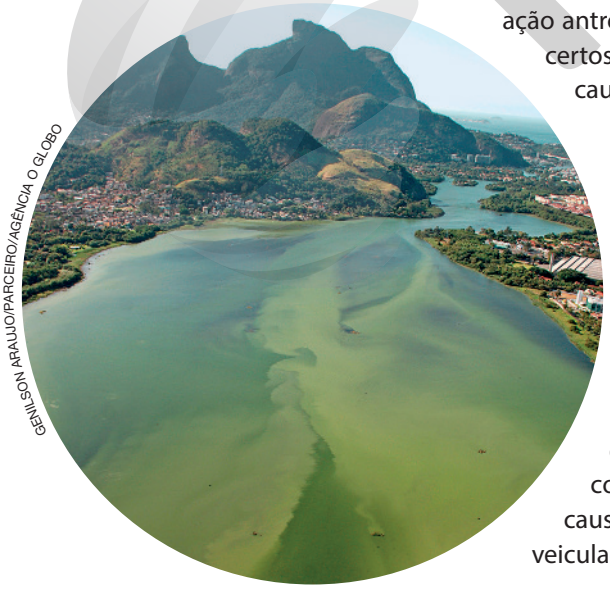
Comparem seus resultados e conclusões com os dos outros grupos conforme orientação do professor. Discutam possíveis causas para as diferenças entre os dados coletados.

Como parte do processo de avaliação, pode ser solicitado aos estudantes que elaborem relatórios ou apresentem seminários com os resultados, discussões e conclusões da atividade.

Eutroficação

O termo **eutroficação** deriva de eutrófico (do grego *eu* = verdadeiro e *trophein* = nutrir), que significa "bem nutrido".

A eutroficação é um processo que ocorre em ambientes aquáticos em função do aumento excessivo e repentino de nutrientes na água, especialmente fosfato e nitrato. A elevação na concentração de nutrientes, que pode ocorrer naturalmente ou por ação antrópica, leva à proliferação exagerada do fitoplâncton (**Fig. 2.6**). Em certos casos, as cianobactérias e algas que proliferam produzem toxinas e causam a morte de muitos organismos.



GENILSON ARAUJO/PARCEIRO/AGÊNCIA O GLOBO

Figura 2.6 Lagoa da Tijuca, eutroficada (Rio de Janeiro, RJ, 2010). As manchas verdes na superfície da água são resultado da grande proliferação das populações de algas em decorrência do lançamento de esgoto sem tratamento.

Os organismos do fitoplâncton têm, em geral, ciclo de vida curto. A grande mortalidade desses organismos vem acompanhada do processo de decomposição, em que se verifica aumento do número de bactérias e fungos aeróbicos. Isso leva, por sua vez, ao esgotamento do gás oxigênio dissolvido na água e à morte de animais e de outros organismos que dependem dele para sobreviver. Os seres anaeróbicos, que são os que não dependem do gás oxigênio, proliferam.

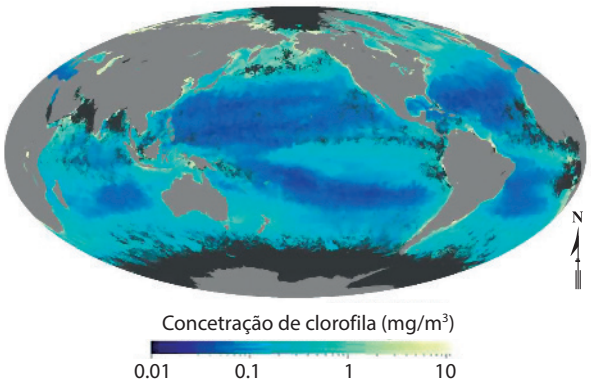
O lançamento do esgoto doméstico sem tratamento adequado no ambiente, além de causar a eutroficação, contribui para a contaminação da água com organismos patogênicos, que podem causar doenças. No Tema 4 desta Unidade trataremos das doenças de veiculação hídrica.

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

Registre em seu caderno

1. Analise a imagem a seguir, que apresenta a concentração de clorofila nos oceanos, e faça o que se pede.

Distribuição e concentração média de clorofila nos oceanos entre os anos de 2002 e 2010



JESSE ALLEN & ROBERT SIMMON, BASED ON MODIS DATA FROM THE GSFC OCEAN COLOR TEAM/NASA

(IMAGEM SEM ESCALA; CORES-FANTASIA.)

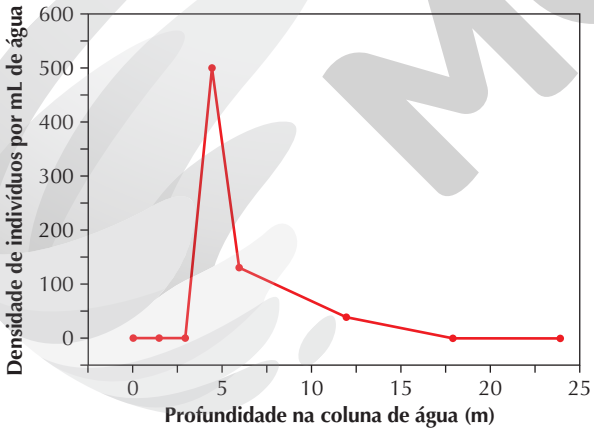
Fonte: NASA. What are phytoplankton? *Earth Observatory*. Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/Phytoplankton>. Acesso em: 30 abr. 2020.

a) O que a concentração de clorofila nos oceanos possibilita inferir sobre o plâncton?

b) Com base na análise da imagem, onde se concentram os organismos fotossintetizantes? Elabore uma hipótese para explicar esse fato.

2. Analise o gráfico abaixo, que apresenta o tamanho das populações de algas marinhas a diferentes profundidades, e responda às questões.

Densidade de indivíduos por mililitro de água



ERICSON GUILHERME LUCIANO

a) O que é possível concluir sobre a relação entre o número de algas por mL de água e o intervalo de profundidade de 2,5 m a 5 m?

b) Estime o número de algas por mL de água para profundidade maior que 25 m.

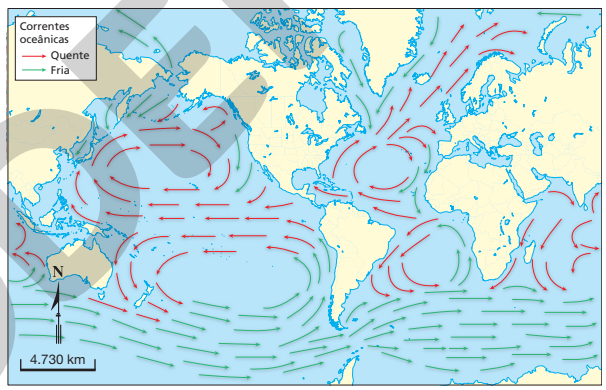
c) Que componente abiótico é limitante e justifica a queda acentuada na quantidade de algas após certa profundidade?

3. Leia o texto a seguir, analise o mapa, que apresenta as principais correntes oceânicas, e faça o que se pede.

> [...] O primeiro registro aconteceu em 30 de agosto, nas praias de Jacumã e Tambaba, no município de Conde, na Paraíba.
>
> O que parecia ser uma poluição localizada foi se tornando mais abrangente nos dias seguintes. Na segunda semana, seis estados já tinham registro de óleo. Na terceira semana, as manchas se concentraram em grande quantidade no Rio Grande do Norte [...]. Na quarta semana, as manchas já estavam em 7 estados do Nordeste. Na quinta semana, chegou a todos os estados. [...]

Fonte: DANTAS, C.; OLIVEIRA, E.; MANZANO, F.; FIGUEIREDO, P. Óleo no Nordeste: veja a evolução das manchas e quando ocorreu o pico do desastre que completa 2 meses. *Portal G1*, 30 out. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/desastre-ambiental-petroleo-praias/noticia/2019/10/30/oleo-no-nordeste-veja-a-evolucao-das-manchas-e-quando-ocorreu-o-pico-do-desastre-que-completa-2-meses.ghtml> Acesso em: 23 jul. 2020.

Principais correntes oceânicas



FERNANDO JOSÉ FERREIRA

Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Disponível em: <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap3/cap3-5.html>. Acesso em: 27 abr. 2020.

Com base nos dados do mapa, explique como a mancha de petróleo cru se espalhou por mais de 2 mil quilômetros da costa brasileira em um curto período.

4. Leia o texto a seguir e responda.

> [...] Algumas usinas já têm sua eficiência comprometida pela elevada infestação de plantas aquáticas, como a hidrelétrica de Jupiá, que, em alguns meses do ano, tem seu funcionamento comprometido devido ao entupimento das grades de proteção das turbinas por grandes massas de plantas submersas; existe um grande risco de que estas plantas venham a causar problemas em outras usinas. [...]

Fonte: CARVALHO, F. T. *et al*. Influência da turbidez da água do rio Tietê na ocorrência de plantas aquáticas. *Planta daninha*, Viçosa, v. 23, n. 2, maio/jun. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582005000200025>. Acesso em: 27 abr. 2020.

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

MOBRA

A elevada infestação de plantas aquáticas nos arredores das usinas hidrelétricas é provavelmente ocasionada:

a) pelo alagamento das áreas próximas à represa, o que leva ao acúmulo de matéria orgânica nas regiões inundadas. Isso fornece, por sua vez, mais nutrientes inorgânicos, o que resulta na proliferação de plantas aquáticas.

b) pela destruição do *habitat* natural das plantas aquáticas, que se proliferam descontroladamente como forma de compensação.

c) pela transformação da energia, pelos geradores da usina hidrelétrica, em uma forma utilizável pelas plantas aquáticas.

d) pelo represamento da água, que aumenta a população de plantas aquáticas devido à maior absorção da luz solar.

e) pela emissão de poluentes resultantes da queima de combustíveis fósseis nas usinas hidrelétricas, os quais vão para a água e fornecem nutrientes inorgânicos às plantas.

5. Uma das medições realizadas para determinar a qualidade da água refere-se à concentração de gás oxigênio nela dissolvido. Esse índice inicia-se em zero e, quanto maior o valor, melhor a qualidade da água analisada. Entretanto, quando se observam muitas algas na superfície de um lago, principalmente daqueles próximos a córregos poluídos, pode-se obter um resultado equivocado após a análise da concentração de gás oxigênio de tal superfície, pois:

a) o baixo índice de gás oxigênio encontrado na superfície é resultante da alta taxa de fotossíntese dessas algas.

b) o aumento excessivo de nutrientes leva à proliferação de algas e ao registro de bons índices de gás oxigênio; porém, esse estágio marca o início da eutrofização, que pode gerar esgotamento desse gás.

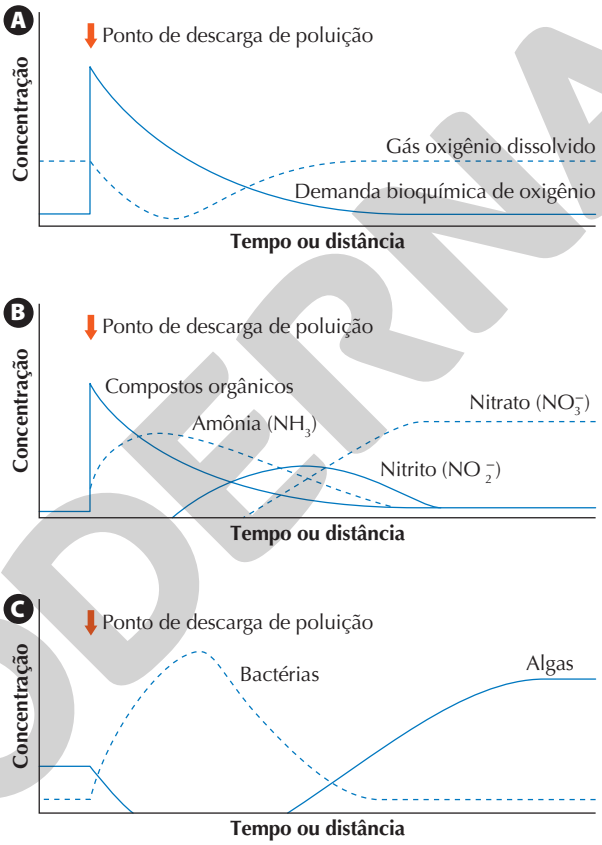
c) o alto índice de gás oxigênio na superfície propicia o desenvolvimento de bactérias e fungos anaeróbicos no fundo do lago, o que acaba por contaminá-lo, levando à morte os peixes e os outros seres vivos.

d) apesar dos baixos índices de gás oxigênio na superfície, há muito desse gás dissolvido no restante do lago.

e) as algas deixam o lago com aspecto de poluído, porém os bons índices de gás oxigênio revelam que a qualidade da água é boa.

6. Quando a descarga de esgoto se dá em rios, e dependendo da quantidade de efluentes, instaura-se um processo de autodepuração da água, o qual vai se completando à medida que se avança rumo à foz. Assim, ao longo do próprio rio, após o ponto de descarga, os eventos se sucedem tal como ocorreria no decorrer do tempo em um lago. Analise os gráficos e, com base no que estudou no Tema e em seus conhecimentos, responda às questões.

Efeitos do lançamento de poluente orgânico em um rio



ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

a) No gráfico A, qual é a evidência de poluição orgânica? E de posterior depuração? Relacione os gráficos A, B e C: como se explica a proliferação de bactérias no gráfico C? E de algas?

b) Qual é a evidência de impacto por eutrofização do rio dentro do trecho representado no gráfico B? E no gráfico C? O que precisaria ser observado no gráfico A para indicar eutrofização grave?

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

MODERNA

TEMA 3

Água potável: parâmetros físico-químicos

Os estudantes podem levantar questões sobre as populares águas aromatizadas. Explique que a legislação brasileira não reconhece o termo popular água aromatizada, denominando esse produto de preparado líquido aromatizado, para que o consumidor não o confunda com produtos mais saudáveis, como as águas minerais.

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6
Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT104; EM13CNT301; EM13CNT307

O consumo de água mineral vem crescendo acentuadamente na última década, segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Água Mineral (Abinam). Isso se deve em parte à ausência de bebedouros públicos em condições adequadas espalhados pelos municípios e em parte à preocupação cada vez maior da população com a saúde.

No Brasil, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), existe uma diferença entre a água mineral natural, a água potável de mesa e a água adicionada de sais minerais. Todas elas podem ser provenientes de fontes naturais (de origem espontânea ou nascentes) ou de poços perfurados para a extração de água subterrânea. No entanto, as **águas minerais naturais** apresentam uma composição química ou propriedades físico-químicas que lhes conferem um efeito terapêutico. As **águas potáveis de mesa**, por outro lado, atendem apenas as condições de potabilidade vigentes – ou seja, o conjunto de valores máximos permitidos de substâncias químicas e microrganismos nocivos à saúde determinado pelo Ministério da Saúde. As **águas adicionadas de sais minerais**, por sua vez, são as águas potáveis que recebem, a cada litro de solução, a adição de pelo menos 30 mg de sais, geralmente compostos de íons bicarbonato (HCO_3^-), carbonato (CO_3^{2-}), citrato ($C_6H_5O_7^{3-}$), cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+) e sódio (Na^+).

As águas minerais se tornam naturalmente enriquecidas de sais minerais e têm sua composição definida pelo contato com rochas e sedimentos pelos quais se deslocam. Em função das características desses materiais e do tempo de contato com eles, a água adquire quantidades diferentes de sais minerais, podendo ser classificada como de baixa, média ou alta mineralização. Essa característica é avaliada por meio do resíduo de evaporação a 180 °C, o qual é medido em mg L^{-1} (massa total de sólidos dissolvidos por volume de água mineral). Esse parâmetro relaciona-se ao padrão organoléptico de potabilidade da água, e seu valor máximo permitido é 1.000 mg L^{-1}. As águas minerais também podem ser classificadas de acordo com a substância diferente de água predominante, sendo definidas como mistas se contiverem mais de um componente digno de nota por sua ação terapêutica ou por sua raridade (**Fig. 3.1**).

ELIC/SHUTTERSTOCK; PURESOLUTION/SHUTTERSTOCK

Figura 3.1 No rótulo representado, a água foi classificada em função da presença de radônio, um elemento químico radioativo, e de flúor, importante na prevenção da cárie dentária. Ela também pode ser classificada como de baixa mineralização, por apresentar resíduo de evaporação a 180 °C menor que 100 mg de sais dissolvidos por litro de água mineral.

Foi mantida no texto a denominação bicarbonato em detrimento de hidrogenocarbonato, conforme recomenda atualmente a União Internacional de Química Pura e Aplicada (ou *International Union of Pure and Applied Chemistry* – IUPAC), pois é dessa forma que o ânion costuma ser designado nos rótulos de produtos comerciais.

Fique por dentro

Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivência

LENZI, E.; FAVERO, L. O. B.; LUCHESE, E. B. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
A obra traz informações teóricas sobre a química da água e sua poluição, além de pactos e tratados que regulamentam seu uso.

LabVirt

O *site* do Laboratório Didático Virtual, uma iniciativa da Escola do Futuro da USP, traz simuladores e animações sobre diversos assuntos da Química e da Física.
Disponível em: <http://www.labvirt.fe.usp.br/>.

Escala de pH

Nessa simulação, é possível testar o caráter ácido, básico ou neutro de materiais do cotidiano.
Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/ph-scale>.
Acessos em: 29 abr. 2020.

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

MODERNA

O assunto radiação será mais bem explorado no Tema 3 da próxima Unidade deste volume.

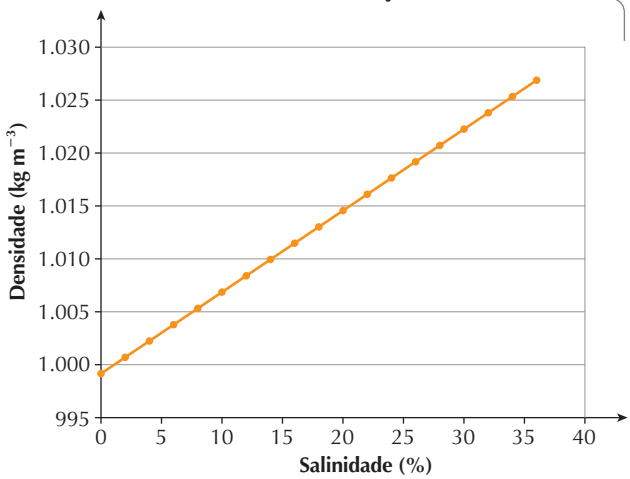
Além da composição química em termos de íons, expressa em miligramas por litro, os rótulos das águas minerais também trazem informações sobre algumas características físico-químicas. Entre elas encontra-se a radioatividade: fenômeno relacionado à instabilidade de alguns núcleos atômicos que emitem energia na forma de radiação. No monitoramento das propriedades da água mineral, embora existam outras substâncias radioativas, esse parâmetro refere-se apenas à presença do gás radônio, sendo medido em maches ou becquerel por litro, Bq L^{-1} (**Fig. 3.1**).

Propriedades das soluções

Você já deve ter percebido que a água que normalmente consumimos não é a substância pura H_2O, mas uma solução, ou seja, uma mistura homogênea na qual as partículas que a constituem ficam tão uniformemente distribuídas que a composição e as propriedades em qualquer parte do líquido são idênticas. A propriedade da matéria que se relaciona à formação de soluções é a **solubilidade**.

Pode ser que os estudantes estranhem a possibilidade de mais de um soluto estar presente. Pode-se, nesse momento, introduzir as reações de precipitação: é possível dissolver mais de um soluto se eles não reagirem entre si.

Figura 3.2 Efeito da quantidade de sais dissolvidos na densidade da solução a 15 °C



ADILSON SECCO

Fonte: MARIETTA COLLEGE. *The Physical Properties of Water*. Disponível em: <http://w3.marietta.edu/~biol/biomes/water_physics.htm>. Acesso em: 29 abr. 2020.

As soluções são caracterizadas por sua composição química e pelas proporções entre as entidades elementares presentes. Qualitativamente, podemos classificar os componentes em duas categorias: o **solvente** – material presente em maior quantidade na mistura – e o **soluto** – material presente em menor quantidade. Nas águas minerais, por exemplo, a água é o solvente e os sais minerais são os solutos. Quantitativamente, as soluções são definidas por um parâmetro denominado **concentração**, o qual expressa a razão entre a quantidade de soluto e a quantidade de solução. Por exemplo, nas águas adicionadas de sais minerais, a concentração mínima total de sais é 30 mg L^{-1}.

A concentração, assim como a natureza química dos materiais, influencia as propriedades do sistema formado. Para demonstrar essa influência, analise o efeito da salinidade, ou seja, o efeito do aumento da quantidade de sais dissolvidos em água, na densidade do sistema formado (**Fig. 3.2**).

Observe que a análise inicia com o solvente puro (salinidade 0%) e vai sendo aumentado o teor de sais na mistura, o que reflete em um aumento proporcional na densidade do sistema.

Enfatize que não significa que a solubilidade dos materiais considerados insolúveis seja igual a zero, mas sim que é muito próxima a zero. Você pode citar como exemplo o carbonato de cálcio.

Solubilidade

Quando duas substâncias solúveis entre si são colocadas em contato, ocorre o processo de **dissolução**, em que soluto e solvente vão gradativamente se misturando, até que atinjam uma distribuição homogênea (**Fig. 3.3**). Isso pode ser compreendido se considerarmos que as partículas do soluto e do solvente se movimentam constantemente de forma aleatória.

FOTOS: GIPHOTOSTOCK/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA; ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Figura 3.3 Representação do processo de dissolução segundo o modelo de partículas. **(A)** Um soluto de cor roxa é adicionado a um solvente incolor. **(B)** Após algum tempo, as partículas do soluto (representadas pelas esferas cinza-escuro) e do solvente (representadas pelas esferas cinza-claro) estão homogeneamente distribuídas. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

A solubilidade depende de vários fatores, entre os quais a natureza química dos materiais que são colocados em contato. Há materiais que interagem favoravelmente em qualquer proporção, como a água e o álcool etílico. No outro extremo, há materiais que não interagem em grande extensão, como a água e o petróleo, e são ditos **imiscíveis**.

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

MODERNA

Alerte os estudantes sobre o uso do termo precipitado em algumas referências. Nesta obra, reservamos essa denominação ao produto insolúvel formado em reações químicas.

Saturação

A maioria dos solutos apresenta um **limite de solubilidade** em um solvente, que depende das condições de temperatura e pressão (**Tab. 3.1**).

Tabela 3.1 Limite de solubilidade de algumas substâncias em água a 25 °C e 1 atm

Substância	Fórmula molecular	Solubilidade (g/100 g de H_2O)
Etanol	C_2H_6O	∞
Sacarose	$C_{12}H_{22}O_{11}$	205,0
Cloreto de sódio	NaCl	36,0
Sulfato de cálcio	$CaSO_4$	0,205
Carbonato de cálcio	$CaCO_3$	0,0011

Fonte consultada: LIDE, D. R. *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 90. ed. Boca Raton: CRC Press, 2010.

Quando o limite de solubilidade é atingido, forma-se uma solução que tem a quantidade máxima de soluto dissolvido. Se for adicionado mais soluto, a quantidade de solvente disponível não será capaz de dissolver esse excedente. Nessa situação, forma-se uma mistura heterogênea, em que são observadas duas fases: a sólida, formada pela parte não solubilizada, que chamamos de **corpo de fundo** ou **corpo de chão**, e a líquida, que é uma **solução saturada**. Em uma solução saturada, observa-se um equilíbrio dinâmico entre o soluto dissolvido e o não dissolvido, ou seja, a velocidade com que as partículas de soluto se dissolvem é igual à velocidade com a qual elas sedimentam.

No entanto, quando a quantidade de soluto adicionada é inferior ao limite de solubilidade, forma-se uma **solução insaturada**. Assim, a 25 °C e 1 atm, uma solução que tenha 100 g de água e 10,5 g de cloreto de sódio dissolvidos está insaturada, uma vez que, nessa quantidade de água, ainda é possível dissolver 25,5 g de soluto, de acordo com a **Tabela 3.1**.

Em algumas situações, as soluções podem conter mais soluto dissolvido do que o previsto pelo limite de solubilidade, para uma dada condição de temperatura e pressão. Nesses casos, forma-se uma **solução supersaturada**. Como para a maioria dos solutos quanto menor for a temperatura do solvente menor é a solubilidade, normalmente soluções supersaturadas são obtidas pela diminuição lenta e controlada da temperatura. Mas essa é uma situação instável: qualquer perturbação, como um choque físico, causa a rápida precipitação do excesso de soluto, formando-se uma solução saturada com corpo de fundo (**Fig. 3.4**).

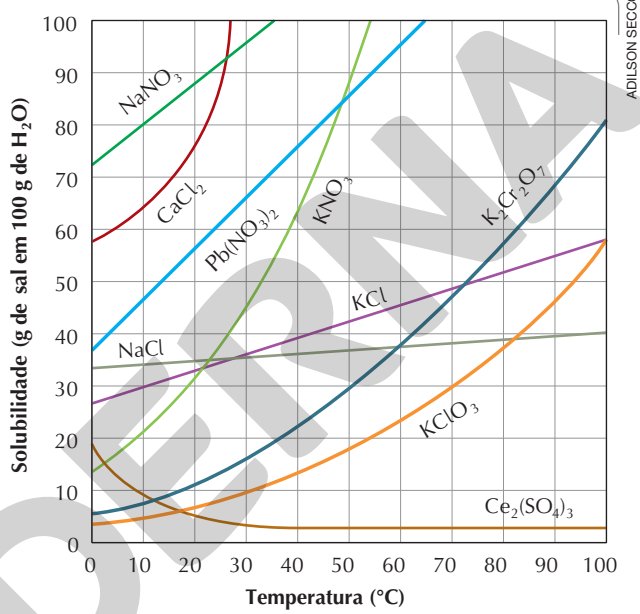
FOTOS: © 1990 RICHARD MEGNA – FUNDAMENTAL PHOTOGRAPHS, NYC

Figura 3.4 Quando se adiciona um pequeno cristal do soluto, no caso, o acetato de sódio ($NaCH_3CO_2$), em uma solução supersaturada, esse cristal atua como um núcleo de cristalização – partícula sobre o qual o soluto em excesso rapidamente cristaliza.

Curva de solubilidade

O gráfico que apresenta os limites de solubilidade do soluto em determinado solvente a diferentes temperaturas é denominado curva de solubilidade (**Fig. 3.5**). Os pontos que constituem as respectivas curvas são obtidos experimentalmente, de forma que abaixo da curva temos as condições que podem levar à formação de soluções insaturadas e acima, de soluções supersaturadas.

Figura 3.5 Solubilidade de alguns sais em água em função da temperatura



ADILSON SECCO

Fonte: BROWN, T. L. *et al*. *Química*: a ciência central. Tradução Eloiza Lopez, Tiago Jonas e Sonia M. Yamamoto. 13. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2016.

Observe que a solubilidade do sulfato de cério(III), $Ce_2(SO_4)_3$, decresce com o aumento da temperatura – embora a tendência dos outros sais seja o oposto.

Compare a curva do cloreto de sódio, NaCl, com a do nitrato de sódio, $NaNO_3$. É possível notar que a influência da temperatura na solubilidade do nitrato de sódio é maior que no caso do cloreto de sódio, pois a curva do $NaNO_3$ tem uma inclinação mais acentuada comparativamente à curva do NaCl.

Além disso, as curvas de solubilidade permitem prever quais solutos são mais ou menos solúveis em água a determinada temperatura. Por exemplo: a 10 °C, o nitrato de sódio é o sal mais solúvel, com solubilidade de 80 g de $NaNO_3$ em 100 g de H_2O; já o clorato de potássio é o menos solúvel, com solubilidade de 5 g de $KClO_3$ em 100 g de H_2O. Esse tipo de informação é útil, por exemplo, quando se deseja realizar processos de separação de misturas como a **dissolução fracionada**.

Outra situação em que a análise das curvas de solubilidade se torna útil é na purificação de compostos por **recristalização**. Para realizar esse processo, necessita-se de um solvente em que a substância de interesse se so-

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

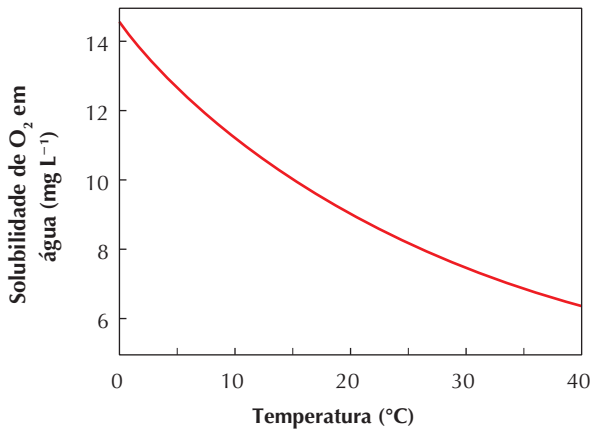
MODERNA

lubilize pouco em baixas temperaturas, mas no qual seja bastante solúvel em temperaturas elevadas. Analisando a **Figura 3.5**, nota-se que a purificação por recristalização a partir de uma solução aquosa é mais eficiente para o dicromato de potássio, $K_2Cr_2O_7$, que para o NaCl.

Além dos sólidos e dos líquidos, os gases também se dissolvem em água. Analise a curva de solubilidade do gás oxigênio, O_2, em água em função da temperatura a 1 atm (**Fig. 3.6**).

Figura 3.6 Solubilidade do gás oxigênio em água em função da temperatura a 1 atm

ADILSON SECCO



Fonte: FIORUCCI, A. R.; FILHO, E. B. A importância do oxigênio dissolvido em sistemas aquáticos. *Química Nova na Escola*, n. 22, 2005.

Assim como no caso do gás oxigênio, a maioria dos solutos gasosos se torna menos solúvel com o aumento da temperatura do solvente.

A diminuição da solubilidade do gás oxigênio em água com o aumento da temperatura é um dos efeitos da poluição térmica em lagos e rios, que é causada, normalmente, por despejos industriais, como água proveniente do resfriamento de caldeiras. Além do escape do gás oxigênio decorrente do aumento da temperatura, a água aquecida é menos densa que a encontrada naturalmente em rios e lagos. Dessa forma, essa água tende a permanecer na parte superior, impedindo que o gás oxigênio seja dissolvido nas partes mais profundas, prejudicando a vida nesse ambiente.

Variação da solubilidade em função da pressão

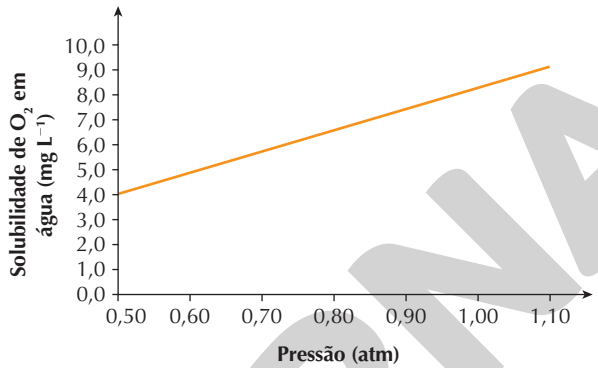
A solubilidade de sólidos e líquidos não é afetada consideravelmente pela pressão, ao contrário da solubilidade dos gases.

Um exemplo da influência da pressão sobre a solubilidade de gases pode ser visto em bebidas gaseificadas. Durante sua fabricação, certa quantidade de dióxido de carbono (CO_2) é injetada no líquido, e uma máquina fecha o recipiente sob alta pressão. Quando abrimos a garrafa, a pressão interna diminui, igualando-se à pressão atmosférica. Como consequência, a solubilidade do gás diminui, fazendo com que parte dele escape do líquido. O som característico que ouvimos ao abrir uma garrafa de bebida gaseificada e as bolhas que se formam indicam esse escape do gás.

Analise o gráfico que mostra a solubilidade do gás oxigênio em água em função da pressão a 25 °C (**Fig. 3.7**).

Figura 3.7 Solubilidade do gás oxigênio em água em função da pressão a 25 °C

LUIZ RUBIO



Fonte consultada: *Science for a changing world*. USGS. Disponível em: <https://water.usgs.gov/water-resources/software/DOTABLES/>. Acesso em: 29 abr. 2020.

Note que, à medida que a pressão aumenta, a solubilidade do gás oxigênio em água também aumenta. Foi o químico inglês William Henry (1775-1836) quem verificou, no início do século XIX, que, a uma dada temperatura, a quantidade de moléculas de gás solubilizada em um líquido é diretamente proporcional à pressão do gás na superfície do líquido.

Matematicamente, temos:

$s = k_H p$

em que

s = solubilidade do gás dada em mol L^{-1};

p = pressão do gás sobre o líquido dada em atm;

k_H = constante de Henry.

Além da temperatura e do solvente, a constante de Henry também depende do gás – se fizéssemos um gráfico da solubilidade em água em função da pressão para diferentes gases, observaríamos que as inclinações das retas seriam diferentes.

E como se comporta a solubilidade dos gases quando trabalhamos com misturas gasosas e não com gases puros?

Um manômetro mede apenas a pressão total do sistema. No entanto, segundo a **lei de Dalton**, a pressão total (p_{total}) de uma mistura gasosa é a soma das pressões que cada gás exerceria se estivesse presente sozinho no sistema. Isso significa que idealmente cada gás na mistura se comporta de forma independente. As pressões individuais dos constituintes gasosos da mistura são chamadas de **pressões parciais**; elas dependem apenas da quantidade de partículas de gás, não de sua natureza química.

A unidade de medida utilizada pelos químicos para indicar a numerosidade das entidades elementares

MODERNA

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

constituintes das substâncias, sejam elas partículas subatômicas, átomos, íons ou moléculas, é o mol, cujo símbolo também é mol. Pela definição do Sistema Internacional de Unidades (SI), um mol contém exatamente $6{,}02214076 \cdot 10^{23}$ entidades elementares. Esse número é conhecido como constante de Avogadro (N_A), e a grandeza numerosidade de espécies químicas é denominada **quantidade de matéria** (n).

Assim, podemos escrever para um gás A:

$$p_A = \left(\frac{n_A}{n_{total}}\right) p_{total}$$

em que

Pontue que é possível encontrar também a denominação quantidade de substância em algumas referências. Enfatize que, pela própria definição de mol, toda vez que essa unidade for utilizada, é preciso especificar as entidades elementares que estão sendo mensuradas.

p_A = pressão parcial do gás A;

$\frac{n_A}{n_{total}}$ = fração em quantidade de matéria do gás A (a qual também é representada como X_A).

Por exemplo, a fração em quantidade de matéria do gás oxigênio no ar é 0,21. Isso significa que 21% das partículas constituintes do ar são moléculas de O_2. Se a pressão atmosférica for 1 atm, então a pressão parcial do O_2 será:

$$p_{O_2} = X_{O_2}\, p_{total} \Rightarrow p_{O_2} = 0{,}21 \cdot 1 \text{ atm} \therefore p_{O_2} = 0{,}21 \text{ atm}$$

Se a constante de Henry para o O_2, em água e a 20 °C, é $k_H = 1{,}3 \cdot 10^{-3}$ mol L^{-1} atm^{-1}, a solubilidade do gás oxigênio nessas condições será:

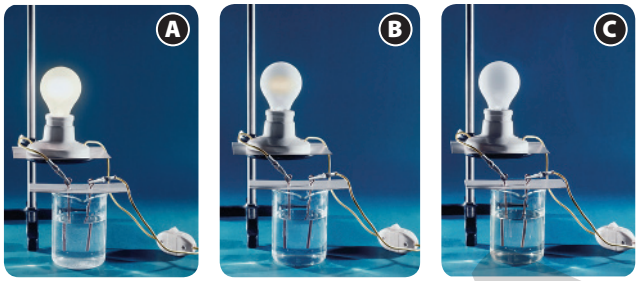
$$s_{O_2} = k_H\, p_{O_2} \Rightarrow$$
$$s_{O_2} = 1{,}3 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \text{ atm}^{-1} \cdot 0{,}21 \text{ atm} \therefore$$
$$s_{O_2} = 2{,}73 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$$

Soluções eletrolíticas e não eletrolíticas

Verifica-se experimentalmente que determinadas soluções conduzem bem corrente elétrica e outras, não (**Fig. 3.8**).

No século XIX, o físico e químico inglês Michael Faraday (1791-1867) introduziu o conceito de íon – uma espécie química capaz de transportar carga elétrica – para explicar a condução de corrente elétrica em soluções. Algum tempo depois, o físico alemão Johann Wilhelm Hittorf (1824-1914) demonstrou que os íons eram capazes de se movimentar em solução, e mediu sua capacidade de transporte de carga elétrica.

Esses e outros modelos explicativos foram estudados pelo químico sueco Svante Arrhenius (1859-1927), que, em 1887, apresentou uma teoria sobre soluções, considerando a dissolução das substâncias em água. De acordo com essa teoria, conhecida como **teoria eletrolítica de Arrhenius**, as partes que formam uma substância podem se separar em solução, conservando cargas elétricas opostas, ou seja, liberam-se íons em maior (**Fig. 3.8 A**) ou menor (**Fig. 3.8 B**) extensão. Ao aplicar um potencial elétrico, os íons se movem para os polos com cargas opostas. Há, porém, substâncias que não formam íons livres em solução, o que explica a diferença de comportamento entre elas em relação à condutividade elétrica (**Fig. 3.8 C**).



FOTOS: © 1970 GEORGE RESCH/ FUNDAMENTAL PHOTOGRAPHS

Figura 3.8 Teste de condutividade elétrica para três soluções aquosas nas mesmas condições de temperatura e pressão contendo a mesma concentração de soluto. **(A)** Solução de cloreto de sódio (NaCl). **(B)** Solução de ácido acético ($C_2H_4O_2$). **(C)** Solução de glicose ($C_6H_{12}O_6$). Se as moléculas de água de solvatação fossem representadas, ficaria assim: $[Na(H_2O)_x]^+$. Se os estudantes já tiverem estudado raio iônico, pode-se complementar a explicação dizendo que o número de moléculas de solvatação (x) diminui com o aumento do raio iônico.

Sabemos hoje que em uma solução ocorrem interações entre as partículas do soluto e as do solvente. Em outras palavras, quando um soluto é dissolvido em um solvente, algumas interações químicas podem ser rompidas e outras, formadas em um processo conhecido como **solvatação**.

Como consequência dessas novas interações, os íons do sal cloreto de sódio se separam, ou seja, a substância passa por uma **dissociação iônica** e se solubiliza. Tais soluções são denominadas **soluções eletrolíticas** e seus solutos, como o NaCl dissociado, são chamados **eletrólitos**.

No caso do NaCl, a dissociação iônica em água pode ser equacionada da seguinte forma:

$$NaCl(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + Cl^-(aq)$$

A fórmula da água sobre a seta de reação indica que o processo ocorre em meio aquoso, e o símbolo (aq) logo após o símbolo do íon indica que a espécie química se encontra solvatada por moléculas de água. Por simplificação, as moléculas de água de solvatação não são representadas.

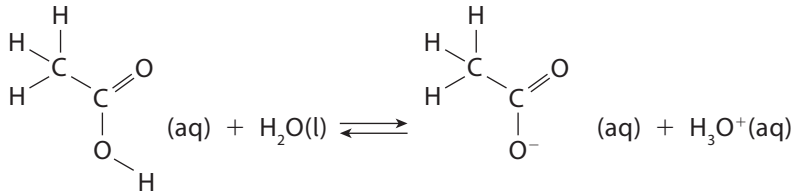
Alguns compostos moleculares também formam soluções eletrolíticas em meio aquoso, como o ácido acético ($C_2H_4O_2$). O que explica a condução de corrente elétrica nessa solução é a formação de íons decorrente da interação entre as moléculas da água e as do ácido acético. Essa interação leva ao rompimento da ligação covalente (representada como um traço na equação química a seguir) entre o oxigênio e o hidrogênio em algumas moléculas do ácido. Como a quebra da ligação é heterolítica, o oxigênio fica com o par eletrônico antes compartilhado e adquire carga negativa; o hidrogênio deficiente em elétrons liga-se à molécula de água, formando o íon oxônio (H_3O^+). Esse processo é denominado **ionização** e pode ser equacionado, no caso do ácido acético, da seguinte forma:

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

MODERNA

Se os estudantes já tiverem aprendido eletronegatividade, o conceito pode ser retomado aqui.

Como equilíbrio químico será estudado apenas na Unidade 2 deste volume, optamos neste momento por representar as reações apenas como reversíveis, usando as setas duplas de ponta cheia.



Contudo, na maioria dos compostos moleculares solúveis em água, as moléculas são solvatadas sem que ocorra ionização. Soluções com essa característica apresentam baixa condutividade elétrica, o que explica a ausência de brilho perceptível da lâmpada (**Fig. 3.8 C**), sendo denominadas **não eletrolíticas**.

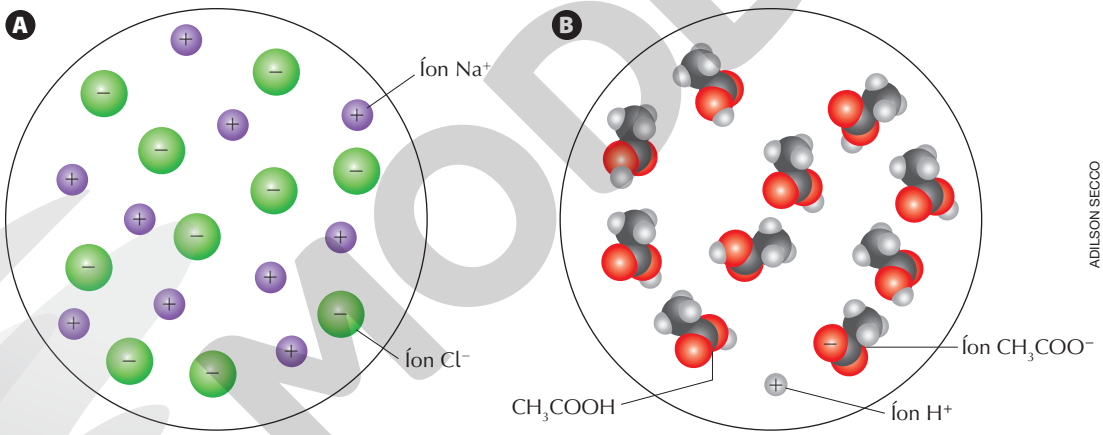
Na dissolução da glicose em água, por exemplo, a interação entre as moléculas de ambas as substâncias não leva ao rompimento das ligações entre os átomos das moléculas da glicose. Dizemos apenas que a glicose se dissolveu, processo que pode ser equacionado da seguinte forma:

$$C_6H_{12}O_6(s) \xrightarrow{H_2O} C_6H_{12}O_6(aq)$$

Com base no que foi discutido até o momento, uma proposta para explicar a diferença de condutividade elétrica entre as soluções de cloreto de sódio (**Fig. 3.8 A**) e ácido acético (**Fig. 3.8 B**) é considerar que o mesmo número de partículas elementares dissolvidas forma quantidades diferentes de íons em solução. Esse percentual de íons em meio aquoso (α) é denominado **grau de ionização**:

$$\alpha = \frac{\text{número de moléculas ionizadas}}{\text{número de moléculas dissolvidas}} \cdot 100\%$$

Dessa maneira, quanto mais próximo de 100%, mais forte é o eletrólito. Esse é o caso do cloreto de sódio. Por outro lado, em uma solução a 25 °C de concentração 0,6 g L^{-1}, o ácido acético encontra-se apenas cerca de 4% ionizado. Portanto, ele é considerado um eletrólito fraco (**Fig. 3.9**).



ADILSON SECCO

Figura 3.9 Representação esquemática em nível submicroscópico da constituição da solução de **(A)** cloreto de sódio, um eletrólito forte, e de **(B)** ácido acético, um eletrólito fraco, ambas com a mesma concentração. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Além de poder avaliar qualitativamente a condutividade elétrica das soluções como foi demonstrado na **Figura 3.8**, é possível medi-la quantitativamente por meio de um equipamento denominado **condutivímetro**. Com esse equipamento as medidas são dadas em siemens por metro (S m^{-1}) ou seus múltiplos e submúltiplos. A condutividade elétrica das soluções depende do tipo de íon presente, da concentração total de íons dissolvidos e da temperatura. Observe na **Figura 3.1** que o valor de condutividade elétrica reportado é 74 μS cm^{-1}, a 25 °C. Segundo dados da Fundação Nacional de Saúde (Funasa), as águas naturais apresentam valores na faixa de 10 μS cm^{-1} a 100 μS cm^{-1}, enquanto em corpos-d'água poluídos por esgotos domésticos ou efluentes industriais os valores podem chegar a 1.000 μS cm^{-1}.

Se julgar necessário, explicite a etapa de conversão de unidades de medidas entre seus múltiplos e submúltiplos. É importante que os estudantes entendam os prefixos como potência de 10 com expoentes positivos no caso dos múltiplos e com expoentes negativos no caso dos submúltiplos.

Com um equipamento sensível como o condutivímetro observaríamos mesmo em soluções aquosas de não eletrólitos uma pequena condução de corrente elétrica, em função da autoionização da água:

$$H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$$

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

MODERNA

Enfatize que os produtos comercializados na forma de soluções devem apresentar rótulo com informações como a identificação do soluto e do solvente, a concentração e a validade, bem como informações de segurança, como símbolos de risco e procedimentos de emergência. Por isso, é importante manter esses produtos em seus frascos originais para evitar acidentes.

Concentração

Uma solução pode ser formada por diversas proporções entre soluto e solvente, limitadas apenas pela solubilidade entre eles. A concentração é utilizada para representar quantitativamente a composição química da solução, e há diversas formas de exprimi-la (**Fig. 3.10**).

FABIO YOSHIHITO MATSUURA/MOSAICO FOTOGRAFIA

Figura 3.10 Neste rótulo de um frasco de soro fisiológico vendido em farmácia, a concentração de NaCl foi indicada de duas formas equivalentes: como porcentagem e como concentração comum ou em massa. Essa concentração garante que ele seja compatível com os fluidos corporais. Isso significa, de maneira simplificada, que as células humanas em contato com o soro fisiológico não se desidratam e seus componentes não se diluem.

Concentração em massa

Na **Figura 3.1**, a concentração de íons fluoreto (F^-) na água mineral indicada é 0,14 mg L^{-1}. Isso significa que em 1 L de solução há 0,14 mg desse soluto dissolvido. Mas, como se trata de uma proporção, também significa que:

- em 100 mL de água mineral há 0,014 mg de F^- dissolvido;
- em 2 L de água mineral há 0,28 mg de F^- dissolvido.

Esse raciocínio implica que se tomarmos qualquer porção (alíquota) dessa água mineral, seja, por exemplo, 1 mL ou 1 L, ela terá a mesma composição.

Seguindo o mesmo princípio, sabendo que pela legislação brasileira (Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde), a concentração máxima de fluoreto permitida na água considerada potável é 1,5 mg L^{-1}, podemos dizer que na água mineral analisada há cerca de dez vezes menos íons fluoreto por litro de solução que o limite estabelecido. Nesse caso, a água mineral analisada é **menos concentrada** ou **mais diluída** porque contém menor massa de soluto por volume de solução.

Ao expressarmos a quantidade de soluto em massa por volume de solução, como aparece nos rótulos analisados e na legislação, estamos determinando a chamada **concentração em massa** ou **concentração comum** (ρ).

Raciocínio semelhante ao apresentado acima pode ser empregado para determinar a concentração em massa de uma solução preparada por nós mesmos ou para definir a massa de soluto que necessitamos medir para preparar certo volume de solução em uma concentração específica.

Optamos nesta obra por utilizar as simbologias recomendadas pela IUPAC, embora normalmente seja empregada a letra C para representar essa grandeza.

Imagine que você desejasse preparar 500 mL (0,5 L) de soro fisiológico em casa. De que massa de cloreto de sódio você precisaria dispor?

Massa de NaCl	Volume de solução
9 mg	1 mL
m(NaCl)	500 mL

$$m(\text{NaCl}) = \frac{9\ \text{mg} \cdot 500\ \text{mL}}{1\ \text{mL}} = 4.500\ \text{mg} = 4{,}5\ \text{g}$$

Para verificar a compreensão de que a massa de solução é igual à soma das massas de soluto e de solvente, peça aos estudantes que calculem a massa de água usada no preparo dessa solução.

Porcentagem em massa e em volume

Vários produtos industriais têm sua concentração expressa em **porcentagem em massa** ($\%_{m/m}$), como o teor de hipoclorito de sódio (NaOCl) na água sanitária, que pode ser utilizada na desinfecção de frutas e hortaliças. Normalmente, na embalagem desses produtos, a concentração indicada está entre 2,0% e 2,5%. Isso significa que em 100 g de solução há entre 2,0 g e 2,5 g de NaOCl ou que em 100 mg de solução há entre 2,0 mg e 2,5 mg desse soluto.

Alternativamente, pode-se expressar a concentração na forma decimal no lugar da porcentagem. Nesse caso, a medida de concentração passa a ser denominada título (τ). Assim, o **título em massa** de NaOCl na solução que estamos analisando está entre 0,020 e 0,025. Note que, como se estabelece uma razão entre valores com mesma unidade de medida, o título da solução é adimensional. Perceba também que o título será sempre um número entre zero e um, uma vez que a massa do soluto é sempre menor que a massa da solução por definição.

De modo análogo, quando temos um soluto líquido ou gasoso, é possível apresentar a concentração das soluções por meio da **porcentagem em volume** ($\%_{V/V}$) desse constituinte:

$$\%_{v/v} = \frac{V(\text{soluto})}{V(\text{soluto}) + V(\text{solvente})} \cdot 100\%$$

Concentração em quantidade de matéria

Também podemos estabelecer a relação entre a quantidade de matéria de um soluto e o volume de sua solução, em litros, que é conhecida como **concentração em quantidade de matéria** (c). Essa grandeza é muito utilizada no meio acadêmico.

Considere que, durante o preparo de uma água adicionada de sais, tenham sido solubilizados em água 117 mg de cloreto de sódio até um volume total de 500 mL de solução. Para determinar a concentração em quantidade de matéria dessa solução, primeiro, é necessário calcular a quantidade de matéria presente na massa de NaCl utilizada.

O fator de conversão utilizado nesse caso é a massa de um mol de substância, grandeza conhecida como **massa molar**, medida em g mol^{-1} e representada aqui pela letra M. Ela pode ser obtida com o auxílio da tabela periódica, como exemplificado a seguir.

Enfatize que uma das linhas da regra de três deve conter os dados que conhecemos (valores que referência) e a outra, a informação que queremos descobrir. Incentive os estudantes a realizar os cálculos incluindo as unidades de medida em todo o processo. Isso ajuda a evitar erros muito frequentes que são a resposta final sem unidade de medida ou com a unidade incorreta.

$$1\ \text{u} \approx 1{,}66 \cdot 10^{-24}\ \text{g}$$
$$M(\text{Na}) \approx 1{,}66 \cdot 10^{-24}\ \text{g} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}\ \text{mol}^{-1} \cdot 23{,}0$$
$$M(\text{Cl}) \approx 1{,}66 \cdot 10^{-24}\ \text{g} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}\ \text{mol}^{-1} \cdot 35{,}5$$
$$M(\text{NaCl}) \approx (23{,}0 + 35{,}5)\ \text{g mol}^{-1} \approx 58{,}5\ \text{g mol}^{-1}$$

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

EM MODERNA

Destaque aos estudantes que ao resolver a regra de três tem-se uma fórmula $n = m/M$, em que m é a massa, em gramas, e M é a massa molar, em g mol^{-1}.

Lembre ao estudante que, a partir da regra de três que relaciona volume e quantidade de matéria, é possível criar uma fórmula para calcular a concentração em quantidade de matéria, ou seja, $c = n/V$.

Explique aos estudantes que a concentração em quantidade de matéria é também conhecida como molaridade ou concentração molar, mas o uso desses termos, desaconselhado pela IUPAC, vem diminuindo com o passar do tempo. Também é possível encontrar em outras referências a representação da concentração em quantidade de matéria com o símbolo M.

Outras medidas de concentração são trabalhadas na Unidade **Análise forense**.

Massa de NaCl	Quantidade de matéria de NaCl
58,5 g	1 mol
0,117 g	n_1(NaCl)

$$n_1(\text{NaCl}) = \frac{0{,}117\ \text{g} \cdot 1\ \text{mol}}{58{,}5\ \text{g}} = 2 \cdot 10^{-3}\ \text{mol}$$

Em seguida, calcula-se a quantidade de matéria presente em 1 L de solução:

Volume da solução	Quantidade de matéria de NaCl
0,5 L	$2 \cdot 10^{-3}$ mol
1,0 L	n_2(NaCl)

$$n_2(\text{NaCl}) = \frac{2 \cdot 10^{-3}\ \text{mol} \cdot 1{,}0\ \text{L}}{0{,}5\ \text{L}} = 4 \cdot 10^{-3}\ \text{mol}$$

Assim, para cada litro dessa solução, há $4 \cdot 10^{-3}$ mol ou 4 mmol de cloreto de sódio. Essa concentração pode ser representada da seguinte forma: c(NaCl) ou [NaCl] $= 4 \cdot 10^{-3}$ mol L^{-1}.

Vamos supor agora que no preparo dessa mesma água adicionada de sais, com volume de 0,5 L, tenham sido solubilizados, também, 55 mg de cloreto de cálcio, $CaCl_2$. Considerando que essa substância em água se dissocia em cátions Ca^{2+} e ânions Cl^-, como podemos determinar a concentração total em quantidade de matéria de íons Cl^-?

O primeiro passo é determinar a concentração em quantidade de matéria de $CaCl_2$:

$$M(CaCl_2) = (40{,}1 + 35{,}5 \cdot 2)\ \text{g mol}^{-1} = 111{,}1\ \text{g mol}^{-1}$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n(CaCl_2) = \frac{55 \cdot 10^{-3}\ \text{g}}{111{,}1\ \text{g mol}^{-1}} \therefore n(CaCl_2) \approx 0{,}5 \cdot 10^{-3}\ \text{mol}$$

$$c = \frac{n(\text{soluto})}{V(\text{solução})} \Rightarrow c(CaCl_2) = \frac{0{,}5 \cdot 10^{-3}\ \text{mol}}{0{,}5\ \text{L}} \therefore c(CaCl_2) = 1 \cdot 10^{-3}\ \text{mol L}^{-1}$$

O segundo passo é determinar a proporção em quantidade de matéria entre $CaCl_2$ e seus íons. Para isso, precisamos escrever a equação química balanceada da dissociação do sal:

Equação balanceada	$CaCl_2(s) \xrightarrow{H_2O}$	$Ca^{2+}(aq)$	+	$2\ Cl^-(aq)$
Proporção em quantidade de matéria	1 mol	1 mol		2 mol
Concentração em quantidade de matéria	$1 \cdot 10^{-3}$ mol L^{-1}	$1 \cdot 10^{-3}$ mol L^{-1}		$2 \cdot 10^{-3}$ mol L^{-1}

Perceba que, diferentemente do caso do NaCl, a dissociação do $CaCl_2$ resulta no dobro da concentração de ânions em relação à concentração da substância.

Assim, considerando os dados obtidos, a concentração total em quantidade de matéria de íons cloreto, provenientes do NaCl e do $CaCl_2$ na água adicionada de sais preparada é:

$$c(Cl^-) = 4 \cdot 10^{-3}\ \text{mol L}^{-1} + 2 \cdot 10^{-3}\ \text{mol L}^{-1} \Rightarrow c(Cl^-) = (4 + 2) \cdot 10^{-3}\ \text{mol L}^{-1} \therefore c(Cl^-) = 6 \cdot 10^{-3}\ \text{mol L}^{-1}$$

Caráter ácido-base

No exemplo do rótulo de água mineral analisado (**Fig. 3.1**), entre as características físico-químicas aparece a medida de pH. A sigla pH deriva do latim *pondus hydrogenii* (potencial de hidrogênio ou potencial hidrogeniônico) e representa uma medida quantitativa do caráter ácido-base de soluções aquosas.

Em 1904, o fisiologista alemão Hans Friedenthal (1870-1943) recomendou a utilização da concentração em quantidade de matéria dos íons H^+ para caracterizar soluções, uma vez que esse era um parâmetro crítico em sistemas biológicos.

Em 1909, Sören P. T. Sörensen (1868-1939), bioquímico dinamarquês diretor dos laboratórios de pesquisa de uma cervejaria em Copenhague, estabeleceu uma maneira mais conveniente que a notação científica para expressar o nível de acidez de uma solução aquosa. Ele propôs utilizar o artifício matemático de tomar o logaritmo negativo da concentração de H^+, representado pela sigla pH, o que permite obter valores positivos se a concentração for menor que 1 mol L^{-1}:

$$c(H^+) = 10^{-pH} \text{ ou } [H^+] = 10^{-pH} \Rightarrow pH = -\log [H^+]$$

A água pura apresenta concentração em quantidade de matéria de íons hidrogênio, $[H^+]$, e de íons hidróxido, $[OH^-]$, iguais a $1{,}0 \cdot 10^{-7}$ mol L^{-1} a 25 °C em função de sua autoionização.

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

Desse modo, a 25 °C, a **escala de pH** varia de 0 a 14, em que o valor 7,0 indica uma solução neutra, valores menores que 7 classificam as soluções como ácidas e valores maiores que 7 informam que as soluções são básicas ou alcalinas. Quanto mais ácida for uma solução, ou seja, quanto maior for a concentração em quantidade de matéria de íons H^+ presentes, menor será o valor do pH. Assim, retomando a **Figura 3.1**, a água mineral analisada é levemente ácida.

É importante notar que a variação de uma unidade na escala de pH representa uma variação de dez vezes na concentração de íons H^+ e, portanto, no nível de acidez da solução, uma vez que a escala de pH não é linear, e sim logarítmica.

O pH de uma solução pode ser medido por meio de instrumentos denominados pHmetros (**Fig. 3.11**) e estimado com o uso de indicadores ácido-base – soluções que apresentam alteração em sua cor na presença de materiais ácidos ou básicos.

CHARLES D. WINTERS/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

Figura 3.11 O pH de uma solução preparada à base de polpa de tomate triturado medido com um pHmetro é indicado como 4,0.

O pH de soluções aquosas formadas pela dissolução de sais minerais

Analise a seguir o caráter ácido-base de soluções aquosas de alguns sais avaliadas com o auxílio do indicador azul de bromotimol (**Fig. 3.12**).

JUNIOR ROZZO/ROZZO IMAGENS

Figura 3.12 Coloração adquirida pela solução do indicador azul de bromotimol em meio ácido, neutro e alcalino, respectivamente.

Podemos inferir que a solvatação dos íons Na^+ e Cl^- não afeta significativamente as propriedades ácido-base do solvente, uma vez que a solução formada por eles é neutra. No entanto, os ânions hidrogenocarbonato ou bicarbonato, $HCO_3^-(aq)$, são os responsáveis por tornar a solução aquosa de $NaHCO_3$ alcalina, ou seja, a solvatação dos íons Na^+ e HCO_3^- conferem à solução pH $>$ 7. Similarmente, os cátions amônio, $NH_4^+(aq)$, apresentam propriedade ácida, em que a solução formada por eles e pelos ânions cloreto tem pH $<$ 7.

A reação de alguns íons com a água, tornando a solução formada ácida ou básica, é chamada de **hidrólise salina**. Considera-se que nesses casos, após dissolução e dissociação, os cátions associam-se com os íons OH^- e os ânions, com os íons H^+ provenientes da autoionização da água, formando eletrólitos fracos. No exemplo da **Figura 3.12**, formam-se ácido carbônico, $H_2CO_3(aq)$, e hidróxido de amônio, $NH_4OH(aq)$, que são instáveis e se decompõem nos gases CO_2 e NH_3, respectivamente, além de água.

$$NaHCO_3(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$
$$H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$$
$$HCO_3^-(aq) + H^+(aq) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq)$$
$$NaHCO_3(s) + H_2O(l) \rightleftharpoons \langle H_2CO_3(aq)\rangle + Na^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$NH_4Cl(s) \xrightarrow{H_2O} NH_4^+(aq) + Cl^-(aq)$$
$$H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$$
$$NH_4^+(aq) + OH^-(aq) \rightleftharpoons NH_4OH(aq)$$
$$NH_4Cl(s) + H_2O(l) \rightleftharpoons \langle NH_4OH(aq)\rangle + H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

Observe que, se analisássemos um sal formado por cátions e ânions com tendências iguais para se associarem respectivamente aos íons OH^- e H^+ oriundos da autoionização da água, formando eletrólitos fracos, o caráter da solução resultante seria neutro.

Retome a **Figura 3.1** e observe a presença de carbonato, um ânion que reage com a água conforme demonstrado acima. Note que o pH da água mineral não é 7.

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

MODERNA

Atividades

Registre em seu caderno

1. (UFRGS-RS) Um estudante analisou três soluções aquosas de cloreto de sódio, adicionando 0,5 g deste mesmo sal em cada uma delas. Após deixar as soluções em repouso em recipientes fechados, ele observou a eventual presença de precipitado e filtrou as soluções, obtendo as massas de precipitado mostradas no quadro abaixo.

Solução	Precipitado
1	Nenhum
2	0,5
3	0,8

O estudante concluiu que as soluções originais 1, 2 e 3 eram, respectivamente,

a) não saturada, não saturada e saturada.
b) não saturada, saturada e supersaturada.
c) saturada, não saturada e saturada.
d) saturada, saturada e supersaturada.
e) supersaturada, supersaturada e saturada.

2. Um estudante realizou um experimento com o objetivo de avaliar o caráter eletrolítico das soluções aquosas formadas pelas substâncias gasosas brometo de hidrogênio (HBr) e bromo (Br_2). Ao borbulhar essas substâncias em água e realizar um teste de condutividade elétrica como o mostrado na **Figura 3.8**, ele observou que apenas na solução relativa ao HBr a lâmpada acendeu. Explique por meio de equações químicas e modelos submicroscópicos o processo ocorrido nesse experimento.

Nota: por questão de simplificação, omita a representação das moléculas do solvente nos modelos submicroscópicos elaborados.

3. Um estudante de iniciação científica foi reproduzir um experimento publicado em um artigo com o objetivo de obter uma solução de nitrato de chumbo(II), $Pb(NO_3)_2$. Ele adicionou 75 g de $Pb(NO_3)_2$ em um recipiente contendo 100 g de água a 20 °C e agitou a mistura para dissolver o sal.

a) Com base na **Figura 3.5**, determine a massa de sal que será dissolvida e classifique a solução formada em insaturada, saturada ou supersaturada. Demonstre seu raciocínio.

b) Explique como seria possível obter a solução descrita no artigo, na qual 75 g de $Pb(NO_3)_2$ estão dissolvidos em 100 g de água a 20 °C.

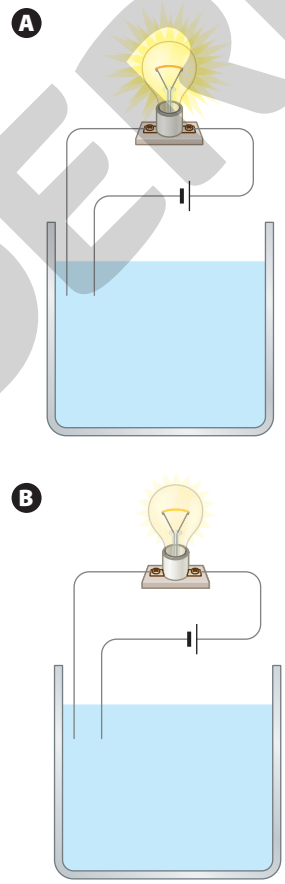
4. (Enem) O álcool hidratado utilizado como combustível veicular é obtido por meio da destilação fracionada de soluções aquosas geradas a partir da fermentação de biomassa. Durante a destilação, o teor de etanol da mistura é aumentado até o limite de 96% em massa. Considere que, em uma usina de produção de etanol, 800 kg de uma mistura etanol/água com concentração 20% em massa de etanol foram destilados, sendo obtidos 100 kg de álcool hidratado 96% em massa de etanol.

A partir desses dados, é correto concluir que a destilação em questão gerou um resíduo com uma concentração de etanol em massa:

a) de 0%.
b) de 8,0%.
c) entre 8,4% e 8,6%.
d) entre 9,0% e 9,2%.
e) entre 13% e 14%.

5. Um estudante preparou duas soluções aquosas a fim de compará-las; uma de $FeCl_2$ e outra de $FeCl_3$, ambas de concentração 0,2 mol L^{-1}.

a) Associe as figuras que representam o resultado do teste de condutividade elétrica das soluções mostradas a seguir a cada uma das substâncias. Considere 100% de dissociação iônica.



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Representação esquemática dos testes de condutividade elétrica realizados para o mesmo volume de solução recém-preparada. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

b) Sabendo que o $FeCl_3$ passa por hidrólise, espera-se que um teste de pH, realizado algum tempo após o preparo das soluções, indique que a solução tem caráter ácido, neutro ou básico? Justifique apresentando a equação química global do processo.

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

MODERNA

Texto para as questões 6 e 7.

(Enem) As informações abaixo foram extraídas do rótulo da água mineral de determinada fonte.

ANDERSON DE ANDRADE PIMENTEL

ÁGUA MINERAL NATURAL

Composição química provável em mg/L

Sulfato de estrôncio	0,04
Sulfato de cálcio	2,29
Sulfato de potássio	2,16
Sulfato de sódio	65,71
Carbonato de sódio	143,68
Bicarbonato de sódio	42,20
Cloreto de sódio	4,07
Fluoreto de sódio	1,24
Vanádio	0,07

Características físico-químicas

pH a 25 °C	10,00
Temperatura da água na fonte	24 °C
Condutividade elétrica	$4{,}40 \cdot 10^{-4}$ ohms/cm
Resíduo de evaporação a 180 °C	288,00 mg/L

Classificação: "alcalino-bicarbonatada, fluoretada, vanádica"

6. As seguintes explicações foram dadas para a presença do elemento vanádio na água mineral em questão.

I. No seu percurso até chegar à fonte, a água passa por rochas contendo minerais de vanádio, dissolvendo-os.

II. Na perfuração dos poços que levam aos depósitos subterrâneos da água, utilizaram-se brocas constituídas de ligas cromo-vanádio.

III. Foram adicionados compostos de vanádio à água mineral.

Considerando todas as informações do rótulo, pode-se concluir que apenas

a) a explicação I é plausível.
b) a explicação II é plausível.
c) a explicação III é plausível.
d) as explicações I e II são plausíveis.
e) as explicações II e III são plausíveis.

7. Indicadores ácido-base são substâncias que em solução aquosa apresentam cores diferentes conforme o pH da solução. O quadro abaixo fornece as cores que alguns indicadores apresentam à temperatura de 25 °C.

Indicador	Cores conforme pH
Azul de bromotimol	Amarelo em pH ⩽ 6,0; azul em pH ⩾ 7,6
Vermelho de metila	Vermelho em pH ⩽ 4,8; amarelo em pH ⩾ 6,0
Fenolftaleína	Incolor em pH ⩽ 8,2; vermelho em pH ⩾ 10,0
Alaranjado de metila	Vermelho em pH ⩽ 3,2; amarelo em pH ⩾ 4,4

Suponha que uma pessoa inescrupulosa guardou garrafas vazias dessa água mineral, enchendo-as com água de torneira (pH entre 6,5 e 7,5) para serem vendidas como água mineral. Tal fraude pode ser facilmente comprovada pingando-se na "água mineral fraudada", à temperatura de 25 °C, gotas de

a) azul de bromotimol ou fenolftaleína.
b) alaranjado de metila ou fenolftaleína.
c) alaranjado de metila ou azul de bromotimol.
d) vermelho de metila ou azul de bromotimol.
e) vermelho de metila ou alaranjado de metila.

8. O nível de acidez do meio é considerado um fator limitante para a vida de certas espécies aquáticas, pois, além de interferir em processos metabólicos, pode levar à dissolução de metais tóxicos presentes, por exemplo, no solo em contato com o corpo-d'água.

A Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) estipula que a faixa de pH de corpos-d'água destinados à preservação da vida aquática (artigo 4º) deve ser de 6,0 a 9,0. No entanto, ocorrem variações nas tolerâncias de pH de espécie para espécie. Por exemplo, a molinésia preta (*Poecilia sphenops*) desenvolve-se melhor em ambientes com pH entre 7,2 e 7,5.

A análise em triplicata do pH de dois corpos-d'água é apresentada na tabela a seguir.

Corpo-d'água	Amostra	pH
A	I	6,1
	II	6,1
	III	6,0
B	I	7,1
	II	7,4
	III	7,2

Com base no valor médio de pH dos dois corpos-d'água, responda:

a) o que é possível concluir a respeito do desenvolvimento da molinésia preta nesses ambientes?
b) em quantas vezes, aproximadamente, a concentração em quantidade de matéria de íons H^+ em B é maior do que em A?

9. A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera que a água potável deva ter um limite máximo de 10^{-8} g L^{-1} de chumbo. Suponha que um pesquisador precise analisar a concentração de chumbo em um reservatório, mas o equipamento disponível somente quantifica concentrações superiores a $1 \cdot 10^{-7}$ mol L^{-1} de chumbo. Esse equipamento é adequado para determinar se a água do reservatório é potável? Explique seu raciocínio.

Dado: $M(Pb) = 207{,}2$ g mol^{-1}.

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

MODERNA

10. Leia o texto a seguir e responda ao que se pede.

Com alta concentração de flúor, fontes são lacradas em Águas da Prata, SP

[...] As torneiras de duas fontes da Juventude e do Paiol em Águas da Prata (SP) foram lacradas por causa da alta concentração de fluoreto na água, que se ingerido em excesso pode prejudicar a saúde. [...]

Um relatório feito em janeiro [de 2015] pelo Serviço Geológico do Brasil, a pedido da Prefeitura, constatou 21,89 miligramas de fluoreto por litro na Fonte da Juventude. E 33,64 miligramas na Fonte do Paiol. Os números são superiores ao permitido, que é de apenas 1,5 miligrama por litro.

[...]

De acordo com o médico Marcos Untura Filho, a grande quantidade pode potencializar problemas de rim, tireoide ou até causar intoxicação. "O flúor, quando ingerido em uma quantidade mais elevada ele pode também exceder os limites de calcificação do osso. Ele fica como o mármore, um osso muito duro, porém muito frágil a pequenos impactos, o que leva a uma fratura", disse.

Para as fontes serem reativadas precisam ser enquadradas na legislação do Departamento Nacional de Produção Mineral, com uso controlado. Para que isso aconteça a Prefeitura precisa da aprovação do laboratório de análises minerais do governo federal.

[...]

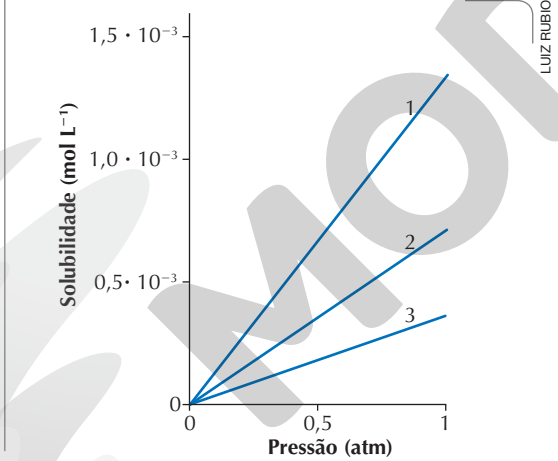
Fonte: COM alta concentração de flúor, fontes são lacradas em Águas da Prata, SP. *Portal G1*, 21 mar. 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2015/03/com-alta-concentracao-de-fluor-fontes-sao-lacradas-em-aguas-da-prata-sp.html>. Acesso em: 23 jul. 2020.

a) Segundo as informações do texto e o que foi estudado no Tema, o consumo de água com íons fluoreto é prejudicial à saúde em qualquer concentração?

b) Considerando um consumo diário ideal de 2,5 L de água, qual seria o excesso de íons fluoreto consumidos, em mg, em relação ao que determina a legislação, se alguém ingerisse exclusivamente água proveniente da fonte da Juventude?

11. Analise, a seguir, o gráfico e a tabela relativos aos gases oxigênio, nitrogênio e hélio.

Variação da solubilidade em água dos gases (a 20 °C) em função da pressão



Constante de Henry para alguns gases em água a 20 °C	
Gás	**k_H (mol L^{-1} atm^{-1})**
Hélio	$3{,}7 \cdot 10^{-4}$
Nitrogênio	$7{,}0 \cdot 10^{-4}$
Oxigênio	$1{,}3 \cdot 10^{-3}$

Fonte consultada: ATKINS, P. W.; JONES, L. *Princípios de Química*: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

a) Indique quais gases correspondem às retas 1, 2 e 3.

b) Suponha que a solubilidade de uma substância gasosa em água tenha sido avaliada a 20 °C em três condições de pressão diferentes: 0,1 atm, 0,5 atm e 1 atm. Em qual condição de pressão o gás se apresenta mais dissolvido em água?

c) Considerando a pressão atmosférica igual a 1 atm e que o ar atmosférico contenha 20% de gás oxigênio e 80% de gás nitrogênio, compare a solubilidade desses dois gases a 20 °C.

d) Você concorda com a afirmação de que, quanto maior a constante de Henry, maior a solubilidade de um gás?

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

TEMA 4

Relações entre saúde humana e tratamento de água

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6; 8; 10
Habilidades: EM13CNT104; EM13CNT310; EM13CHS304

Solicite aos estudantes que busquem na internet sobre a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico ou sobre a Síntese de Indicadores Sociais, ambas realizadas pelo IBGE. Nelas, é possível encontrar gráficos e dados sobre os serviços de saneamento básico em diferentes regiões do Brasil. Aproveite a oportunidade para relacionar a precariedade do saneamento básico com as diferenças encontradas entre os índices de desenvolvimento humano por região brasileira. O saneamento básico deficiente, principalmente na região Norte, faz com que algumas doenças infecciosas, como diarreia, cólera e malária, afetem essa parcela da população.

Fique por dentro

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Site com diversas informações e notícias sobre água, resíduos sólidos e outros assuntos relacionados ao saneamento ambiental.

Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/>.

Fundação Oswaldo Cruz

Site da Fundação Oswaldo Cruz, instituição da área da saúde e da Ciência e Tecnologia no Brasil. Traz informações sobre o controle de doenças como aids, malária, Chagas, tuberculose, hanseníase, sarampo, rubéola, esquistossomose, meningites e hepatites, além de outros temas ligados à saúde coletiva.

Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/>.

Acessos em: 29 abr. 2020.

O modo de vida da sociedade moderna tem causado sérios impactos ao ambiente. Diversas atividades humanas geram resíduos que podem degradar o solo e os ecossistemas aquáticos.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), uma em cada quatro doenças ao redor do mundo está diretamente relacionada à exposição a fatores ambientais, como ar e água poluídos. Países emergentes são mais afetados por esses males, tendo em vista a precariedade das condições sanitárias. O consumo de água não potável ou as condições inadequadas de saneamento básico provocam a morte de mais de 1,5 milhão de pessoas ao redor do mundo por ano. O saneamento básico refere-se aos serviços de oferta de rede de abastecimento de água potável, rede de coleta e tratamento de esgoto, manejo de resíduos sólidos (lixo) e manejo de águas pluviais.

No Brasil, o acesso dos cidadãos aos serviços sanitários está assegurado na Lei do Saneamento Básico, desde 2007. Porém, grande parte da população brasileira ainda vive em condições não ideais, de acordo com os dados do IBGE, na última Síntese de Indicadores Sociais, divulgada em 2019.

Vírus, bactérias, protozoários e alguns invertebrados são causadores da maioria das doenças infecciosas humanas veiculadas pela água. Neste Tema, vamos analisar algumas dessas doenças, considerando três das possíveis vias de transmissão: fecal-oral, contato direto do corpo humano com a água contaminada e ingestão de carne contaminada por cistos do parasita.

Na transmissão por via **fecal-oral**, fezes contendo o agente causador da doença contaminam a água, o que ocorre em condições em que não há saneamento básico. A pessoa, ao ingerir água contaminada ou alimentos contaminados por ela, adquire o agente infeccioso. Assim, medidas profiláticas dessas doenças envolvem a existência de saneamento básico; o consumo de água potável (fervida ou clorada e filtrada); higienização de verduras e frutas antes do consumo; cuidados básicos com a higiene, como lavar as mãos após o uso de sanitários, antes das refeições e da manipulação de alimentos. São exemplos de doenças veiculadas pela água contaminada via transmissão fecal-oral: hepatite A (causada por vírus), cólera (causada por bactéria), amebíase (causada por protozoário), cisticercose (causada por uma espécie de solitária, do grupo dos platelmintos) e ascaridíase (causada pela lombriga, do grupo dos nematódeos).

A transmissão pelo **contato direto** do corpo humano com a água contaminada pelo agente infeccioso ocorre, por exemplo, nos casos de leptospirose (causada por bactérias) e de esquistossomose (causada pelo esquistossomo, do grupo dos platelmintos). No caso da **ingestão** de carne contaminada por cistos do parasita, analisaremos a teníase. A implementação e/ou melhoria do saneamento básico e o tratamento dos doentes são medidas importantes no combate a todas essas doenças.

Em todos os casos, o tratamento dos doentes deve ser feito o quanto antes, de modo que promova o bem-estar físico, mental e social de indivíduos e comunidades.

Ao longo deste Tema, quando for pertinente, vamos acrescentar outros modos de transmissão e de prevenção além dos que já mencionamos anteriormente.

Concepção de saúde

Na linguagem cotidiana, saúde e doença são consideradas estados opostos da condição de funcionamento de um organismo. No entanto, de acordo com a OMS, órgão da Organização das Nações Unidas (ONU) que trata da saúde e tem como objetivos principais estabelecer e fundamentar as diretrizes para a pesquisa, as normas sanitárias

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

MODERNA

e as políticas públicas de saúde no mundo, **saúde** não é apenas a condição de ausência de doença, mas, sim, um estado de bem-estar físico, mental e social. Portanto, a concepção de saúde envolve tanto a ausência de doença quanto o acesso a saneamento básico, alimentação saudável, moradia adequada, educação e serviços de saúde de qualidade.

Em conformidade com a concepção da OMS, a Constituição Federal de 1988, em seu artigo 196, afirma que "saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação".

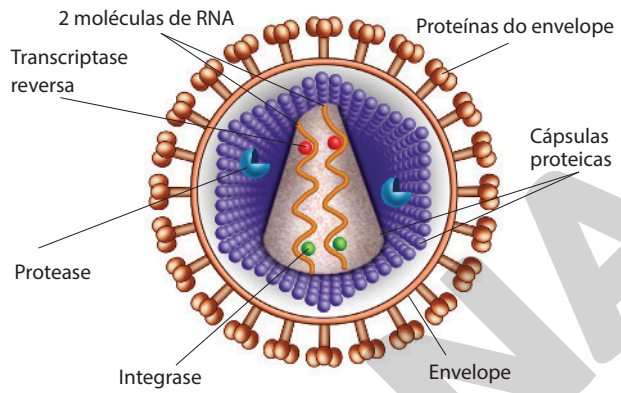
Dessa forma, cabe ao Estado garantir condições adequadas de vida e acesso universal e igualitário aos serviços de saúde. Porém, governo e população devem caminhar juntos para a promoção da saúde. Indivíduos devem aprender a cuidar da própria saúde e do meio em que vivem e dedicar-se a atingir o bem-estar físico, mental e social. O conhecimento dos agentes causadores e dos mecanismos das doenças nos possibilita elaborar medidas de prevenção e de tratamento adequadas à realidade de cada localidade, bem como direcionar escolhas e atitudes, do ponto de vista individual e coletivo, para a promoção da saúde.

Doenças virais

Os **vírus** (do latim *virus* = veneno) são entidades acelulares e só se reproduzem no interior de uma célula hospedeira. Ao penetrar a célula, eles passam a comandar o metabolismo celular, fazendo-a replicar seu material genético e sintetizar suas proteínas. A maioria dos vírus é menor do que as menores células e visível apenas ao microscópio eletrônico.

A estrutura viral mais simples corresponde a uma cápsula proteica (capsídeo) que envolve o material genético, DNA ou RNA. Esse conjunto forma o **nucleocapsídeo**. Ele é observado, por exemplo, no vírus do gênero *Hepatovirus* que causa a hepatite A (**Fig. 4.1**).

Alguns vírus, no entanto, apresentam um envoltório lipoproteico ao redor do nucleocapsídeo, chamado **envelope**, que é derivado da membrana plasmática da célula hospedeira. Esse envelope contém proteínas virais, ou seja, produzidas com base no material genético do vírus. Dois exemplos de vírus **envelopados** são o vírus do HIV, transmitido principalmente por via sexual e causador da aids (**Fig. 4.2**), e o SARS-CoV-2, transmitido pelo ar ou por secreções, como gotículas de saliva, e causador da COVID-19, uma das maiores pandemias da história, iniciada em 2019.



Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al*. *Biology*: concepts and connections. 6. ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2009.

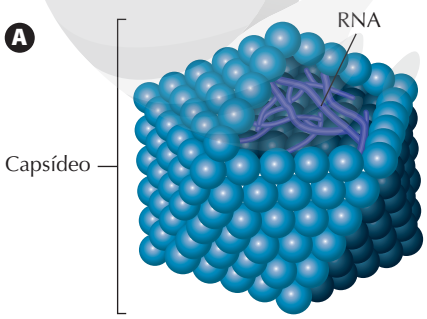
Figura 4.2 Representação esquemática da estrutura do vírus causador da aids, o HIV. Note a presença do envelope (composto pelas estruturas em marrom) envolvendo o nucleocapsídeo. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

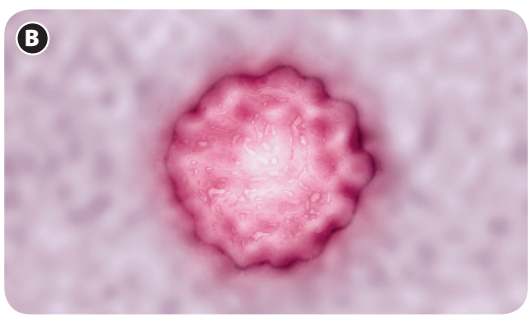
Vamos analisar dois exemplos de doenças virais de veiculação hídrica: a poliomielite e a hepatite A, ambas com via de transmissão fecal-oral. O vírus da poliomielite pertence ao gênero *Enterovirus* e o da hepatite, ao gênero *Hepatovirus*. Eles são vírus de RNA não envelopado.

Poliomielite

O vírus da **poliomielite** tem afinidade com células do epitélio do trato digestório e do sistema nervoso central. A infecção pode ser assintomática, desencadear quadro febril com mal-estar, dor de cabeça e de garganta e distúrbios gastrointestinais e/ou, em casos mais raros, progredir para a paralisia muscular.

Além da via de transmissão fecal-oral, pode ocorrer transmissão por via respiratória, pela inalação de gotículas de saliva ou respiratórias de pessoas contaminadas pelo vírus.





BSIP/UNIVERSAL IMAGES GROUP VIA GETTY IMAGES

ILUSTRAÇÕES: MARCOS AURÉLIO

Figura 4.1 *Hepatovirus*. **(A)** Representação esquemática do *Hepatovirus* com parte do capsídeo viral removido evidenciando a localização do material genético; nesse caso, RNA. (Imagem sem escala; cores-fantasia.) **(B)** Fotomicrografia de *Hepatovirus*. (Imagem obtida de microscópio eletrônico, colorizada artificialmente; tamanho aproximado do vírus: 30 nm.)

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

O período de incubação do vírus no corpo humano é de cerca de 3 a 5 dias. Inicialmente, o vírus se aloja na garganta e depois infecta outras partes do corpo. Em grande número, acumula-se no intestino, misturando-se com as fezes.

A paralisia ocorre quando o vírus chega às células da medula espinal e do tronco encefálico. Os nervos afetados deixam de enviar estímulos aos respectivos músculos, causando a paralisia. São mais comuns os casos de paralisia infantil, pois as crianças menores de 2 anos são as mais susceptíveis a contrair a doença.

Além das profilaxias mencionadas anteriormente para a prevenção de doenças transmitidas por via fecal-oral, a vacinação é fundamental e considerada a principal maneira de prevenir a poliomielite. A vacina mais utilizada é a Sabin, produzida com vírus atenuado e aplicada diretamente na boca, em forma de gota (**Fig. 4.3**).

KARLOS GEROMY/OIMP/D.A PRESS

Figura 4.3 Criança recebendo vacina contra a poliomielite (São Luís do Maranhão, MA, 2015). A Sabin é popularmente conhecida como "a gota que salva".

Em decorrência da vacinação contra a poliomielite, os casos de paralisia infantil têm decrescido muito no mundo. De acordo com o Ministério da Saúde, no Brasil, o último caso de infecção por esse vírus ocorreu em 1989, no município de Sousa (PB), sendo a realização de campanhas de vacinação (**Fig. 4.4**) em massa o fator mais importante no combate a essa doença.

© 2005 GUY & RODD/DIST. BY UNIVE/GOVERNO FEDERAL

Figura 4.4 Cartaz da campanha de incentivo à vacinação promovida pelo Ministério da Saúde em 2019. Quando um indivíduo é vacinado contra determinada doença, a imunidade do seu organismo aumenta, reduzindo o risco de ela se estabelecer e se manifestar. Além disso, a vacinação intensifica a imunidade de grupo, ou seja, da população em geral, pois, em pouco tempo, há redução dos casos de transmissão entre pessoas.

Fique por dentro

Ministério da Saúde – Poliomielite

Site com diversas informações sobre as causas, os sintomas e o diagnóstico da poliomielite, além de esclarecimentos acerca da vacinação.

Disponível em: <http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/poliomielite>. Acesso em: 29 abr. 2020.

Hepatite A

A hepatite é uma doença caracterizada pela inflamação do fígado e pode ter várias causas, como ingestão abusiva de bebidas alcoólicas, doenças autoimunes e metabólicas e infecções virais.

As hepatites virais afetam milhares de pessoas no mundo. Elas são causadas por diferentes tipos de vírus pertencentes a grupos distintos, que as caracterizam como hepatites A, B, C, D e E. As hepatites B, C e D são as mais graves e podem ocasionar casos crônicos, com sequelas como a cirrose hepática. A hepatite B e, com menos probabilidade, a C podem levar ao desenvolvimento de câncer de fígado.

Dos cinco tipos de hepatite, dois deles, a A e a E, são considerados doenças de veiculação hídrica com transmissão via fecal-oral, sendo a hepatite A a mais comum. Os demais tipos de hepatite viral são transmitidos principalmente pelo contato com o sangue de pessoas contaminadas por esses vírus e pelo uso sem esterilização de seringas, lâminas cortantes e/ou outros objetos que perfuram ou cortam a pele, além do contato sexual sem proteção.

A **hepatite A** é uma doença aguda e geralmente assintomática, mas podem ocorrer febre, dor de cabeça e icterícia. O tratamento orientado por médico leva à cura na maioria dos casos, e o paciente adquire imunidade. Há, no entanto, casos mais graves que podem resultar em morte. De acordo com o Ministério da Saúde, no Brasil, mais de 70% dos óbitos por hepatites virais são decorrentes da hepatite C, seguida da hepatite B (21,8%) e da hepatite A (1,7%).

O período de incubação do vírus da hepatite A é de cerca de 3 a 5 semanas. Os vírus se replicam no fígado, e muitos deles são liberados nas fezes durante o período de incubação e da fase aguda da doença.

Além das medidas profiláticas citadas anteriormente, a vacinação é fundamental. Há vacinas contra as hepatites A e B, sendo a vacina para o tipo B também eficaz na proteção contra a hepatite D.

:: Doenças bacterianas

As bactérias são agentes etiológicos de diversas doenças com várias vias de transmissão.

O tratamento de doenças bacterianas, ao contrário das doenças virais ou causadas por protozoários e outros

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

MODERNA

agentes infecciosos, pode ser feito por meio de antibióticos, sempre sob orientação e prescrição médica. O tratamento nunca deve ser interrompido antes do prazo indicado pelo médico, tendo em vista a possibilidade de seleção de bactérias resistentes ao antibiótico e o surgimento das chamadas superbactérias. Além dos riscos para a saúde individual, o surgimento de superbactérias é grave em termos de saúde pública.

As bactérias são seres procarióticos, cujas células, na maioria dos casos, são menores do que as células eucarióticas. Veja na **Figura 4.5** as formas mais comuns de células bacterianas.

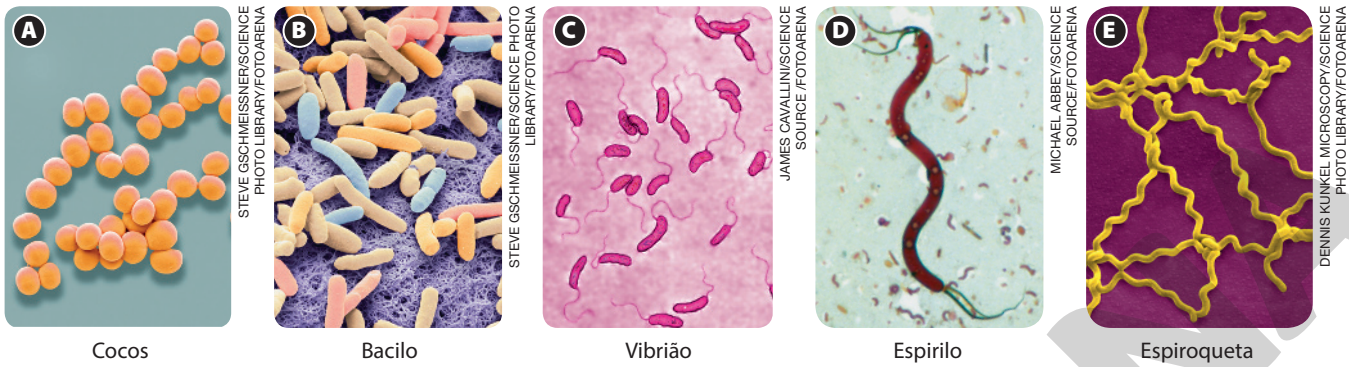


Figura 4.5 Formas mais comuns entre as bactérias. (Imagens colorizadas artificialmente, sem proporção entre si.) **(A)** *Staphylococcus aureus*. (Imagem obtida de microscópio eletrônico e ampliada cerca de 2 100 vezes.) **(B)** *Escherichia coli*. (Imagem obtida de microscópio eletrônico e ampliada cerca de 2 800 vezes.) **(C)** *Vibrio cholerae*. (Imagem obtida de microscópio eletrônico e ampliada cerca de 280 vezes.) **(D)** *Spirillum volutans*. (Imagem obtida de microscópio eletrônico e ampliada cerca de 50 vezes.) **(E)** *Leptospira interrogans*. (Imagem obtida de microscópio eletrônico e ampliada cerca de 5 600 vezes.)

Macromoléculas são moléculas de elevado peso molecular constituídas de centenas de milhares de subunidades. A comparação de pesos moleculares de moléculas e macromoléculas pode auxiliar a compreensão dos estudantes acerca das dimensões.

As células procarióticas, ao contrário das eucarióticas, não apresentam núcleo nem organelas membranosas (**Fig. 4.6**). O material genético fica localizado em uma região do citoplasma chamada **nucleoide**. É comum nas células bacterianas a existência de um a muitos **plasmídeos**, que são pequenas moléculas circulares de DNA que podem conter genes de resistência a antibióticos. Assim como as células eucarióticas, as células procarióticas apresentam ribossomos no citoplasma, que participam do processo de síntese proteica nas células.

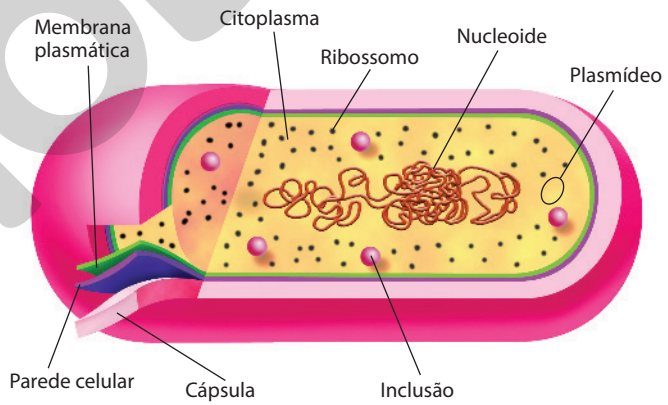


ILUSTRAÇÃO: MARCOS AURÉLIO

Fonte: TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 4.6 Representação esquemática de uma bactéria em corte transversal. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Como regra geral, as células bacterianas possuem parede celular cuja composição é de **peptideoglicano** (macromolécula de aminoácidos e dissacarídeos).

As bactérias podem ser classificadas em gram-negativas e em gram-positivas. As gram-negativas têm parede celular formada por uma ou poucas camadas de peptideoglicano e uma membrana lipoproteica externa. As gram-positivas têm parede celular espessa, mais rígida e formada por várias camadas de peptideoglicano. Essa classificação é importante no tratamento de doenças causadas pelas espécies patogênicas.

Ao redor da parede celular de muitas espécies de bactérias há uma cápsula composta de polissacarídeos, polipeptídeos ou ambos. Em certos casos, a cápsula das bactérias patogênicas as protege da fagocitose, processo celular de ingestão de partículas grandes pelas células de defesa do hospedeiro.

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

A diversidade metabólica entre as bactérias é muito maior do que a que ocorre nos eucariontes. Todos os tipos de fermentação (alcoólica, láctica e acética) e de respiração (aeróbia e anaeróbia) podem ser realizados, assim como processos de fotossíntese e quimiossíntese. Algumas espécies, por exemplo, realizam respiração aeróbia na presença do gás oxigênio, mas na ausência desse gás realizam fermentação, sendo chamadas anaeróbias facultativas. Existem ainda as que morrem na presença de gás oxigênio.

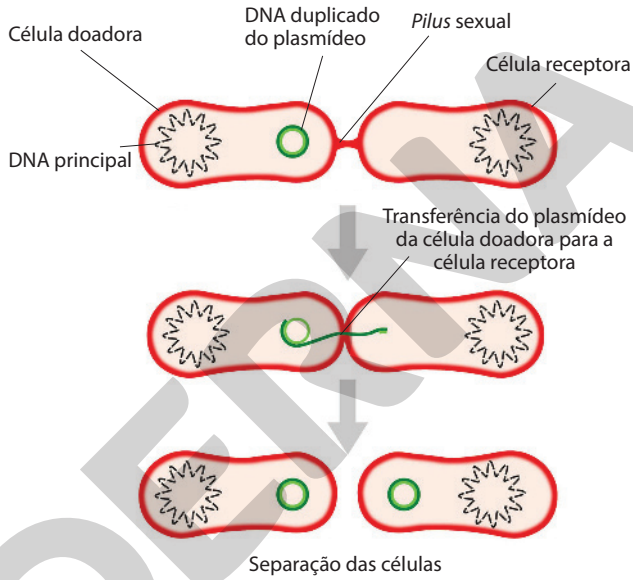
A maioria das espécies de bactérias é de vida livre, mas há as que vivem associadas a outros organismos, atuando, por exemplo, como parasitas, como é o caso das que estudaremos aqui.

As bactérias apresentam reprodução assexuada por **bipartição**, processo em que um indivíduo dá origem a dois outros geneticamente idênticos. No período de algumas horas, sob condições ambientais adequadas, a partir de um único indivíduo podem surgir milhares de descendentes geneticamente idênticos entre si (clones) pelo processo de bipartição.

Em casos em que as condições ambientais não são adequadas, certas espécies de bactérias produzem estruturas de resistência: os **esporos**. Eles têm parede espessa, protetora. Quando as condições do meio se tornam adequadas, os esporos germinam e a bactéria restabelece seu metabolismo natural, voltando a se reproduzir.

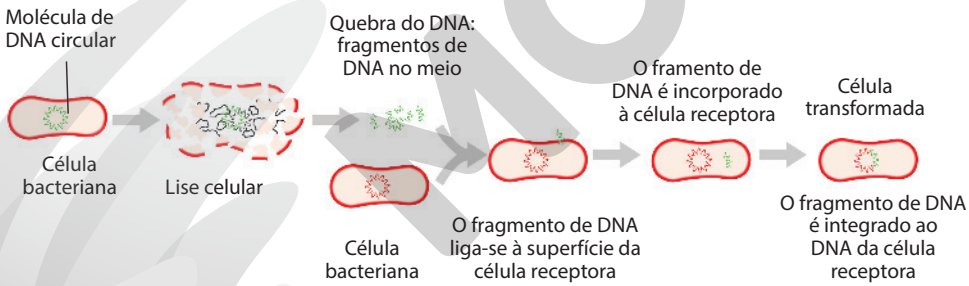
A variabilidade genética nas populações bacterianas surge tanto por mutação quanto por meio de mecanismos em que há passagem ou incorporação de material genético entre bactérias. Esses mecanismos não são considerados formas de reprodução sexuada, processo ausente em procariontes. São eles:

- **Conjugação**: duas bactérias unem-se por meio de um *pilus* sexual, estabelecendo uma ponte de transferência do material genético. Uma delas, chamada doadora, duplica o plasmídeo (molécula circular de DNA não cromossômica ou extracromossômica), transferindo-o para a outra, que é chamada receptora (**Fig. 4.7**).
- **Transformação**: nesse caso, genes bacterianos presentes em solução no meio ambiente são incorporados por uma bactéria, que fica então com constituição genética modificada e é chamada transformada (**Fig. 4.8**).



Fonte: REECE, J. B. *et al*. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

Figura 4.7 Representação esquemática de uma das formas de conjugação em bactérias. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)



Fonte: REECE, J. B. *et al*. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

Figura 4.8 Representação esquemática do mecanismo de transformação bacteriana. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

- **Transdução**: transferência de genes de uma bactéria para outra por intermédio de vírus. Caso ela sobreviva à infecção viral, passará a apresentar novas características, que serão transmitidas aos seus descendentes.

A seguir, apresentaremos algumas doenças bacterianas cuja transmissão está relacionada à água.

Cólera

A **cólera** é causada pela bactéria da espécie *Vibrio cholerae*, popularmente chamada de vibrião colérico. Essa bactéria é transmitida por via fecal-oral pela ingestão de água ou alimentos contaminados. O quadro de sintomas, caracterizado por diarreia acompanhada de vômitos, que podem levar à desidratação e à contração muscular com fortes cãibras, é desencadeado por uma enterotoxina produzida pela bactéria. Aos primeiros sintomas, a pessoa deve procurar socorro médico, pois o quadro pode evoluir para o óbito.

Às principais medidas de controle de doenças transmitidas por via fecal-oral já citadas, podemos acrescentar o cuidado com o consumo de frutos do mar, que devem ser bem cozidos.

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

ILUSTRAÇÕES: MARCOS AURÉLIO

Febre tifoide

A **febre tifoide** é causada pela bactéria da espécie *Salmonella typhi* e caracterizada principalmente por febre alta, dor de cabeça, falta de apetite, diminuição da frequência dos batimentos cardíacos, aumento do baço, diarreia e manchas vermelhas no corpo. A transmissão se dá por via fecal-oral pela ingestão de água e alimentos contaminados pela bactéria. As medidas preventivas são as relacionadas a essa forma de transmissão.

Leptospirose

A **leptospirose** é causada por bactérias do gênero *Leptospira*. A transmissão ocorre pelo contato do corpo humano com água contaminada por essa bactéria.

Vários animais, como ratos, eliminam leptospiras vivas pela urina e contaminam água e alimentos; as bactérias penetram o corpo humano principalmente por pequenas lesões da pele, mas podem penetrar também pelas mucosas da boca, das narinas e dos olhos.

Na maioria dos casos, a doença inicia-se abruptamente de 1 a 20 dias após o contato com a bactéria. O indivíduo apresenta febre alta, dor de cabeça, dores musculares, náuseas e vômitos, podendo ocorrer, em casos mais graves, aumento do fígado, hemorragia digestiva, lesões na pele, problemas respiratórios e morte.

As formas de prevenção dessa doença envolvem o combate às enchentes, o tratamento do lixo para evitar a proliferação de ratos, o tratamento da água e a vigilância sanitária dos alimentos.

Nos casos de enchente, é importante ficar o menor tempo possível em contato com essas águas. Após inundações, recomenda-se lavar os locais com água sanitária e, em seguida, enxaguá-los com água limpa.

:: Protozooses

As **protozooses** são doenças causadas por protozoários (do grego *protos* = primeiro e *zoon* = animal), termo criado quando ainda se falava em animais unicelulares, classificados no filo Protozoa. Atualmente, esse termo é empregado em uma designação coletiva, sem valor taxonômico, para seres unicelulares eucarióticos heterótrofos.

O tipo de reprodução mais comum entre os protozoários é a **divisão binária** ou **bipartição**, em que a célula se divide ao meio, dando origem a duas células-filhas idênticas geneticamente à célula-mãe.

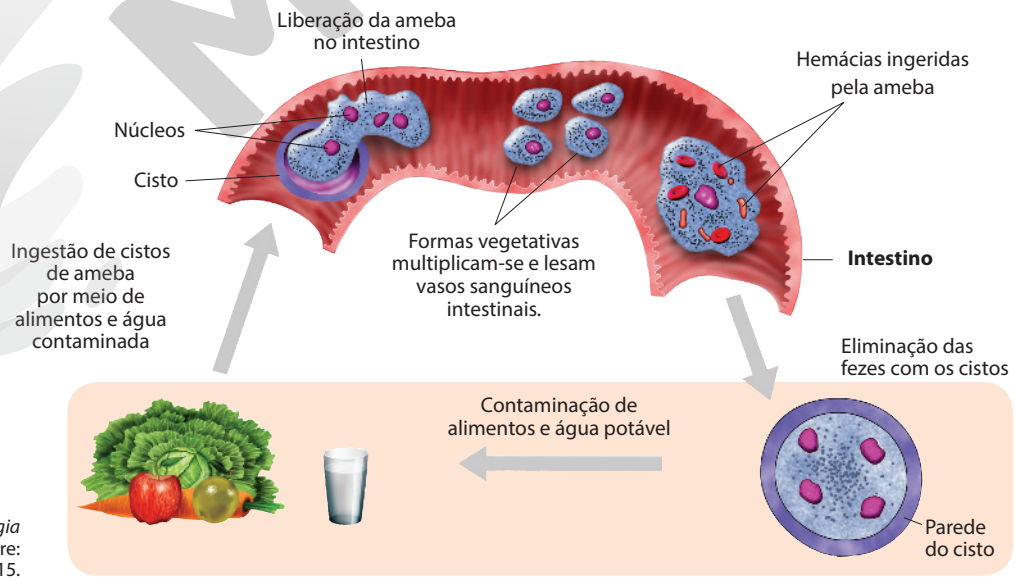
A diversidade de protozoários é muito grande, com vários grupos de vida livre ou vivendo em associação com outros organismos. Aqui, vamos nos restringir à principal protozoose humana relacionada com a água, cuja transmissão se dá por via fecal-oral: a amebíase.

Amebíase

A **amebíase** ou **disenteria amebiana** é causada pela espécie *Entamoeba histolytica*.

A doença é adquirida por meio da ingestão de alimentos ou água contaminados por cistos desses protozoários. No intestino grosso humano, as amebas eclodem dos cistos e multiplicam-se, causando lesões na parede intestinal e um quadro de diarreia com sangue (**Fig. 4.9**). Sem tratamento adequado, os parasitas podem invadir a mucosa intestinal e atingir vasos sanguíneos, através dos quais são transportados para outras partes do corpo, principalmente para o fígado, o pulmão e o cérebro, onde causam lesões que podem levar à morte.

As medidas profiláticas são saneamento básico, ter bons hábitos de higiene pessoal, beber água tratada e/ou fervida e lavar bem frutas e verduras antes de ingeri-las.



ILUSTRAÇÕES: MARCOS AURÉLIO

Fonte: REECE, J. B. *et al*. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

Figura 4.9 Representação esquemática do processo de infecção da *Entamoeba histolytica* no intestino grosso humano. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

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

MODERNA

Platelmintos parasitas do ser humano

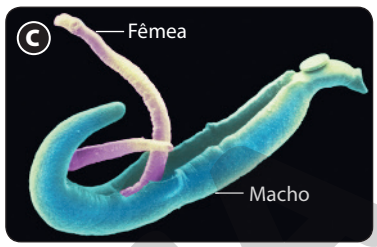
Os **platelmintos** (do grego *platýs* = chato e *helmintós* = verme) são animais invertebrados de corpo achatado dorsoventralmente. Nesses animais, a cavidade digestória apresenta uma única abertura para o exterior: a boca.

O termo verme é empregado para animais invertebrados de corpo alongado, mas não tem valor taxonômico.

Entre os platelmintos há espécies de vida livre e espécies parasitas (**Fig. 4.10**), caso do esquistossomo, parasita de vasos intestinais que mede cerca de 12 mm de comprimento, e das tênias ou solitárias, parasitas intestinais que podem chegar a 10 m de comprimento.

HEIKO BELLMANN/FRANK HECKER NATURFOTOGRAFIE

PAULO OLIVEIRA/ALAMY STOCK PHOTO/FOTOARENA



NIBSC/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

Figura 4.10 Representantes do filo Platyhelminthes. (Imagens sem proporção entre si.) **(A)** Planária de água doce da espécie *Dugesia tigrina*, platelminto de vida livre, mede cerca de 1 cm de comprimento. **(B)** Tênia da espécie *Taenia solium*, parasita intestinal, pode atingir até 6 m de comprimento. **(C)** Fotomicrografia de macho e fêmea da espécie *Schistosoma mansoni*, parasita de vasos intestinais. O macho mede cerca de 1 cm de comprimento. (Imagem obtida de microscópio eletrônico e colorizada artificialmente.)

A seguir, vamos explorar a esquistossomose, cuja transmissão se dá pelo contato da pele humana com a água contaminada pelo parasita; a teníase, transmitida pela ingestão de carne contaminada pelo cisto do parasita; e a cisticercose, transmitida por via fecal-oral pela ingestão de ovos do parasita.

Esquistossomose

A **esquistossomose** ou **esquistossomíase** é causada por indivíduos da espécie *Schistosoma mansoni*. Esse animal apresenta sexos separados, com dimorfismo sexual, ou seja, a fêmea e o macho são diferentes na morfologia externa do corpo. Os machos, que são mais curtos do que as fêmeas, apresentam corpo mais robusto e um sulco onde as fêmeas, de corpo alongado, ficam permanentemente alojadas. Ambos os sexos têm ventosas, que são utilizadas para se fixar ao corpo do hospedeiro.

O ciclo de vida desse parasita (**Fig. 4.11**) envolve dois hospedeiros: caramujos do grupo dos planorbídeos, do gênero *Biomphalaria*, e a espécie humana. Os parasitas que necessitam de dois ou mais hospedeiros para completar seu ciclo de vida são classificados como **heteróxenos**. Os hospedeiros podem ser definitivos ou intermediários. Nos hospedeiros definitivos, ocorre a fase sexuada do ciclo de vida do parasita e nos hospedeiros intermediários, a fase assexuada.

ILUSTRAÇÕES: MARCOS AURÉLIO

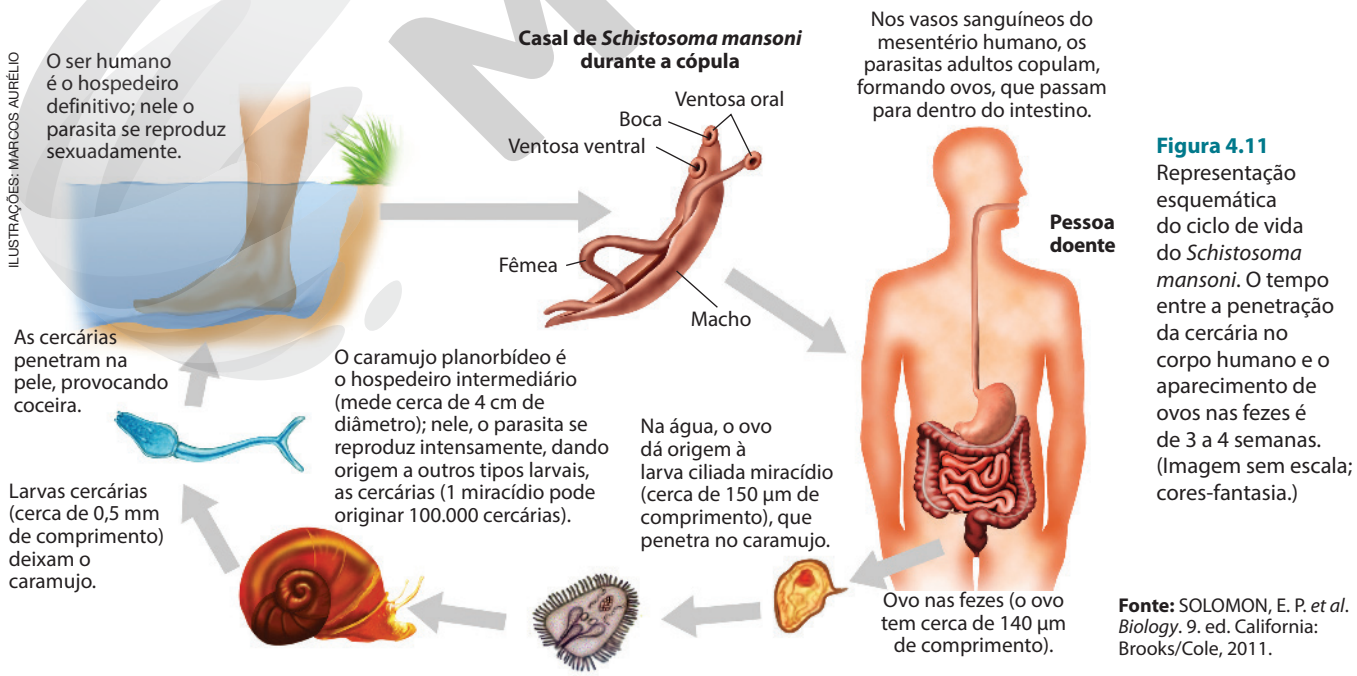


Figura 4.11 Representação esquemática do ciclo de vida do *Schistosoma mansoni*. O tempo entre a penetração da cercária no corpo humano e o aparecimento de ovos nas fezes é de 3 a 4 semanas. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: SOLOMON, E. P. *et al.* *Biology*. 9. ed. California: Brooks/Cole, 2011.

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

MODERNA

No corpo humano, após infestação prolongada, surgem lesões no fígado. Na forma mais grave da doença, ocorre intenso inchaço desse órgão; daí o nome popular barriga-d'água.

Às medidas profiláticas citadas anteriormente, acrescentam-se não nadar nem andar nas chamadas "lagoas de coceira" (o termo vem da reação da pele à penetração das larvas), pois elas estão contaminadas pelas cercárias do esquistossomo, e controlar a população de caramujos planorbídeos, hospedeiros intermediários sem os quais o ciclo do esquistossomo não se completa.

Teníase

As **tênias** são parasitas intestinais. São animais hermafroditas, ou seja, em um mesmo indivíduo há os sistemas reprodutores feminino e masculino.

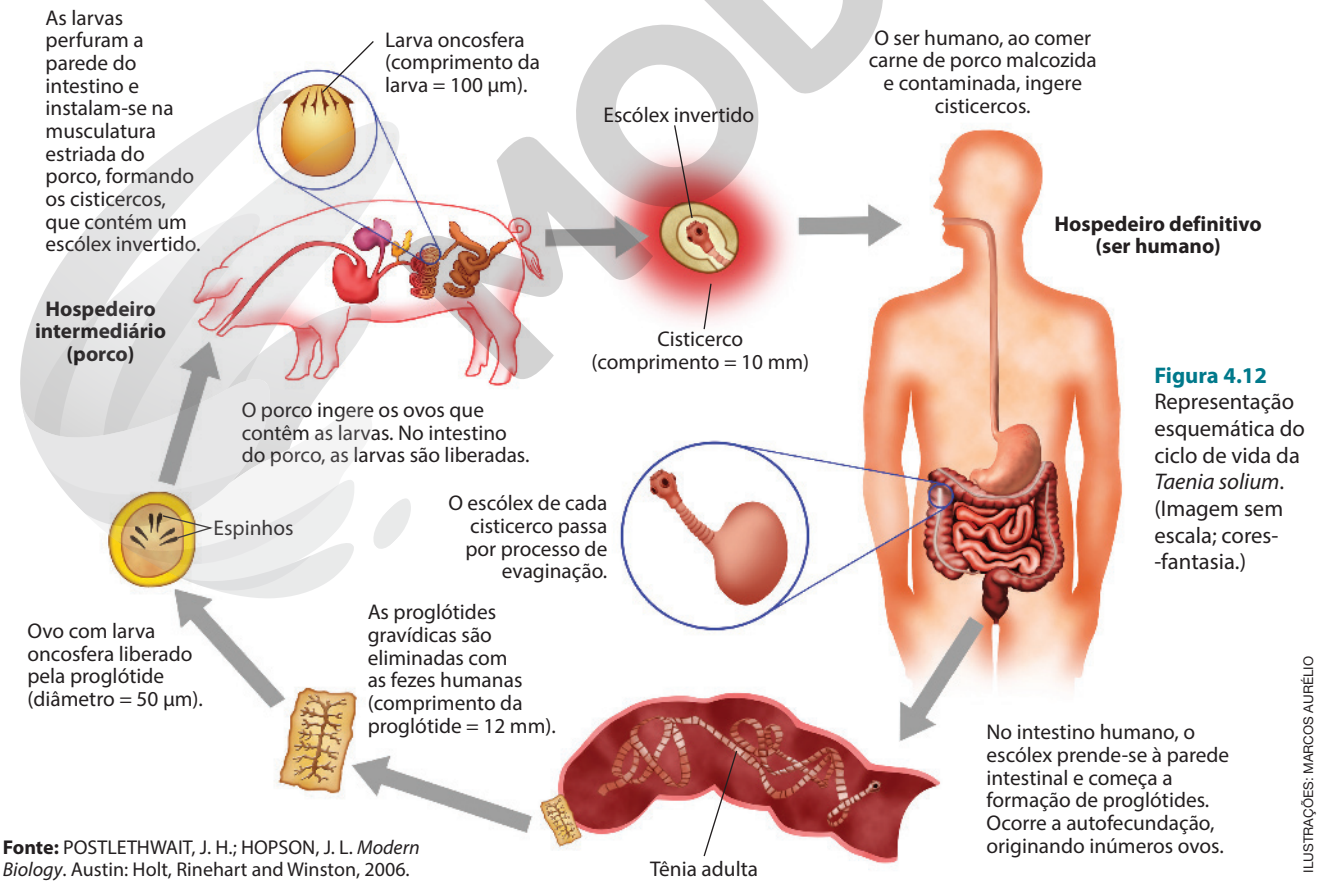
Esses animais não têm boca nem as demais estruturas do sistema digestório; os nutrientes são obtidos por absorção através do revestimento corporal. A superfície do corpo é modificada e possibilita não só a absorção de nutrientes, como também proteção contra as substâncias produzidas pelo hospedeiro.

A região anterior do corpo da tênia é caracterizada pelo **escólex**, onde existem estruturas especializadas na fixação do animal ao corpo do hospedeiro, tais como ganchos e/ou ventosas. Na região que se prolonga a partir do escólex ocorre a formação das **proglótides**, por um processo chamado **estrobilação**.

Cada proglótide apresenta os sistemas reprodutores feminino e masculino em seu interior. As recém-formadas são imaturas sexualmente. No entanto, à medida que novas proglótides se formam, as mais antigas se afastam da região de sua formação e tornam-se sexualmente maduras. Após a fecundação, seu útero se desenvolve muito, ficando repleto de ovos, o que as caracteriza como **proglótides gravídicas**. Elas são, então, eliminadas pelas fezes humanas, contaminando o ambiente com ovos do parasita.

As espécies mais importantes para o ser humano são a *Taenia solium* e a *Taenia saginata*. Elas são consideradas parasitas heteróxenos, pois há dois hospedeiros em seu ciclo de vida. No caso da *Taenia solium* (**Fig. 4.12**), o hospedeiro intermediário é o porco e, no caso da *Taenia saginata*, é o boi. Em ambos os casos o ser humano é o hospedeiro definitivo.

Pelo fato de geralmente existir apenas um indivíduo no corpo do hospedeiro definitivo, as tênias são popularmente chamadas **solitárias**. O ser humano não contrai teníase pelo contato com a água contaminada ou por seu consumo direto, e sim pela ingestão da carne de porco ou boi infectada por cistos desses parasitas, também conhecidos como cisticercos. A contaminação da carne de porco e de boi ocorre em consequência da falta ou precariedade do serviço de saneamento básico, o que permite que o esgoto doméstico lance no ambiente fezes humanas infectadas.



Fonte: POSTLETHWAIT, J. H.; HOPSON, J. L. *Modern Biology*. Austin: Holt, Rinehart and Winston, 2006.

Figura 4.12 Representação esquemática do ciclo de vida da *Taenia solium*. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: MARCOS AURÉLIO

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

MODERNA

A teníase geralmente provoca dores abdominais, perda de peso, náuseas e vômitos, mas também pode ser assintomática.

Além das medidas profiláticas citadas, acrescentam-se mais duas: cozinhar bem as carnes antes de ingeri-las, pois o cozimento prolongado mata os cisticercos, e a inspeção de carnes de porco e de boi nos abatedouros e açougues. Os cisticercos, popularmente chamados canjicas, são visíveis a olho nu como pequenas estruturas amarelo-esbranquiçadas em meio às fibras da carne.

Cisticercose

A **cisticercose** é uma doença grave, contraída pela via fecal-oral. Ela ocorre quando o ser humano ingere diretamente os ovos da *Taenia solium* (pelo consumo de alimentos e/ou água contaminada, por exemplo) e se torna hospedeiro intermediário do verme. Os cisticercos são formados no corpo humano em vários tecidos, podendo alojar-se nos olhos, no cérebro e no coração, comprometendo o funcionamento desses órgãos. Se o cisticerco atingir o cérebro, por exemplo, pode causar fortes dores de cabeça, convulsões e até a morte.

Além das medidas de saneamento básico, como profilaxia contra essa doença também é necessário lavar sempre as mãos, principalmente antes das refeições e depois de usar o sanitário, lavar bem os alimentos antes de ingeri-los e beber água tratada e/ou fervida.

Nematódeos parasitas do ser humano

Os **nematódeos** (do grego *nema* = fio) compreendem animais de corpo alongado, cilíndrico e fino, com as extremidades afiladas. São abundantes em diferentes ambientes: solos, água doce e mares.

Algumas espécies têm vida livre, com diferentes hábitos alimentares, havendo nematódeos que se alimentam de detritos ou de animais mortos em decomposição e nematódeos predadores. Outras espécies são parasitas de plantas e animais. Geralmente, nesses organismos, há uma cutícula resistente sobre o corpo, protegendo-os de enzimas e de outros produtos do organismo do hospedeiro.

A maioria dos nematódeos tem sexos separados, com dimorfismo sexual. Em geral, o macho é menor e apresenta a extremidade posterior do corpo em forma de gancho, usado na cópula para envolver o corpo da fêmea (**Fig. 4.13**).

Próximo à extremidade posterior abrem-se o **ânus**, no caso das fêmeas, e a **cloaca**, no caso dos machos. A cloaca é uma abertura comum aos sistemas digestório e reprodutor. Nela existem espículas copulatórias, que são evertidas na hora da cópula e introduzidas no orifício genital da fêmea. A fecundação é, portanto, interna.

A principal parasitose humana provocada por nematódeos no Brasil é a ascaridíase, transmitida pela via fecal-oral.

RATTIYA THONGDUMHYU/SHUTTERSTOCK

Figura 4.13 Indivíduos da espécie *Ascaris lumbricoides*. À esquerda, o indivíduo fêmea, com cerca de 30 cm. No indivíduo macho, à direita, é possível observar a região posterior em forma de gancho.

Ascaridíase

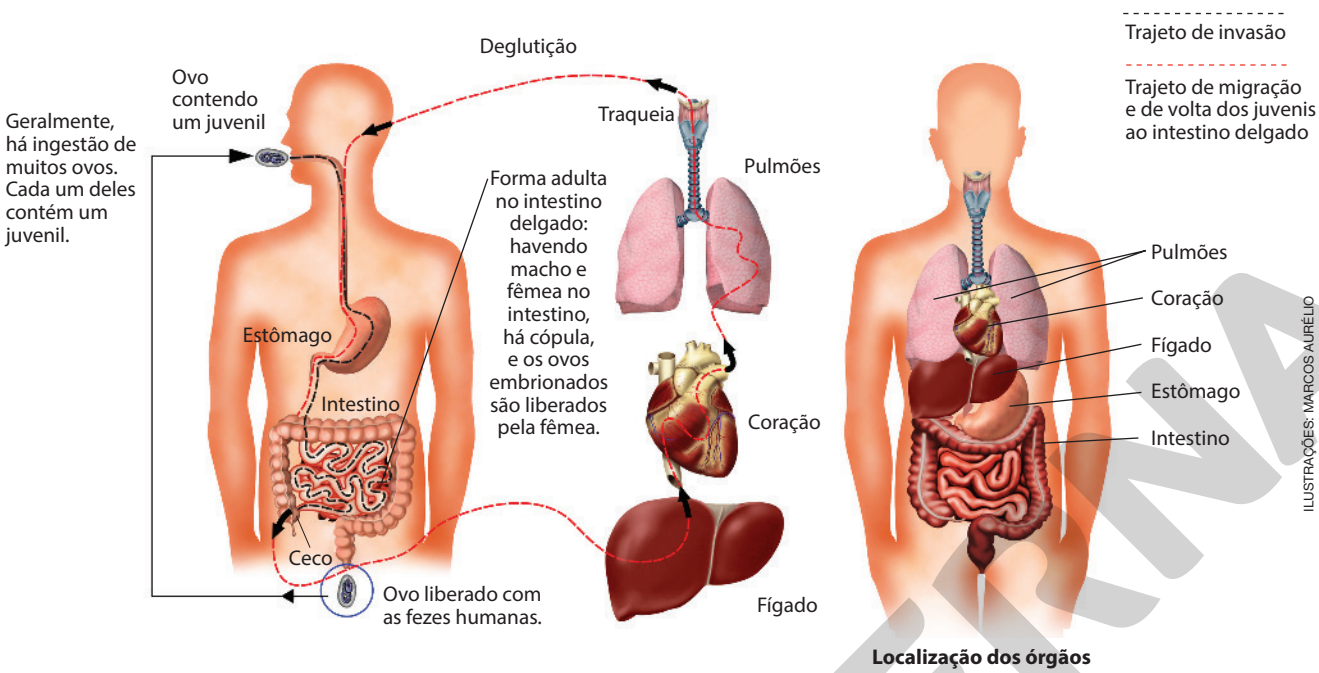
A **ascaridíase** é causada pela espécie *Ascaris lumbricoides*, conhecida popularmente como lombriga. Esse parasita completa seu ciclo de vida em apenas um hospedeiro, sendo por isso considerado **monóxeno**.

A contaminação acontece pela ingestão de alimentos e de água contaminados por ovos de lombriga. Eles eclodem dentro do intestino do ser humano dando origem a juvenis, que perfuram a parede intestinal e atingem a corrente sanguínea. Passam pelo fígado e pelo coração, chegando aos pulmões. Perfuram os alvéolos pulmonares e sobem pelos brônquios até atingir a faringe. São novamente deglutidos e, ao atingirem outra vez o intestino, onde vivem e se reproduzem, dão origem aos vermes adultos, que chegam a medir cerca de 40 cm de comprimento.

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

MODERNA

Os ovos são expelidos pelas fêmeas e misturam-se com as fezes da pessoa infectada. Ao defecar, a pessoa elimina esses ovos e pode contaminar o ambiente, reiniciando o ciclo (**Fig. 4.14**).



ILUSTRAÇÕES: MARCOS AURÉLIO

Figura 4.14 Representação esquemática do ciclo de vida do *Ascaris lumbricoides*. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). Disponível em: <https://www.cdc.gov/parasites/ascariasis/biology.html>. Acesso em: 28 abr. 2020.

A presença desse parasita no intestino provoca cólicas intestinais e náuseas. Além disso, pode causar bronquite e pneumonia em decorrência da migração de juvenis do parasita, respectivamente, para brônquios e pulmões.

Entre as medidas profiláticas da doença, destacam-se o saneamento básico, a fervura da água antes de ingeri-la, a higienização dos alimentos, a lavagem das mãos antes das refeições e o tratamento dos doentes.

Fique por dentro

1904 – Revolta da Vacina: a maior batalha do Rio

Rio de Janeiro (cidade). Secretaria Especial de Comunicação Social.

O material, elaborado pela prefeitura do Rio de Janeiro, explora o contexto histórico-social da Revolta da Vacina e é ricamente ilustrado com fotografias e charges da época.

Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4204434/4101424/memoria16.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2020.

:: Tecnologia na saúde

O advento e o desenvolvimento de tecnologias para aplicações médicas contribuíram, em grande parte, para o aumento expressivo da expectativa de vida mundial, uma vez que elas são grandes aliadas no diagnóstico, prevenção e tratamento de doenças.

O **diagnóstico** de doenças, ou seja, a identificação da doença e de seu agente etiológico, é realizado com o uso de equipamentos como o microscópio e aparelhos de ultrassom, ressonância magnética, exames de sangue, tomografia e raios X. Todas essas tecnologias surgiram de investigações científicas envolvendo diversos pesquisadores e atualmente estão disponíveis para os profissionais da saúde.

A tecnologia também está envolvida na **prevenção** de doenças, ou seja, nas ações e cuidados para evitar a infecção. Um exemplo de tecnologia simples relacionada à prevenção é o sabão, material capaz de dissolver lipídios. Como as membranas celulares apresentam lipídios em sua composição, o sabão se revela um excelente aliado para a limpeza e desinfecção, uma vez que pode dissolver as membranas plasmáticas de fungos e bactérias e até os envelopes de certos vírus, destruindo-os.

A implementação de **saneamento básico** para toda a população também é uma importante tecnologia preventiva, pois evita a contaminação por diversos agentes infecciosos e a proliferação de doenças.

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

O desenvolvimento de **vacinas** também foi um advento importante na prevenção de doenças. Em geral, as vacinas são fabricadas a partir de agentes patogênicos enfraquecidos ou mortos. Sua aplicação estimula o sistema imunitário a produzir anticorpos contra o agente patológico, tornando o organismo capaz de reconhecê-lo e de combatê-lo antes de a doença se instalar (**Fig. 4.15**).

© LEÔNIDAS - FUNDAÇÃO CASA DE RUI BARBOSA, RIO DE JANEIRO

Figura 4.15 Charge de Leônidas Freire (1882-1943), de 1904, retratando o episódio da Revolta da Vacina, ocorrido no mesmo ano. Na ocasião, a população do município do Rio de Janeiro, que era a capital do país, se revoltou contra a lei de iniciativa do sanitarista Oswaldo Cruz (1872-1917), que tornou obrigatória a vacinação contra a varíola. Oswaldo Cruz, médico paulista representado na imagem à frente do exército da vacinação, coordenou campanhas de vacinação obrigatória para erradicar a varíola e a febre amarela no Brasil.

O **tratamento** de doenças objetiva sua eliminação do organismo humano, amenização ou controle. Os medicamentos, como os antibióticos, analgésicos e antitérmicos, são exemplos de tecnologias aliadas ao tratamento de doenças. A recomendação de uso de medicamentos deve ser feita por um médico e, portanto, não é seguro tomá-los por conta própria.

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

Atividades

Registre em seu caderno

1. As chuvas fortes de verão provocam enchentes e extravasamento de fossas e esgotos, aumentando o risco de contaminação por certas doenças infecto-contagiosas. Por isso, os serviços públicos de saúde alertam a população para evitar contato pessoal e dos alimentos com a água das enchentes.
   a) Entre as doenças tratadas neste Tema, qual é a mais frequentemente transmitida por ocasião das enchentes?
   b) Explique como se dá a transmissão dessa doença.
2. Para prevenir a população das doenças causadas por lombrigas (*Ascaris lumbricoides*) e esquistossomos (*Schistosoma mansoni*), em regiões em que elas são frequentes, agentes de saúde organizaram uma palestra. Cite uma medida profilática – comum às duas doenças – que envolva ações do poder público para preveni-las e que devam ser mencionadas durante a palestra.
3. Analise a seguinte situação e responda ao que se pede.
   - Um estudante, ao fazer uma apresentação a respeito dos vírus, usou o seguinte *slogan*: "Vírus: uma vida emprestada". Qual é o significado desse *slogan*? Que mensagem o estudante procurou sintetizar nele?
4. (Fuvest-SP) Uma criança foi internada em um hospital com convulsões e problemas neurológicos. Após vários exames, foi diagnosticada cisticercose cerebral. A mãe da criança iniciou, então, um processo contra o açougue do qual comprava carne todos os dias, alegando que este lhe forneceu carne contaminada com o verme causador da cisticercose. A acusação contra o açougue:
   a) não tem fundamento, pois a cisticercose é transmitida pela ingestão de ovos de tênia eliminados nas fezes dos hospedeiros.
   b) não tem fundamento, pois a cisticercose não é transmitida pelo consumo de carne, mas, sim, pela picada de mosquitos vetores.
   c) não tem fundamento, pois a cisticercose é contraída quando a criança nada em lagoas onde vivem caramujos hospedeiros do verme.
   d) tem fundamento, pois a cisticercose é transmitida pelo consumo de carne contaminada por larvas encistadas, os cisticercos.
   e) tem fundamento, pois a cisticercose é transmitida pelo consumo dos ovos da tênia, os cisticercos, que ficam alojados na carne do animal hospedeiro.

MODERNA

5. (Uerj-RJ) Nas últimas décadas, os serviços de saúde têm voltado sua atenção para várias viroses humanas até então desconhecidas e, ao mesmo tempo, se preocupam com o aumento do número de casos de outras que pareciam já controladas. Essas doenças são conhecidas, respectivamente, como emergentes e reemergentes. Cite um exemplo de cada uma dessas viroses encontradas no Brasil e apresente um fator responsável pela emergência e outro pela reemergência.

6. (Unesp-SP) No romance *O amor nos tempos do cólera*, Gabriel García Márquez relata os primeiros contatos do jovem médico Juvenal Urbino, um dos três protagonistas do romance, com o cólera.

> O cólera se transformou em obsessão. Não sabia a respeito mais do que aprendera na rotina de algum curso marginal, e lhe parecera inverossímil que há apenas trinta anos tivesse causado na França, inclusive em Paris, mais de cento e quarenta mil mortes. Mas depois da morte do pai aprendeu tudo que se podia aprender sobre as diversas formas do cólera, quase como uma penitência para dar descanso à sua memória, e foi aluno do epidemiólogo mais destacado do seu tempo [...], o professor Adrien Proust, pai do grande romancista. De modo que quando voltou à sua terra e sentiu vinda do mar a pestilência do mercado, e viu os ratos nos esgotos expostos e os meninos se revolvendo nus nas poças das ruas, não só compreendeu que a desgraça tivesse acontecido como teve a certeza de que se repetiria a qualquer momento. (*O amor nos tempos do cólera*, 1985.)

A partir desse trecho, pode-se inferir que Juvenal Urbino:

a) se preocupou em combater, no século XX, o retorno da epidemia de cólera na França, principalmente em Paris, constatando que a doença era transmitida pela urina de ratos.

b) tivera seu pai morto pelo cólera ainda no século XIX, o que o motivou a investigar as causas dessa doença, no caso, microrganismos eucariotos transmitidos por ratos que se proliferam nos esgotos.

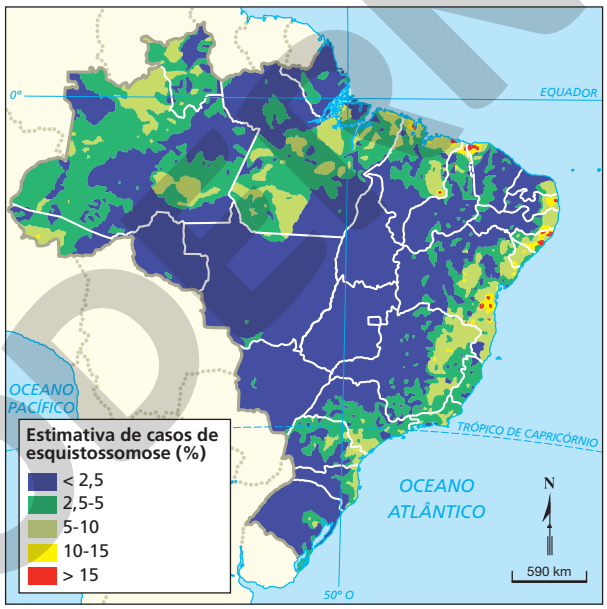
c) viveu na Europa da Idade Média, quando ocorria a grande epidemia de cólera e quando ainda se acreditava que a doença era transmitida por vapores pestilentos dos esgotos.

d) temia uma epidemia de cólera em sua cidade natal e, ainda no século XVIII, aprendeu com seu professor que a falta de saneamento básico favorece os surtos dessa virose.

e) se interessou pela doença entre o final do século XIX e o início do século XX, percebendo que as pessoas que entravam em contato com fezes contaminadas contraíam cólera, uma doença transmitida por bactérias.

7. *Schistosoma mansoni* está entre os vermes intestinais mais prevalentes em seres humanos no mundo. No Brasil, segundo dados do Ministério da Saúde, 1 milhão de pessoas foram afetadas pela doença entre 2003 e 2012. A equipe de pesquisadores do biólogo brasileiro Ronaldo Scholte, do Ministério da Saúde, desenvolveu uma série de trabalhos sobre essa doença (leia mais em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/onde-os-dados-sao-escassos/>. Acesso em: 29 abr. 2020) e, em 2014, publicou um artigo científico em que apresentou mapas de estimativas de prevalência (entre outros dados). Veja um desses mapas a seguir.

Estimativa da prevalência de casos de esquistossomose no Brasil



FERNANDO JOSÉ FERREIRA

Fonte: SCHOLTE, R. G. C. *et al.* Predictive risk mapping of schistosomiasis in Brazil using Bayesian geostatistical models. *Acta Tropica* 132: 57-63. 2014.

a) Em quais regiões do Brasil a prevalência de esquistossomose é mais elevada? E menos?

b) Com base em seus conhecimentos sobre biomas brasileiros, responda: quais biomas estão na região de menor prevalência de esquistossomose? Tente elaborar uma hipótese para esse fato.

c) Pensando em políticas de esclarecimento da população, quais medidas profiláticas poderiam ser solicitadas para os órgãos públicos e quais medidas as pessoas poderiam adotar para evitar a contaminação?

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

TEMA 5

Água potável: métodos de obtenção

Por dentro da BNCC

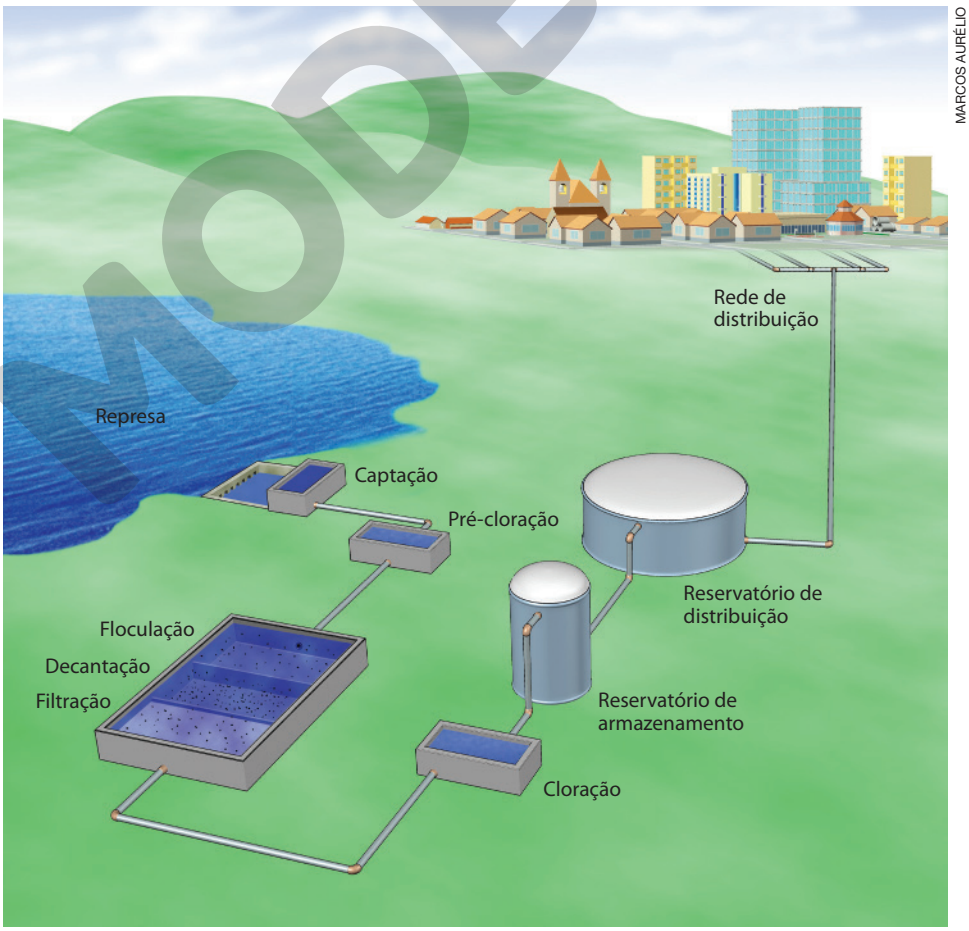
Competências gerais: 1; 3; 5; 6
Habilidades: EM13CNT104; EM13CNT307; EM13CNT310

Segundo relatório publicado pela Agência Nacional de Águas (ANA), em 2017, a demanda de água para o abastecimento urbano foi de 496,2 $m^3 s^{-1}$, o equivalente a cerca de 12 piscinas olímpicas por minuto. Esse volume de água corresponde a 23,8% da demanda brasileira total, ficando atrás apenas da quantidade de água empregada para a irrigação, que representa 52%. Para que a água distribuída esteja adequada para o consumo humano, devem-se aplicar métodos físicos e químicos apropriados que removam organismos potencialmente patogênicos e partículas não dissolvidas.

Estação de tratamento de água

Existem diversas formas de tornar a água potável, desde métodos caseiros – adequados para produção em pequena escala e com baixo custo – até estações de tratamento de água (ETA) – apropriadas para obtenção de água potável em larga escala com capacidade de suprir a demanda de municípios com milhares de habitantes.

As principais etapas do tratamento de água podem variar dependendo do local de captação e da demanda hídrica da região atendida pela estação. De modo geral, o processo da captação até a distribuição da água para casas, indústrias e comércios pode ser esquematicamente representado conforme a **Figura 5.1**.



MARCOS AURÉLIO

Fonte: COMPANHIA de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp). *Tratamento de água*. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/Tratamento_Agua_Impressao.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2020.

Figura 5.1 Esquema das etapas de tratamento e distribuição da água potável. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Neste momento é importante enfatizar que o volume total de água presente no planeta Terra se mantém praticamente constante ao longo do tempo. Sugira aos estudantes que elaborem hipóteses para explicar esse fato.

Fique por dentro

Tratamento de água

A simulação em *flash* apresenta passo a passo as etapas do tratamento de água, desde a captação na represa até a distribuição à população.

Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/contents/swf/tratamento_agua.swf?width51200&height51000>.

Medindo a pressão osmótica utilizando membrana de ovos

SANTOS, M. G.; BASTOS, W. G. *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 3, ago. 2018.

Neste artigo, você encontra fotos de um experimento realizado com instrumento de baixo custo que possibilita a demonstração do fenômeno de osmose.

Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/artigos/10-EEQ-50-17.pdf>.

Acessos em: 29 abr. 2020

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

MODERNA

Durante a etapa de captação de água, grades impedem que resíduos como folhas, galhos e gravetos sejam introduzidos na estação de tratamento, evitando a obstrução do processo. A etapa de pré-cloração consiste na adição de gás cloro, Cl_2, ou solução de ácido hipocloroso, HClO, com a finalidade de reagir com íons que podem conferir à água cor, odor e sabor. Além disso, as espécies químicas de cloro reagem com compostos que formam a membrana celular ou que estão presentes no interior das células ou de capsídeo e envelopes virais, reduzindo a proliferação e a presença de agentes biológicos (vírus, bactérias, algas etc.).

A água captada, muitas vezes, apresenta aspecto barrento e pode conter partículas de tamanhos variados, desde íons monoatômicos – formados por apenas um átomo – até partículas maiores com tamanho comparável ao de um grão de poeira ou de uma bactéria, por exemplo, *E. coli*. Essas misturas são denominadas genericamente de **dispersões** e, por sua vez, são subdivididas em três tipos: solução (partículas menores que 1 nm); dispersão coloidal (partículas entre 1 nm e 1.000 nm); e suspensão (partículas maiores que 1.000 nm). Considerando que bactérias da espécie *E. coli*, dispersas em água, têm comprimento médio de 3,0 µm, pode-se caracterizar esse tipo de mistura como uma suspensão.

Além dos microrganismos, é possível encontrar, dispersos na água, materiais de origem inorgânica, como os argilominerais, oriundos do solo, que devem ser removidos da água durante o tratamento. Para isso, adicionam-se alguns agentes coagulantes, como sulfato de alumínio, $Al_2(SO_4)_3$, e cloreto de ferro(III), $FeCl_3$.

Alguns fatores, como fonte de captação, temperatura, turbulência no corpo-d'água e erosão, alteram a composição da água nos ambientes naturais e, por isso, podem reduzir a eficiência da **coagulação**. Para minimizar a influência dessas variáveis, adiciona-se hidróxido de cálcio, $Ca(OH)_2$, também chamado de cal hidratada, a fim de ajustar o pH do meio para valores entre 5 e 9 e, assim, contribuir para a formação dos coágulos. Os processos descritos a partir da adição de $Al_2(SO_4)_3$ e $Ca(OH)_2$ podem ser representados pela seguinte equação química.

$$3\ Ca(OH)_2(aq) + Al_2(SO_4)_3(aq) \longrightarrow 3\ CaSO_4(s) + 2\ Al(OH)_3(s)$$

Nessa etapa, a agitação vigorosa é fundamental para aumentar a interação entre as partículas dispersas, possibilitando a formação de coágulos. O hidróxido de alumínio, $Al(OH)_3$, é um composto pouco solúvel em água e de aspecto gelatinoso, fundamental para a aglutinação das partículas em suspensão. O emprego de outros coagulantes contendo íons Fe^{3+} contribui para a redução da repulsão das cargas negativas dos argilominerais e maior eficiência na coagulação. Outro produto formado na etapa de coagulação é o sulfato de cálcio, $CaSO_4$, um composto pouco solúvel em água. A formação desse sólido é oportuna para a remoção dos íons Ca^{2+} e SO_4^{2-}, pois a presença desses íons na rede de distribuição pode levar ao entupimento da tubulação. Além disso, a ingestão excessiva de cálcio pelo ser humano pode acarretar a formação de cálculo renal.

Em seguida, é feita a **floculação**, na qual a água é agitada de forma branda para que os coágulos aumentem lentamente de tamanho e possam ser removidos mais facilmente.

Após a etapa de floculação, a mistura passa pelo processo de **decantação**, permanecendo em repouso nos tanques para que, por ação da gravidade, os coágulos formados (que apresentam densidade geralmente maior do que a dos outros materiais dispersos na água) sejam depositados e concentrados no fundo do recipiente em que está a mistura.

O processo de decantação geralmente é bastante demorado, e o tempo de sedimentação varia muito, dependendo da densidade das partículas sólidas que estão dispersas no líquido em uma mistura heterogênea.

A **Figura 5.2** corresponde aos processos de coagulação, floculação e decantação realizados em pequena escala.

Ao final do processo de decantação, a água em tratamento ainda pode conter sólidos dispersos que não se depositaram no fundo dos tanques por serem pequenos demais ou porque não houve tempo suficiente para a deposição. Por isso, essa água ainda pode seguir para uma etapa posterior de **filtração**, uma técnica rotineira em muitos laboratórios que retém partículas de tamanho maior que a malha de retenção (filtro) utilizada.

FOTOS: DOTTA2

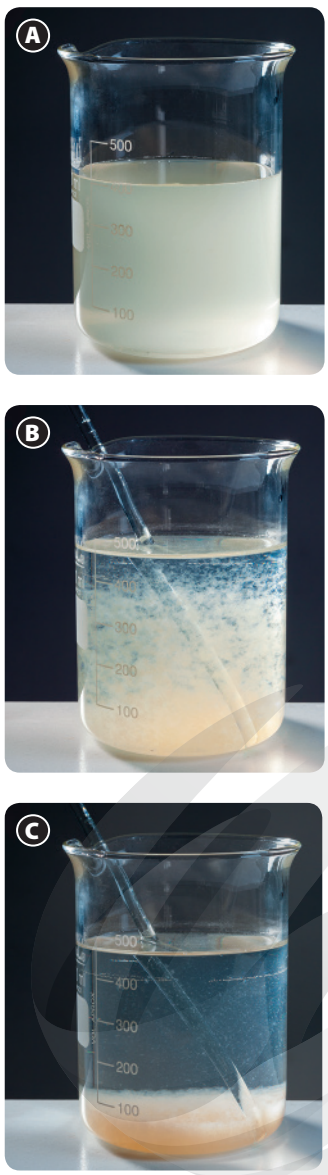
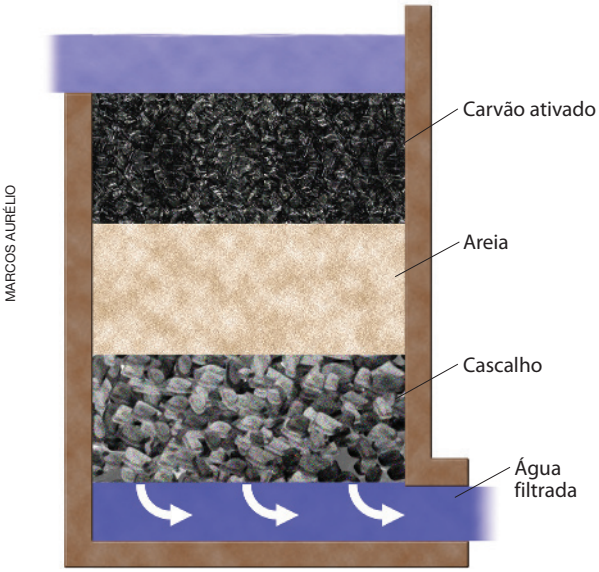


Figura 5.2 **(A)** Um coagulante é adicionado a uma amostra de água de fonte natural. **(B)** Após algum tempo ocorre a formação de coágulos contendo algumas das impurezas presentes. O agrupamento desses coágulos dá origem à formação de flocos. **(C)** Esses flocos se depositam no fundo do recipiente por ação da gravidade.

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

Comente com os estudantes que o excesso de flúor na água pode acarretar fluorose dentária, alteração no esmalte que reveste o dente caracterizada pelo aparecimento de manchas. Por isso, deve-se controlar a quantidade de hexafluorosilicato de sódio adicionado.

Ao passar por filtros compostos de várias camadas de carvão ativado, areia e cascalho, as partículas que não foram removidas na decantação ficam retidas (**Fig. 5.3**). O carvão ativado é um material poroso com grande capacidade de reter impurezas sólidas, líquidas e gasosas. Algumas dessas substâncias são responsáveis por atribuir odor e sabor indesejados à água.



MARCOS AURÉLIO

Figura 5.3 Representação esquemática da filtração realizada na ETA. O líquido ou filtrado passa através dos fragmentos de carvão ativado, areia e cascalho, enquanto o sólido ou resíduo fica retido. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Após a etapa de filtração, a água deve passar pela etapa de desinfecção com compostos de cloro. Esse processo contribui para eliminar microrganismos, além de manter a rede de distribuição protegida de contaminação. Outro composto adicionado é o hexafluorosilicato de sódio, Na_2SiF_6, com o objetivo de reduzir a incidência de cáries dentárias na população.

A cloração é um método de desinfecção bastante difundido pelo mundo. No entanto, os efeitos causados pela exposição prolongada aos subprodutos gerados nessa etapa ainda não são conhecidos. Os subprodutos podem variar de acordo com a matéria orgânica presente na água, mas compostos como os trialometanos (THM) e os ácidos haloacéticos (HAA) são frequentes. Algumas alternativas à desinfecção com gás cloro são o ozônio (O_3), o dióxido de cloro (ClO_2), o permanganato de potássio ($KMnO_4$) e a radiação ultravioleta, cuja aplicação ainda demanda alguns aperfeiçoamentos.

Em algumas regiões, a água captada é de origem subterrânea. Geralmente, nesse caso, não é necessário realizar as etapas iniciais do tratamento convencional, pois a água é naturalmente filtrada à medida que percola os solos e fendas nas rochas. Dessa forma, para torná-la potável basta realizar a cloração e a fluoretação.

Ao longo das etapas na ETA há geração de resíduos, sobretudo na decantação e na retrolavagem dos filtros (passagem de água no sentido contrário ao da filtração). Esses processos geram uma mistura de água e lodo, e para que o lodo seja descartado em aterros sanitários ou utilizado como adubo a água precisa ser parcialmente removida.

Para remover o excesso de água, aplica-se outra técnica de separação de misturas, a **centrifugação**, que consiste em acelerar o processo de decantação e ao mesmo tempo compactar resíduos sólidos. A mistura heterogênea é introduzida em um equipamento chamado de centrífuga, que gira em alta velocidade e força a sedimentação do componente mais denso da mistura devido à ação da força centrífuga. Essa técnica é muito utilizada em laboratórios de análises clínicas para separar, por exemplo, o material sólido do sangue (glóbulos brancos, hemácias e plaquetas) da fase líquida (plasma sanguíneo). Outra aplicação ocorre nas máquinas de lavar roupa.

Técnicas alternativas de tratamento de água voltadas para indígenas do Vale do Javari

[...] Na Amazônia, embora exista abundância de água, ainda se verifica um dos piores índices de investimentos no setor de saneamento, e o acesso à água tratada não é realidade em muitos municípios. No caso de áreas isoladas, como terras indígenas, o acesso à água potável se torna ainda mais limitado [...].

Para garantir água de melhor qualidade aos povos indígenas, comunidades ribeirinhas, quilombolas e rurais, técnicas simples de tratamento de água podem minimizar doenças de veiculação hídrica, viabilizando água de qualidade para consumo.

[...] o uso da coagulação com a semente de *Moringa oleífera* seguido da filtração compacta em garrafa PET e desinfecção solar pode ser uma proposta adaptável para atender à primeira necessidade de tratar a água [...].

Fonte: FRANCISCO, A. R.; PATERNIANI, J. E. S.; MAYURUNA, J. de S. Técnicas alternativas de tratamento de água voltadas para indígenas do Vale do Javari. *Revista Inclusão Social*, Brasília (DF), v. 12, n. 1, p. 19-29, jul./dez. 2018. Disponível em: <http://revista.ibict.br/inclusao/article/view/4389/3847>. Acesso em: 28 abr. 2020.

Dessalinização

Apesar da grande disponibilidade, a água dos mares e oceanos é imprópria para o consumo humano, pois sua ingestão causa desidratação devido à transferência de água do interior das células do organismo para fora delas, a fim de eliminar o excesso de sais ingeridos. Considera-se a água salgada quando apresenta mais de 3,0% em massa de sais, em que os principais constituintes são os íons sódio (Na^+) e cloreto (Cl^-), além de outros, como cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), carbonato (CO_3^{2-}), fosfato (PO_4^{3-}), nitrato (NO_3^-) e sulfato (SO_4^{2-}).

De que forma você imagina ser possível remover os sais da água do mar? Pode-se fazê-lo por meio de uma estação de tratamento de água convencional, como a que estudamos anteriormente?

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

MODERNA

Influência da concentração do soluto nas propriedades físicas das soluções

Líquidos e sólidos puros apresentam propriedades específicas que os caracterizam. Alguns exemplos dessas propriedades são densidade, condutividade, temperaturas de fusão e de ebulição etc. No entanto, ao serem misturados a outras substâncias, o material resultante apresenta propriedades diferentes. Para exemplificar, analise os dados de temperatura de fusão e de ebulição para algumas soluções aquosas e para a água pura, apresentados na **Tabela 5.1**.

Tabela 5.1 Temperaturas de fusão (TF) e de ebulição (TE) para a água pura e algumas soluções aquosas a 1 atm

Sistema	TF (°C)	TE (°C)
Água pura	0	100,0
NaCl(aq) 0,1 mol L^{-1}	−0,372	100,103
NaCl(aq) 0,2 mol L^{-1}	−0,744	100,206
$Ca(NO_3)_2$(aq) 0,1 mol L^{-1}	−0,558	100,154
Glicose ($C_6H_{12}O_6$)(aq) 0,1 mol L^{-1}	−0,186	100,051
Glicose ($C_6H_{12}O_6$)(aq) 0,2 mol L^{-1}	−0,372	100,103

Fonte consultada: Valores calculados utilizando dados disponíveis em: LIDE, D. R. (editor da versão para internet). *Handbook of Chemistry and Physics*. 96. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

Nota-se que as variações nas temperaturas de mudança de fase dependem da concentração de partículas dissolvidas, e não da identidade química dessas partículas. Propriedades que exibem esse comportamento são denominadas **propriedades coligativas** (do latim, *colligere* = ajuntamento).

Os dados demonstram duas alterações de propriedades físicas observadas em soluções aquosas, o **efeito crioscópico** e o **efeito ebulioscópico**. Ou seja, numa solução aquosa formada por compostos solúveis em água e não voláteis, verifica-se a redução da temperatura de congelamento (TF < 0 °C) e o aumento da temperatura de ebulição (TE > 100 °C) em relação ao solvente puro. No cotidiano é possível verificar essas alterações quando adicionamos sal de cozinha à água durante a fervura, cessando-a momentaneamente, ou quando o etilenoglicol é misturado à água como fluido de arrefecimento do motor dos carros, evitando que ele se solidifique em locais onde a temperatura atinge valores menores que 0 °C.

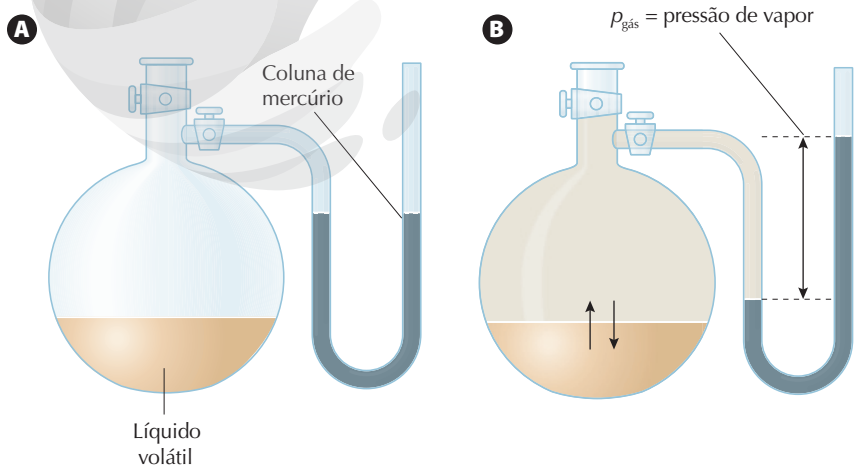
A seguir, estudaremos duas propriedades coligativas estreitamente relacionadas com os processos de dessalinização da água.

Outras propriedades coligativas são detalhadas na Unidade **Análise forense**.

Pressão de vapor e efeito tonoscópico

Se deixamos um recipiente contendo água aberto durante algum tempo, sob pressão atmosférica, todo o líquido evapora. No entanto, se esse recipiente estiver fechado, chega um momento em que a evaporação e a condensação ocorrem na mesma velocidade, e as fases líquida e gasosa passam a coexistir em equilíbrio dinâmico. Embora não se observe nenhuma mudança macroscópica no sistema, as moléculas de água se movem de maneira constante da fase líquida para a fase gasosa e vice-versa. O vapor-d'água presente exerce pressão sobre a superfície do líquido, a qual é chamada de **pressão de vapor**. É possível observar esse fenômeno utilizando dispositivos como o representado na **Figura 5.4**.

Substâncias que apresentam alta pressão de vapor, como o álcool etílico, evaporam rapidamente e, por isso, são chamadas **substâncias voláteis**. Entretanto, essa classificação é relativa (geralmente é uma comparação com a água). Dessa forma, não há um valor definido de pressão de vapor a partir do qual as substâncias possam ser seguramente classificadas como voláteis.



ADILSON SECCO

Figura 5.4 Representação esquemática de uma aparelhagem usada para observar o fenômeno da pressão de vapor de um líquido volátil. **(A)** Não existem moléculas na fase gasosa dentro do recipiente; a pressão exercida pelo vapor, nessa situação, é igual a zero. **(B)** A taxa em que as moléculas deixam a superfície do líquido e se misturam à fase gasosa acima dele é igual à taxa na qual as moléculas presentes na fase gasosa passam para a fase líquida. Nessa nova situação, a quantidade de vapor se mantém constante e ele exerce pressão sobre as superfícies (inclusive da coluna de mercúrio, deslocando-a), a chamada pressão de vapor. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Caso o conteúdo de interações intermoleculares já tenha sido trabalhado com os estudantes, relacione o conceito de pressão de vapor com a intensidade dessas interações estabelecidas entre as substâncias, auxiliando na compreensão do conceito de volatilidade.

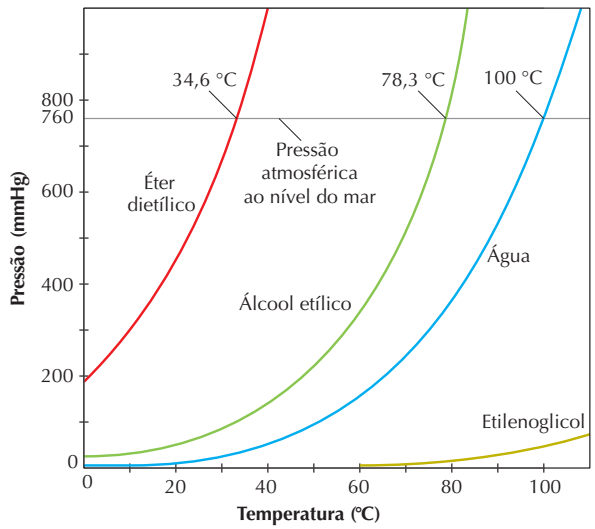
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

A **Figura 5.5** mostra o comportamento da pressão de vapor de algumas substâncias em função da temperatura.

Figura 5.5 Variação da pressão de vapor de quatro substâncias em função da temperatura

ADILSON SECCO



Fonte consultada: BROWN, T. L. *et al*. *Química*: a ciência central. Tradução Robson Matos. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

Observe que a pressão de vapor aumenta com o aumento da temperatura. Isso ocorre porque as partículas que formam as substâncias passam a se movimentar mais (maior energia cinética), aumentando a probabilidade de transferência para a fase gasosa.

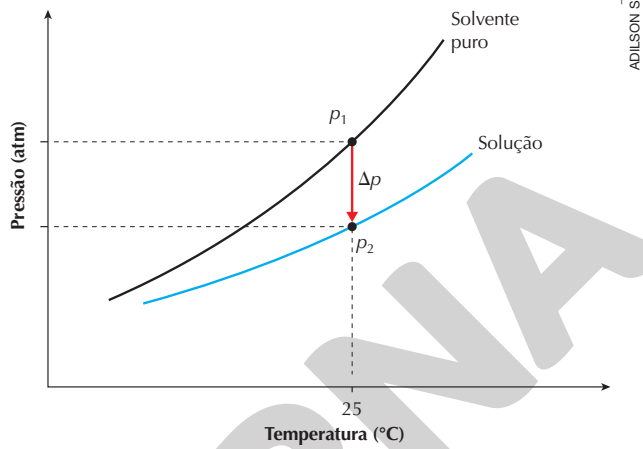
Quando a pressão de vapor de um líquido se iguala à pressão atmosférica, a dada temperatura, esse líquido entra em ebulição. Essa temperatura é a temperatura de ebulição. Esse modelo ajuda a explicar por que a temperatura de ebulição varia de acordo com a pressão. Por exemplo, ao nível do mar (760 mmHg), a água entra em ebulição quando sua temperatura atinge 100 °C, como mostra a **Figura 5.5**. Em grandes altitudes, a pressão atmosférica é menor e, portanto, a água entra em ebulição a uma temperatura mais baixa.

Sabendo que a adição de um soluto, miscível e não volátil, altera as propriedades físicas do solvente, que tipo de interferências pode ser verificado na pressão de vapor da solução? Experimentalmente, ao comparar as pressões de vapor de vários solventes com as de suas soluções, é possível concluir que a adição de um soluto não volátil a um solvente sempre diminui sua pressão de vapor.

A **Figura 5.6** ilustra esse efeito. Por exemplo, à temperatura de 25 °C e pressão de 1 atm, um solvente puro apresenta pressão de vapor p_1. A adição de um soluto não volátil reduz a pressão de vapor desse solvente para um valor p_2. Assim, a variação na pressão de vapor do solvente é determinada pela diferença entre as duas pressões na temperatura dada ($\Delta p = p_2 - p_1$). Isso acontece porque as interações entre o soluto e o solvente dificultam a passagem das moléculas do solvente da fase líquida para a fase gasosa. Esse comportamento é chamado **efeito tonoscópico**.

Figura 5.6 Variação da pressão de vapor de um solvente puro e de uma solução em função de temperatura

ADILSON SECCO



Fonte consultada: BROWN, T. L. *et al*. *Química*: a ciência central. Tradução Robson Matos. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

A relação entre a quantidade de partículas em uma solução e a redução da pressão de vapor é expressa pela **lei de Raoult**, segundo a qual a pressão de vapor do solvente, p(solvente), é diretamente proporcional ao produto da fração em quantidade de matéria do solvente, x(solvente), pela pressão de vapor do solvente puro, p^o(solvente):

$$p(\text{solvente}) = x(\text{solvente})p^o(\text{solvente})$$

Em soluções reais, as interações entre as partículas da solução (soluto e solvente) podem alterar o efeito esperado na pressão de vapor. Por isso, a lei de Raoult descreve o comportamento de soluções ideais, em que a concentração do soluto seja baixa o suficiente para reduzir a interação soluto-soluto, e que soluto e solvente sejam semelhantes em tamanho e simetria.

Outro fator a ser considerado é que a dissolução de uma substância pode contribuir de maneira diferente para o número total de partículas solubilizadas. Esse fenômeno foi descrito pelo físico-químico holandês Jacobus Henricus van't Hoff (1852-1911) em meados de 1890, quando percebeu que o efeito dos compostos iônicos sobre as propriedades coligativas de uma solução era maior que o de substâncias moleculares.

Uma forma de representar os diferentes comportamentos das substâncias dissolvidas é o **fator de van't Hoff** (*i*). Ele é determinado experimentalmente e corresponde a um fator de correção matemático entre a quantidade de partículas de soluto em solução e a quantidade do composto dissolvido. Indiretamente, esse fator considera que algumas substâncias formam íons em solução em diferentes extensões por ionização ou por dissociação e, por isso, o número de partículas é maior do que o esperado pela simples dissolução.

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

MODERNA

Proponha aos estudantes que expliquem algumas situações do dia a dia, como a ascensão da seiva nas plantas, o motivo de não se poder ingerir água do mar ou se é conveniente alterar a concentração do soro fisiológico (solução 0,9% de NaCl) utilizado para fins terapêuticos. Todas as situações mencionadas envolvem o processo osmótico.

Por exemplo, como glicose, $C_6H_{12}O_6$, e sacarose, $C_{12}H_{22}O_{11}$, são substâncias moleculares que não ionizam em água, elas apresentam $i = 1$, ao contrário do cloreto de potássio, KCl, substância iônica com dissociação completa em água, que em solução pouco concentrada apresenta $i = 2$.

Uma vez que o efeito tonoscópico é uma propriedade coligativa, ao se comparar soluções de concentração 10^{-4} mol L^{-1}, as soluções de glicose e sacarose terão a mesma pressão de vapor, pois apresentam o mesmo número de partículas de soluto dissolvidas (10^{-4} mol L^{-1}); enquanto a solução de cloreto de potássio, por apresentar o dobro de partículas dissolvidas (10^{-4} mol L^{-1} de íons K^+ e 10^{-4} mol L^{-1} de íons Cl^-), terá pressão de vapor duas vezes menor.

Para soluções com valores de concentração maiores que 10^{-3} mol L^{-1}, o valor de i não pode ser estimado considerando-se apenas a previsão dos íons liberados em solução, pois os íons dissolvidos associam-se, mesmo que momentaneamente, com outros íons de carga oposta, diminuindo sua contribuição como íons separados.

Quando o soluto apresenta grau de ionização entre 0% e 100%, o fator de van't Hoff pode ser estimado pela seguinte expressão:

$$i = 1 + \alpha(n - 1)$$

em que

i = fator de van't Hoff;

α = grau de ionização;

n = número de espécies formadas em solução.

Para uma solução aquosa de ácido acético (CH_3COOH), a 25 °C e concentração de 0,6 g L^{-1}, cerca de 4% das moléculas de ácido acético encontram-se ionizadas:

$$CH_3COOH(l) \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^-(aq) + H^+(aq)$$

O fator de correção de van't Hoff é, portanto:

$$i = 1 + \frac{4}{100}(2 - 1) = 1{,}04$$

Esse resultado pode ser interpretado como a contribuição adicional devida à ionização do composto dissolvido.

Note que o fator de van't Hoff considera as partículas dissolvidas, excluindo as substâncias não solubilizadas, como os sais insolúveis depositados como corpo de fundo nas soluções.

Osmose e osmose reversa

A diarreia pode ser considerada uma tentativa do organismo de eliminar microrganismos patogênicos. Entretanto, ela também leva à perda de água e nutrientes. Nesse caso, sob orientação médica, podem ser recomendados sais de reidratação oral, ou o soro caseiro, que contém cloreto de sódio (NaCl) e sacarose, uma alternativa fácil, eficiente e de baixo custo.

Após a ingestão, a sacarose do soro caseiro é transformada em glicose e frutose, que, com o cloreto de sódio, são absorvidas no intestino e entram em contato com as membranas celulares. A membrana celular é uma **membrana semipermeável**, ou seja, permite a passagem de água e certos solutos nela presentes. As moléculas de glicose e os íons sódio, por exemplo, podem entrar nas células intestinais simultaneamente por meio de uma proteína da membrana celular em um processo denominado transporte ativo, pois envolve gasto energético. Dessa forma, a concentração de glicose e íons sódio aumenta no interior das células após a ingestão do soro fisiológico.

Esse aumento de concentração no interior das células, por sua vez, faz com que aumente o fluxo de água do meio extracelular para dentro das células, reidratando o paciente. Esse fluxo de solvente de um meio para outro através de uma membrana semipermeável é conhecido por **osmose**. Ele é espontâneo e acontece predominantemente do meio mais diluído para o meio mais concentrado (**Fig. 5.7**).

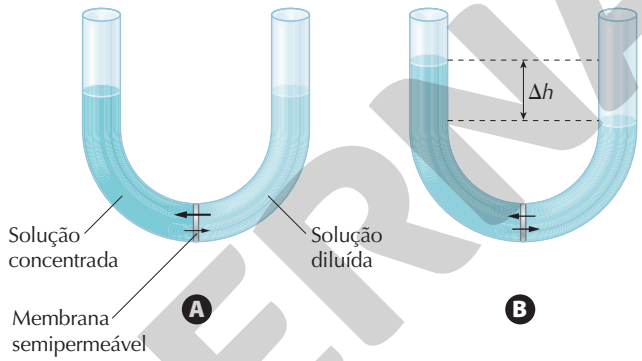


Figura 5.7 **(A)** A membrana semipermeável separa a solução mais concentrada (à esquerda do tubo) da solução menos concentrada (à direita), de forma que ocorre, predominantemente, a passagem de solvente da solução diluída para a solução concentrada (osmose). **(B)** A passagem do solvente pode ser percebida pelo desnível entre as duas soluções (Δh). (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Mas, se a osmose é um processo espontâneo, como seria possível revertê-lo, de forma que o solvente fluísse da solução mais concentrada para a solução mais diluída, permitindo-nos usar o fenômeno na dessalinização da água?

O processo de osmose pode ser interrompido pela aplicação de pressão do lado da solução mais concentrada. Essa pressão, que depende apenas do número de partículas dissolvidas, é chamada **pressão osmótica** (π) da solução (**Fig. 5.8**).

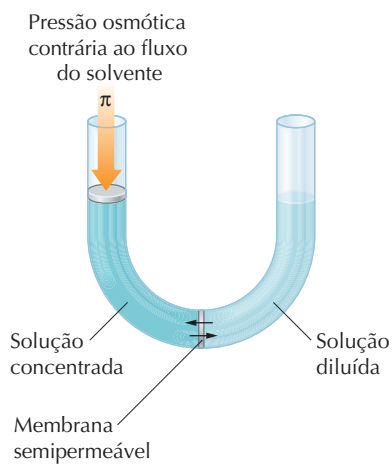


Figura 5.8 A pressão aplicada no lado da solução mais concentrada, conhecida como pressão osmótica da solução, interrompe o processo de osmose. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

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

MODERNA

Ela pode ser entendida como a força aplicada sobre uma determinada área que limita a passagem de solvente da solução menos concentrada para a mais concentrada. Por exemplo, a pressão osmótica da água do mar contendo cerca de 35 g de sais dissolvidos por litro de solução é em torno de 27 atm.

Por meio de medidas experimentais com soluções diluídas, pôde-se descrever a pressão osmótica em termos da concentração da solução, da temperatura do sistema e de uma constante de proporcionalidade, conforme a seguinte equação.

$\pi = cRTi$

em que

π = pressão osmótica da solução;

c = concentração em quantidade de matéria da solução;

R = constante universal dos gases (0,082 L atm K^{-1} mol^{-1} ou 62,4 L mmHg K^{-1} mol^{-1});

T = temperatura (em K);

i = fator de van't Hoff.

De acordo com essa equação, a pressão exercida por uma solução contendo 0,10 mol L^{-1} de partículas de soluto a 25 °C ou 298 K e 1 atm é:

$\pi = cRT$

$\pi = 0{,}10 \text{ mol } L^{-1} \cdot 0{,}082 \text{ L atm } K^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot 298 \text{ K}$

$\therefore \pi \approx 2{,}4 \text{ atm}$

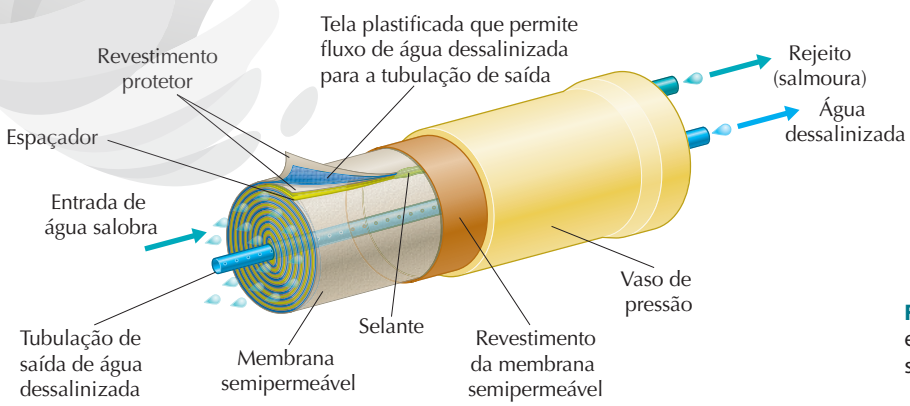
Assim, ao aplicar pressão externa maior que a pressão osmótica, inverte-se o sentido do fluxo espontâneo do solvente, enquanto os solutos dissolvidos permanecem na solução, retidos pela membrana semipermeável. No exemplo acima, para que o fluxo fosse invertido, seria necessário aplicar uma pressão maior que 2,4 atm. Esse processo é denominado **osmose reversa** e pode ser muito útil quando os solutos são indesejáveis, como no caso de contaminantes ou sais em excesso. No arquipélago de Fernando de Noronha (PE), por exemplo, a osmose reversa é o principal recurso para produzir água potável e abastecer a população. Além da dessalinização, a osmose reversa pode ser utilizada no tratamento de efluentes.

O processo de osmose reversa ocorre segundo o esquema apresentado na **Figura 5.9**. A água salobra é bombeada para o sistema e atravessa a membrana semipermeável. No lado de menor pressão, a água que sai apresenta menor concentração de sais.

Antes da etapa de osmose reversa propriamente dita, alguns procedimentos análogos ao tratamento de água convencional são necessários. Por exemplo, a remoção de algas, peixes e resíduos orgânicos e, dependendo do local em que a água foi coletada, etapas como floculação e decantação, são importantes para evitar o entupimento dos poros das membranas. Pode-se também realizar uma etapa de pré-cloração, de forma controlada, pois o cloro residual pode danificar a membrana semipermeável. Após a dessalinização, aplica-se uma agente desinfectante, como hipoclorito de sódio ou gás cloro, além da fluoretação.

Os sistemas de osmose reversa permitem reduzir a salinidade inicial, de aproximadamente 35 g L^{-1}, para níveis aceitáveis para o consumo humano, cerca de 1,5 g L^{-1}. Conforme a água passa pela membrana semipermeável, a concentração de sais aumenta na região de entrada da água salgada/salobra, levando a solução a atingir o ponto de saturação, em que alguns sais começam a precipitar. Esses precipitados são um dos principais obstáculos para o prosseguimento da osmose reversa, devido ao entupimento dos poros da membrana.

Comparativamente, o método de dessalinização por osmose reversa tem um custo três vezes menor que o método térmico. Por essa razão, esse método é mais procurado para locais com escassez de combustíveis fósseis e que, devido à falta de fontes de água doce, dependem da dessalinização da água do mar ou outras fontes de água salobra.



ADILSON SECCO

Figura 5.9 Esquema em corte de um elemento de osmose reversa. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: UNITED STATES BUREAU OF RECLAMATION. *Reverse Osmosis*. Disponível em: <https://www.usbr.gov/lc/yuma/facilities/ydp/yao_ydp_operations_ro.html>. Acesso em: 28 abr. 2020.

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

MODERNA

Destilação

Pergunte aos estudantes se a água dessalinizada por esse método pode ser ingerida sem riscos à saúde. Nesse ponto é importante enfatizar que, apesar de a água obtida estar mais próxima do padrão de potabilidade, não se pode garantir que todos os parâmetros tenham sido atingidos.

Um método eficaz para a dessalinização da água é a **destilação** (**Fig. 5.10**). A destilação é um processo de separação de misturas homogêneas no qual duas ou mais substâncias são separadas de acordo com suas temperaturas de ebulição. O procedimento consiste em aquecer a mistura até que ela entre em ebulição. O vapor em equilíbrio com a solução em aquecimento tem composição química diferente da dela. Quando as diferenças nas temperaturas de ebulição são muito grandes, como é o caso da água e dos sais nela dissolvidos, o vapor é composto da substância de menor temperatura de ebulição, a água, e o líquido que permanece no recipiente que está sendo aquecido vai ficando cada vez mais rico dos componentes de maior temperatura de ebulição, enquanto o vapor formado é continuamente encaminhado para um tubo resfriado, o condensador. Ao entrar em contato com a parede do condensador, o vapor se condensa, e o líquido resultante é recolhido na outra extremidade do equipamento.

A **Figura 5.10** mostra os equipamentos e vidrarias necessários para separar misturas de substâncias sólidas dissolvidas em substâncias líquidas ou misturas de líquidos que apresentam temperaturas de ebulição bastante distintas.

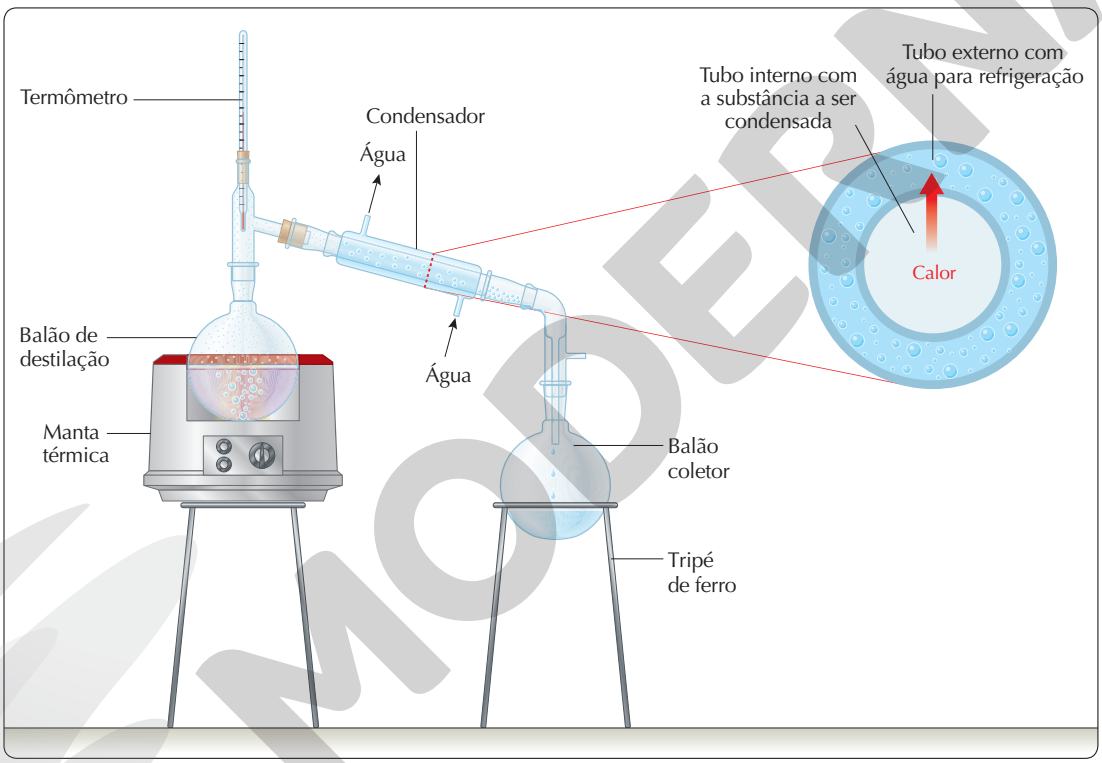


Figura 5.10 Representação esquemática de um equipamento de destilação simples usado em laboratório. No destaque, esquema em corte de um condensador, vidraria composta de dois tubos concêntricos. Pelo tubo externo circulam água ou gases resfriados que retiram energia do vapor aquecido que passa pelo tubo interno, levando à sua condensação. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

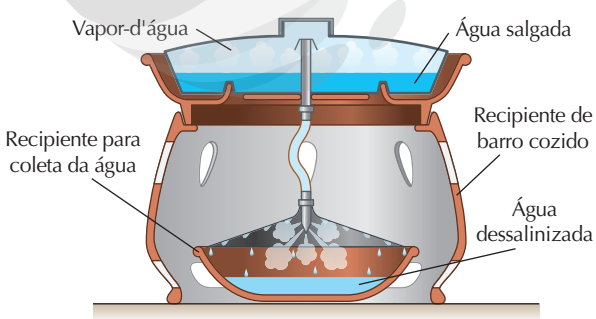


Figura 5.11 Representação esquemática de um aparelho de dessalinização de água. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Alguns aparatos de dessalinização foram desenvolvidos com base nos princípios do processo de destilação simples. No aparato representado na **Figura 5.11**, o Sol é a fonte de calor que aquece a água salgada ou salobra e faz com que a água passe da fase líquida para a fase gasosa (vapor-d'água). O tubo no centro do recipiente direciona a saída do vapor-d'água até a parte inferior do aparato, que está a uma temperatura menor devido à circulação de ar e à sombra proporcionada pelo recipiente de barro cozido. Dessa forma, o vapor-d'água resfria e se condensa, completando a etapa de dessalinização.

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

MODERNA

Esse sistema é vantajoso, pois emprega apenas energia solar. No entanto, apesar de engenhoso, esse aparato permite obter água dessalinizada a taxas menores do que o sistema utilizado em laboratório, além de depender de dia ensolarado. A maior dessalinizadora do mundo, localizada na Arábia Saudita, emprega o método térmico – baseado no processo de destilação simples. Esse método utiliza como fonte de energia a queima de combustíveis fósseis, um recurso finito que tende a encarecer o processo de obtenção de água doce.

A lei de Raoult pode ser observada no processo de dessalinização da água do mar por métodos baseados no princípio da destilação simples. A água evapora no balão de destilação e se condensa no balão coletor, enquanto os sais permanecem dissolvidos na fase líquida da solução, aumentando gradativamente suas concentrações. Consequentemente, com o passar do tempo, a pressão de vapor-d'água diminui, reduzindo a taxa de evaporação. Note que, na situação descrita, tanto a temperatura quanto a pressão foram mantidas constantes.

Da mesma forma que a osmose reversa, os métodos de dessalinização baseados em destilação geram como resíduo uma solução aquosa com concentração de sais maior que a inicial. Assim, estratégias adequadas de disposição e descarte desse resíduo são necessárias para evitar a contaminação de solos, fauna, flora e corpos-d'água superficiais e subterrâneos. Algumas ações que podem evitar impactos ambientais relacionados à disposição incorreta desses resíduos são a evaporação da água para obtenção dos sais, a utilização como água de irrigação no cultivo de plantas halófitas e o uso como melhorador de sabor de tilápias criadas em viveiros de terra.

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

Atividades

Registre em seu caderno

1. (Uece) As invenções do banho-maria, do *dibikos* e do *tribikos*, estes últimos usados para a destilação, são atribuídas a Maria, a Judia, uma egípcia helenizada que viveu em Alexandria e que é considerada a mais antiga de todas as alquimistas.

A destilação hoje é feita por destiladores elétricos, mas outros equipamentos ainda persistem nos laboratórios de Química. Sobre destilação é correto afirmar-se que

a) o balão de vidro, o tripé de ferro, a tela de amianto, o condensador, o suporte universal e o termômetro, entre outros, compõem os equipamentos nela utilizados.
b) a destilação simples é utilizada para separar componentes de uma mistura de vários líquidos imiscíveis.
c) os equipamentos da destilação só são utilizados para separar componentes de uma mistura heterogênea de sólido e líquido.
d) para evitar acidentes, a água de resfriamento do sistema deverá entrar pela parte superior do condensador e sair pela parte inferior.

Observe o fluxograma, que mostra alguns processos de separação que ocorrem em uma estação de tratamento de água (ETA), e responda às questões 2 a 4.

2. De acordo com o fluxograma, as etapas (3) e (4) são, respectivamente:

a) filtração e decantação.
b) decantação e filtração.
c) pré-cloração e filtração.
d) desinfecção e decantação.
e) filtração e liquefação.

3. Explique por que a etapa (3) só pode ocorrer após a etapa da floculação.

4. Analise as seguintes afirmações sobre o processo.

I. As partículas retidas na etapa (4) tendem a ser menores que as partículas retidas na etapa (3).
II. A etapa (3) também é chamada de coagulação.
III. Após a etapa (4), tem-se uma única substância.

Está(ão) incorreta(s):

a) I e III.
b) II e III.
c) apenas II.
d) apenas III.
e) todas as alternativas.

5. Quais características uma solução real deve apresentar para que se aproxime do comportamento de uma solução ideal e, assim, obedeça à lei de Raoult?

6. Em dois recipientes idênticos separados por uma membrana semipermeável há volumes iguais de duas soluções de cloreto de sódio, uma com concentração de 6 mol L^{-1} e outra com concentração de 3 mol L^{-1}. Após algum tempo, o que se observará quanto ao volume das soluções nesse sistema?

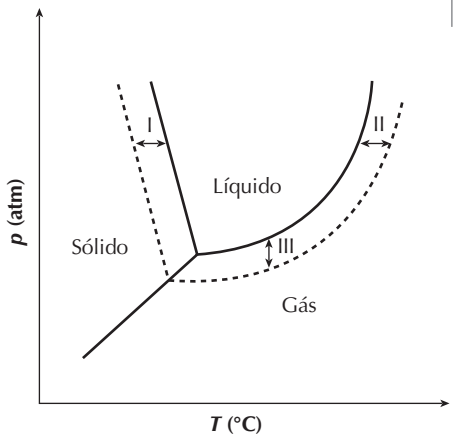
7. Estime o fator de van't Hoff para os solutos a seguir nas condições apresentadas e demonstre por meio de uma equação química o comportamento dos compostos em água.

a) Frutose, $C_6H_{12}O_6$ ($\alpha = 0\%$)
b) Ácido fosfórico, H_3PO_4 ($\alpha = 27\%$)

8. O gráfico a seguir representa um diagrama de fases da água pura (linha contínua) e de uma solução aquosa de um soluto não volátil (linha tracejada).

ADILSON SECCO

Diagrama de fases da água pura e de uma solução aquosa



a) Em qual das situações (I, II e III) está representado o efeito tonoscópico?

b) Com base no diagrama, explique os efeitos causados pela adição do soluto não volátil às propriedades da água na solução em comparação às propriedades da água pura.

9. (Enem) Alguns tipos de dessalinizadores usam o processo de osmose reversa para obtenção de água potável a partir de água salgada. Nesse método, utiliza-se um recipiente contendo dois compartimentos separados por uma membrana semipermeável: em um deles coloca-se água salgada e no outro recolhe-se a água potável. A aplicação de pressão mecânica no sistema faz a água fluir de um compartimento para o outro. O movimento das moléculas de água através da membrana é controlado pela pressão osmótica e pela pressão mecânica aplicada.

Para que ocorra esse processo é necessário que as resultantes das pressões osmótica e mecânica apresentem

a) mesmo sentido e mesma intensidade.

b) sentidos opostos e mesma intensidade.

c) sentidos opostos e maior intensidade da pressão osmótica.

d) mesmo sentido e maior intensidade da pressão osmótica.

e) sentidos opostos e maior intensidade da pressão mecânica.

10. A tabela a seguir apresenta os fatores de van't Hoff para vários compostos em diferentes concentrações.

Fatores de van't Hoff para várias substâncias a 25 °C

Composto	Concentração			Valor teórico
	0,100 mol kg^{-1}	0,0100 mol kg^{-1}	0,00100 mol kg^{-1}	
Sacarose	1,00	1,00	1,00	1,00
NaCl	1,87	1,94	1,97	2,00
K_2SO_4	2,32	2,70	2,84	3,00
$MgSO_4$	1,21	1,53	1,82	2,00

Fonte consultada: BROWN, T. L. *et al. Química*: a ciência central. Tradução Eloiza Lopes, Tiago Jonas e Sonia M. Yamamoto. 13. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2016.

Ao analisar os dados apresentados na tabela é possível concluir que

a) a diminuição da concentração afeta o fator de van't Hoff igualmente para solutos que são eletrólitos e os que são não eletrólitos.

b) o fator de van't Hoff não se correlaciona com a concentração das soluções eletrolíticas.

c) quanto menor a concentração, mais o valor de i observado se aproxima do valor teórico.

d) a natureza dos compostos iônicos não interfere no afastamento do fator de van't Hoff observado em relação ao seu valor teórico.

11. A composição da água bruta captada em represas e rios pode variar e, por isso, as quantidades necessárias de agentes coagulante ($Al_2(SO_4)_3$) e alcalinizante ($Ca(OH)_2$) a serem empregadas na etapa de coagulação também variam. A fim de determinar a proporção de coagulante e de alcalinizante necessária para alcançar maior eficiência nessa etapa, realiza-se na ETA um ensaio conhecido como teste de jarros (*jar-test*), que consiste em avaliar a coagulação em alíquotas da água a ser tratada, adicionando-se proporções distintas dos reagentes.

Sistematize as etapas envolvidas no teste de jarros, de forma que ao final delas se obtenham o volume de solução do agente coagulante e o de alcalinizante que devem ser utilizados no tratamento de água.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

MODERNA

TEMA 6

Densidade e pressão

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6

Habilidades: EM13CNT301; EM13CNT307

Nos Temas anteriores, vimos que entre os vários fatores que contribuem para a formação das correntes marinhas está a diferença de densidade da água em função da temperatura e da salinidade. Exploramos também a etapa da decantação do tratamento de água e sua relação com a diferença de densidade entre os materiais a serem separados. Neste Tema, avaliaremos a grandeza física **densidade**. Além dela, analisaremos outra grandeza física, a **pressão**, que é fundamental para compreendermos, por exemplo, como ocorre a distribuição de água tratada das estações de tratamento até nossas residências.

Densidade

A razão de o gelo flutuar na água é devido a sua densidade ser menor que a da água. Por exemplo, *icebergs* (**Fig. 6.1**), que são grandes porções de gelo, flutuam no mar, pois sua densidade é menor do que a da água salgada. Podemos definir a densidade (*d*) de um corpo ou objeto pela razão entre sua massa (*m*) e seu volume (*V*):

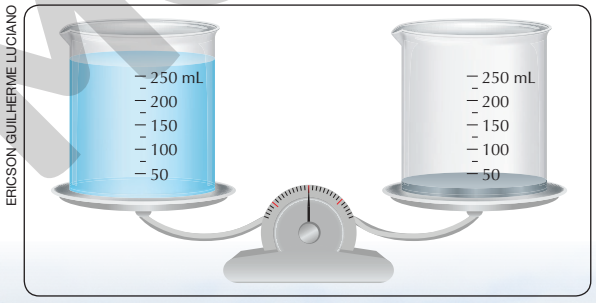
$$d = \frac{m}{V}$$

A densidade é uma grandeza escalar e pode ser considerada a medida da quantidade de matéria que ocupa determinado espaço ou quanto essa matéria está compactada. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a densidade é dada em kg m^{-3}, mas também podemos expressá-la em g cm^{-3}.

Para substâncias homogêneas cuja massa é diretamente proporcional ao volume em condição de temperatura e pressão constantes, definimos a **massa específica** (μ). Para calculá-la, consideramos:

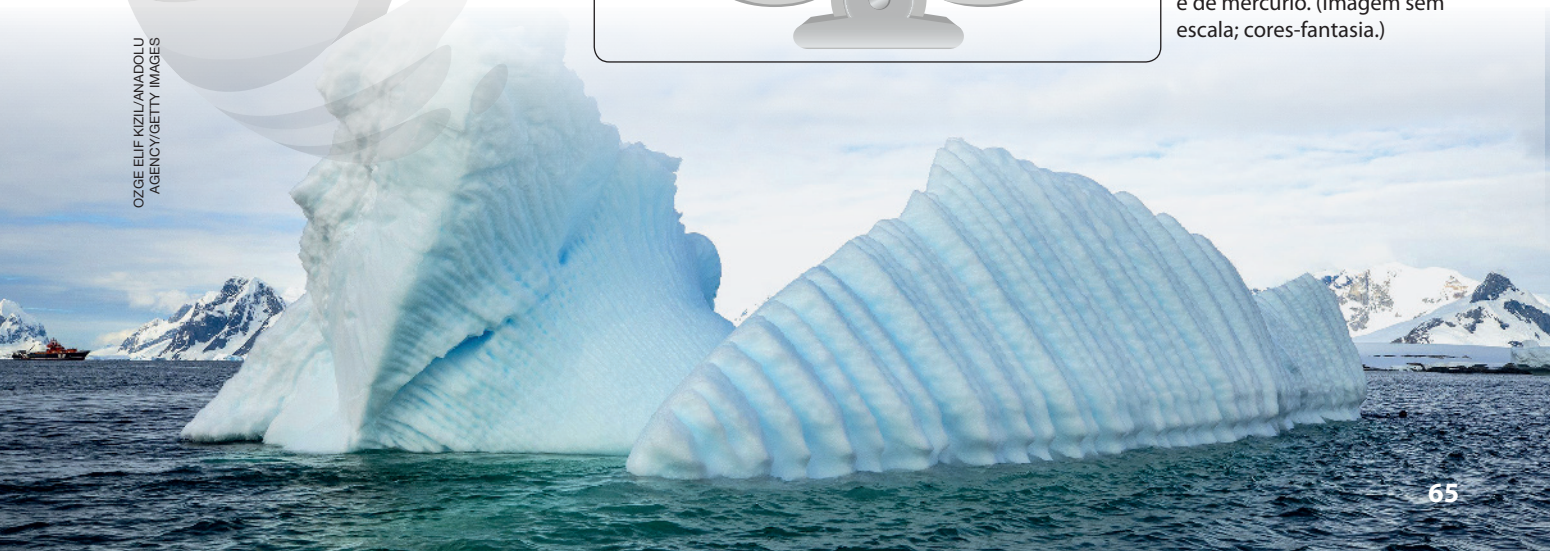
$$\mu = \frac{m}{V}$$

Portanto, o espaço ocupado por 270 g de água é maior que o ocupado por 270 g de mercúrio, pois a massa específica do mercúrio é maior que a da água (**Fig. 6.2**).



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 6.2 Representação esquemática da comparação entre o espaço ocupado pela mesma massa de água e de mercúrio. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)



OZGE ELIF KIZIL/ANADOLU AGENCY/GETTY IMAGES

Figura 6.1 Os *icebergs* são grandes porções de água na fase sólida que flutuam nos mares. (Ilha Galindez, Antártida, 2019).

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

MODERNA

É importante notar que a densidade se refere a um corpo ou objeto, enquanto a massa específica se refere a uma substância. Se o corpo for maciço e homogêneo, a densidade e a massa específica são iguais.

A **Tabela 6.1** apresenta a massa específica de algumas substâncias:

Tabela 6.1. Massas específicas de algumas substâncias

Material	μ (g cm^{-3})
Ar (20 °C)	$1{,}18 \cdot 10^{-3}$
Carvão vegetal	0,20
Etanol (álcool etílico)	0,79
Gelo (0 °C)	0,92
Água (25 °C)	1,00
Ferro	7,87
Prata	10,50
Ouro	19,30

Fonte consultada: LIDE, D. R. (ed.). *Handbook of Chemistry and Physics*. 96. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

Considerando que a densidade da água a 100 °C seja 0,96 g cm^{-3} e que o gelo apresenta densidade de 0,92 g cm^{-3}, o volume de 100 g de água a 100 °C é quantas vezes maior que o de 100 g de gelo?

O volume pode ser calculado por:

$$d = \frac{m}{V} \therefore V = \frac{m}{d}$$

Para a água a 100 °C, temos:

$$V_{100\,°C} = \frac{m_{100\,°C}}{d_{100\,°C}} \Rightarrow V_{100\,°C} = \frac{100\ \text{g}}{0{,}96\ \text{g cm}^{-3}}$$

$$\therefore V_{100\,°C} \simeq 104{,}17\ \text{cm}^3$$

Para o gelo, temos:

$$V_{0\,°C} = \frac{m_{0\,°C}}{d_{0\,°C}} \Rightarrow V_{0\,°C} = \frac{100\ \text{g}}{0{,}92\ \text{g cm}^{-3}}$$

$$\therefore V_{0\,°C} \simeq 108{,}70\ \text{cm}^3$$

Comparando os volumes:

$$\frac{V_{0\,°C}}{V_{100\,°C}} = \frac{108{,}70\ \text{cm}^{-3}}{104{,}17\ \text{cm}^{-3}}$$

$$\therefore V_{0\,°C} \simeq 1{,}04 \cdot V_{100\,°C}$$

Portanto, apesar da grande diferença de temperatura, a diferença nos volumes das porções de água não é relativamente grande.

Pressão

O conceito de pressão pode ser mais bem compreendido a partir da seguinte questão: para furar uma bexiga é mais eficiente usar um objeto com a ponta fina (**Fig. 6.3 A**), como um prego, ou usar vários pregos juntos (**Fig. 6.3 B**)?

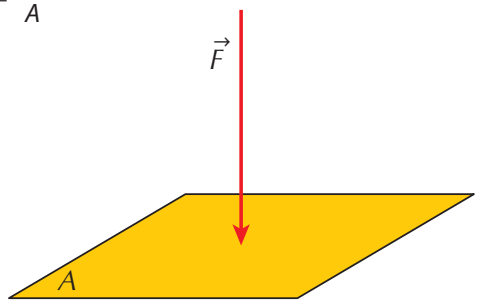
SHEBEKO/SHUTTERSTOCK

ALEXANDRE DOTTA/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

Figura 6.3 (A) A pressão do prego sobre um único ponto da bexiga deve estourá-la imediatamente. **(B)** Se a pressão for aplicada em vários pontos da bexiga, fica mais difícil estourá-la.

Observando as duas imagens acima podemos obter a resposta: é mais eficiente usar apenas um prego por causa da pressão. A pressão (p) é uma grandeza escalar definida pela razão entre uma força (F) aplicada a uma superfície e a área A dessa superfície (**Fig. 6.4**). Sendo a força aplicada perpendicularmente à superfície, podemos calcular a pressão (p) assim:

$$p = \frac{F}{A}$$



ADILSON SECCO

Figura 6.4. Representação de uma força $\vec{F}$ incidindo perpendicularmente em uma superfície de área A.

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

MODERNA

Portanto, a pressão é maior quando a força é aplicada sobre uma área pequena, tornando mais fácil estourar a bexiga. Mas, quando a força é distribuída por uma área maior da bexiga, a pressão torna-se menor, ficando mais difícil estourá-la.

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida para a pressão é N m^{-2}, também chamada de **pascal** (Pa), em homenagem ao cientista francês Blaise Pascal (1623-1662).

Acompanhe o exemplo a seguir, no qual o conceito de pressão é utilizado.

OCEANIA JAM/SHUTTERSTOCK

Figura 6.5 Batiscafo construído por Jacques Cousteau, em Mônaco, sem data.

O batiscafo (**Fig. 6.5**) é um veículo que pode ou não ser tripulado, utilizado para se atingir grandes profundidades. Como estudaremos a seguir, à medida que o veículo submerge a profundidades cada vez maiores, a pressão exercida pela água fica cada vez maior. Observe na figura acima que a janela do batiscafo é relativamente pequena.

Por que a janela é tão pequena se o pesquisador dentro do batiscafo tem a intenção de observar o ambiente ao seu redor?

Porque a pressão dentro do batiscafo é menor do que a pressão exercida pela água, pelo lado de fora. Essa diferença de pressão aplicada sobre uma área grande pode gerar uma força resultante na janela capaz de quebrar o vidro.

Para termos uma dimensão da intensidade da força aplicada pela água na janela, tomemos o exemplo a seguir. Sabendo-se que a 100 m de profundidade a pressão aplicada pela água na janela é de 11.000 N m^{-2} e que a janela tem uma área próxima de 400 cm^2, qual é a força aplicada pela água na parte externa da janela? Se a área da janela fosse 3 vezes maior, essa força seria maior, menor ou teria o mesmo valor?

Podemos calcular a força aplicada com $F = p \cdot A$.

A área de 400 cm^2 em m^2 é $4 \cdot 10^{-2}$ m^2.

Substituindo na expressão da força, temos:

$F = p \cdot A \Rightarrow F = 11.000 \text{ N m}^{-2} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \therefore F = 440 \text{ N}$

Se a área fosse três vezes maior, a força ficaria:

$F' = p \cdot A' \Rightarrow F' = p \cdot (3 \cdot A) \Rightarrow F' = 3 \cdot pA \therefore F' = 3 \cdot F$

Portanto, para que tenhamos um mesmo valor de pressão em uma área maior, uma força maior deve ser aplicada.

Pressão atmosférica

O planeta Terra está envolvido por uma extensa camada de gases, a atmosfera. Os principais gases que a compõem são oxigênio (20,95%) e nitrogênio (78,08%), mas há outros, como vapor-d'água, dióxido de carbono, neônio e hélio. Essa camada de gases tem peso e é atraída pela força da gravidade terrestre, exercendo pressão sobre o planeta e sobre todos os corpos nele existentes. A pressão exercida pela atmosfera sobre a superfície da Terra é chamada de **pressão atmosférica**. Lembrando que a pressão é uma grandeza escalar e é exercida por todos os lados sobre qualquer corpo imerso no fluido em questão.

A pressão atmosférica varia de acordo com a altitude. Nas localidades ao nível do mar, a pressão atmosférica é maior do que a registrada no alto de uma montanha, acima de 3.000 m. Comparativamente a coluna de ar sobre um ponto ao nível do mar é maior do que a coluna de ar sobre um ponto a 3.000 m, justificando a diferença na pressão atmosférica nessas localidades.

Essa diferença de pressão altera a temperatura de ebulição da água. Ao nível do mar a pressão atmosférica é máxima e a água entra em ebulição a 100 °C. Em altitudes maiores, a pressão atmosférica é menor e a água entra em ebulição a uma temperatura menor do que 100 °C. Do mesmo modo, se quisermos que a água entre em ebulição a uma temperatura maior, devemos aumentar a pressão, o que pode ser feito utilizando-se uma panela de pressão, por exemplo. Nesse caso, como a água entra em ebulição a uma temperatura maior, os alimentos são cozidos mais rapidamente. Na natureza, geralmente em áreas vulcânicas existem fissuras na superfície terrestre que expelem água e vapor, os chamados gêiseres (**Fig. 6.6**). Isso ocorre por causa das águas subterrâneas que, devido ao calor de rochas vulcânicas e à alta pressão, fervem a uma temperatura de ebulição maior do que 100 °C. A água, ao atingir a fissura na superfície, entra em ebulição e é jorrada violentamente, dando origem aos jatos com água e vapor.

PETER ADAMS PHOTOGRAPHY LTD./ALAMY/FOTOARENA

Figura 6.6 Gêiser Strokkur, na Islândia (2013).

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

MODELO

Medida da pressão atmosférica

Por volta de 1630, o físico Galileu Galilei (1564-1642) estava hospedado na propriedade do grão-duque Ferdinando II. Nessa ocasião, um jardineiro construiu uma bomba de sucção (que diminui a pressão na parte superior da bomba) e percebeu que não conseguia elevar a água ao longo do jardim a uma altitude maior do que 10 m, aproximadamente. O problema foi apresentado para Galileu, que, utilizando o conhecimento da época, não resolveu a questão de forma completa. Um dos fatores que interferiram no raciocínio de Galileu foi o fato de que na época se considerava que o ar não tinha densidade.

Quem resolveu esse problema foi o físico Evangelista Torricelli (1608-1647), que trabalhou para Galileu no final de sua vida. Torricelli afirmava que a água sobe pela bomba não porque a bomba puxa a água, mas sim porque o ar empurra a água para cima, pela extremidade aberta. Para isso, Torricelli considerou a pressão e a densidade do ar, elementos que não eram considerados até então.

Para medir a pressão do ar, Torricelli criou, em 1643, o barômetro, que consistia em um tubo fino de vidro com aproximadamente 1 m e cheio de mercúrio (Hg) (**Fig. 6.7**), um metal líquido 13,6 vezes mais denso que a água. O cientista fechou a extremidade aberta do tubo e o inverteu, mergulhando-o em um recipiente que também continha mercúrio. O mercúrio contido no tubo começou a descer, deixando vácuo na parte superior. A coluna de mercúrio estabilizou em 76 cm, e Torricelli relacionou essa mudança na altura da coluna de mercúrio à variação da pressão do ar, adotando esse valor como a medida da pressão atmosférica ao nível do mar; assim:

76 cmHg = 760 mmHg = 1 atmosfera (1 atm)

Torricelli afirmou então que, se o mercúrio é 13,6 vezes mais denso que a água, a mesma pressão atmosférica seria capaz de elevar uma coluna de água a uma altura 13,6 vezes maior que a altura obtida com mercúrio.

De fato, 13,6 · 76 cm ≃ 10,3 m. Assim, Torricelli resolveu uma das questões abertas de seu tempo. Com isso, estabeleceu-se mais uma unidade de pressão:

76 cmHg = 760 mmHg = 1 atmosfera (1 atm) ≃ 10 m de coluna de água

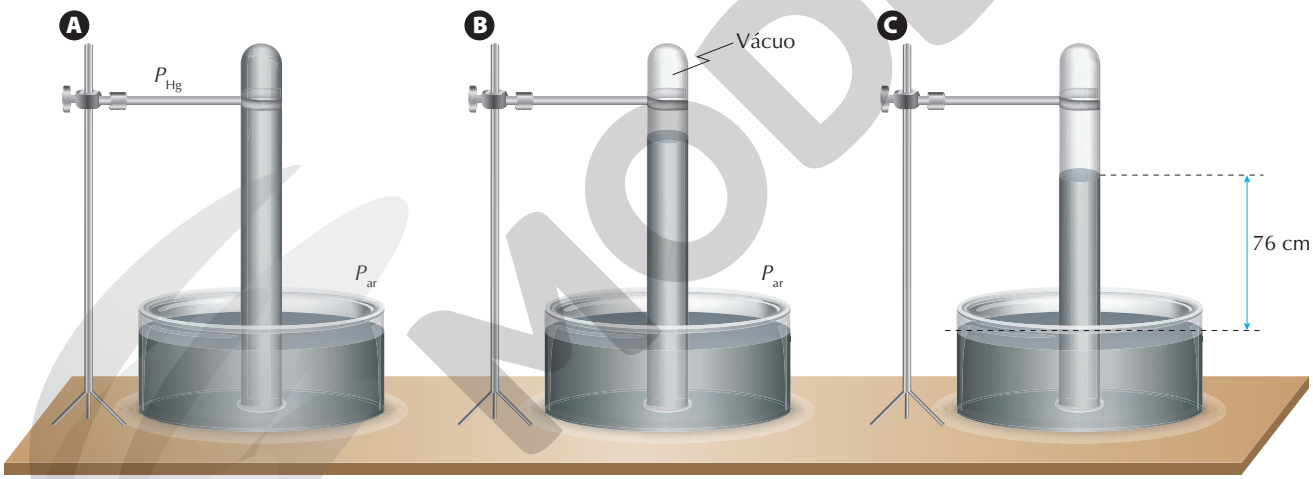
O valor da pressão atmosférica ao nível do mar é próximo de 1 atm, obedecendo à relação:

$10^5\ N\ m^{-2} = 1\ atm$

Além da atm, há outras unidades de pressão, como a libra por polegada quadrada (psi) e o bar, utilizado principalmente na meteorologia. Veja as correspondências:

libra por polegada quadrada (psi) ≃ 6,894747 · 10^3 Pa

1 bar = 0,9869 atm ou 1 bar ≃ 1 atm



ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 6.7 Representação esquemática do experimento de Torricelli. Em **(A)**, temos um tubo de vidro cheio de mercúrio. Em **(B)**, o mercúrio escorre dentro do tubo, deixando uma região com vácuo. Em **(C)**, a coluna de mercúrio se estabiliza com uma altura de 76 cm. Atenção: não é recomendável reproduzir esse experimento, pois o mercúrio é uma substância tóxica. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

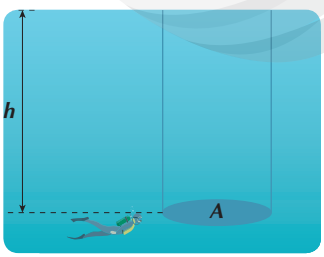


Figura 6.8 Mergulhador a uma certa profundidade *h*. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Pressão exercida por um líquido

Sabemos que um mergulhador, ao descer a uma certa profundidade no mar, sofre uma pressão maior do que na superfície, assim como, quando mergulhamos rapidamente em uma piscina, sentimos, às vezes até perceptivelmente aos ouvidos, um aumento na pressão exercida pela água. Por que a água aplica uma pressão cada vez maior à medida que estamos mais longe da superfície?

A explicação desse fato se dá pela pressão exercida pela coluna de água que se encontra acima do mergulhador (**Fig. 6.8**). Esse acréscimo da pressão, devido ao peso da coluna de água acima do ponto em questão, é chamado de **pressão hidrostática.**

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

MODERNA

Considerando um líquido em um recipiente, que esteja em equilíbrio, com densidade d e altura h, e que a base do recipiente tenha área A, podemos calcular a pressão a partir de:

$$p = \frac{F}{A} \therefore p = \frac{m \cdot g}{A}$$

A densidade é dada por $d = \frac{m}{V}$. Assim,

$$m = d \cdot V$$

Portanto, a pressão é dada por:

$$p = \frac{d \cdot V \cdot g}{A}$$

Como o volume é $V = A \cdot h$, temos para a área:

$$A = \frac{V}{h}$$

Logo, substituindo A na expressão da pressão, temos:

$$p = d \cdot g \cdot h$$

Assim, podemos afirmar que a pressão exercida pelo líquido sobre a base do recipiente depende da densidade d do líquido, da aceleração da gravidade g e da profundidade h.

Considere um submarino que está a 500 m de profundidade. Qual é a pressão hidrostática exercida pela água do mar sobre ele?

Considerando a densidade da água do mar igual a 1,02 g cm^{-3} e $g = 10$ m s^{-2} e convertendo a densidade da água do mar em kg m^{-3} temos $d_{mar} = 1.020$ kg m^{-3}.

Substituindo os valores de g e d, a pressão pode ser calculada como:

$p = d_{mar} \cdot g \cdot h \Rightarrow p = 1.020 \cdot 10 \cdot 500 \therefore p = 5{,}1 \cdot 10^6$ N m^{-2}

Note que essa é apenas a pressão da água do mar sobre o submarino, já que a pressão atmosférica não foi considerada.

Teorema de Stevin

Imagine uma pessoa parada na beira de uma piscina. Nesse momento, ela está sujeita apenas à pressão atmosférica. Ao mergulhar na piscina, além da pressão atmosférica, ela recebe a pressão da coluna de água sobre seu corpo.

Em suas pesquisas sobre a pressão dos líquidos, o físico e matemático belga Simon Stevin (1548-1620) concluiu que a pressão exercida por uma coluna de um determinado líquido depende da altura dessa coluna e da densidade do líquido. O teorema de Stevin, ou teorema fundamental da hidrostática, é utilizado até hoje para determinar a pressão em qualquer ponto de uma coluna de líquido e pode ser enunciado assim:

A pressão p em um ponto localizado a uma profundidade h, dentro de um líquido com densidade d, é igual à pressão atmosférica p_{atm} mais a pressão da coluna de líquido acima desse ponto.

A **Figura 6.9** ilustra essa situação. Matematicamente, temos:

$$p = p_{atm} + d \cdot g \cdot h$$

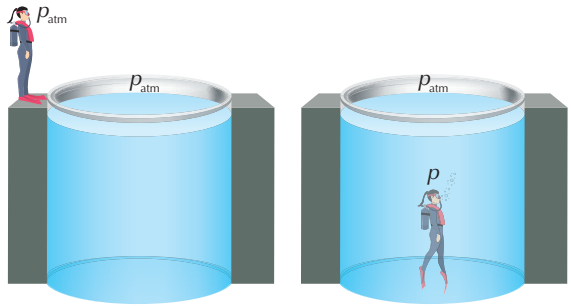


Figura 6.9 Fora do tanque, a mergulhadora recebe a ação da pressão atmosférica; dentro dele, ela recebe também a pressão da coluna de água do tanque. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Imagine agora uma mergulhadora profissional que está treinando apneia à profundidade h em um tanque de mergulho (**Fig. 6.10**). Se, durante o treino, ela alterar a profundidade do mergulho, ou seja, se ela se aproximar mais do fundo ou da superfície do tanque, provocará uma variação na pressão Δp sobre seu corpo.

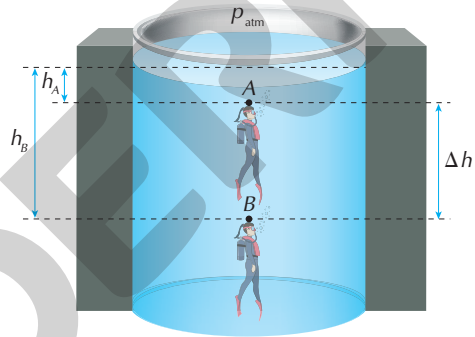


Figura 6.10 Ao alterar a profundidade do mergulho, a pressão sobre o corpo da mergulhadora também se altera. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Portanto, a variação da pressão Δp é dada por:

$\Delta p = p_B - p_A \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta p = p_{atm} - d \cdot g \cdot h_B - (p_{atm} - d \cdot g \cdot h_A) \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta p = d \cdot g \cdot (h_B - h_A) \therefore \Delta p = d \cdot g \cdot \Delta h$

Vasos comunicantes

Na **Figura 6.11**, temos cinco recipientes de formatos e volumes diferentes, mas ligados pela mesma base. Esse conjunto é chamado de **vasos comunicantes**. Observe que, como os líquidos estão submetidos à mesma pressão, a altura obtida em cada ramo é igual.

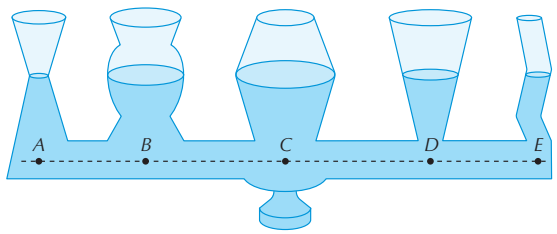


Figura 6.11 Nos vasos comunicantes, o líquido atinge a mesma altura em todos os vasos. Os pontos A, B, C, D e E estão sob a mesma pressão. (Cores-fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

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

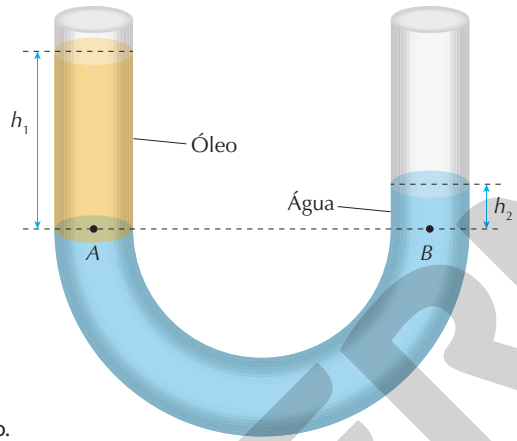
MODERNA

Em Física, os vasos comunicantes, geralmente em formato de U, são utilizados para estudo da pressão exercida por líquidos ou das relações entre densidades de líquidos imiscíveis, ou seja, que não se misturam. Ao despejar um líquido como a água em um tubo em formato de U e depois um segundo líquido como o óleo, que não se mistura com a água, a pressão no tubo em dois pontos, *A* e *B*, de mesma altura, é igual. Portanto, temos:

$$p_A = p_B \Rightarrow \cancel{p_{atm}} + d_A \cdot \cancel{g} \cdot h_A = \cancel{p_{atm}} + d_B \cdot \cancel{g} \cdot h_B$$

$$\therefore d_A \cdot h_A = d_B \cdot h_B$$

A expressão acima permite obter a relação entre as densidades dos líquidos em função das alturas obtidas para os líquidos no tubo em U (**Fig. 6.12**).



ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 6.12 Representação esquemática de tubo em formato de U com dois líquidos não miscíveis, como água e óleo.

Outra aplicação dos vasos comunicantes foi vista no Tema 5, em que um vaso em formato de U contém duas soluções com concentrações diferentes separadas por uma membrana semipermeável. Pelo processo de osmose, quando o sistema atinge o equilíbrio, há uma diferença de altura (desnível) Δh entre as duas soluções. Essa diferença de altura, multiplicada pela aceleração da gravidade e pela densidade da solução, nos dá a pressão osmótica ($\pi = d \cdot g \cdot \Delta h$).

As caixas-d'água (**Fig. 6.13**) colocadas no alto de residências para seu abastecimento são exemplo da aplicação do teorema de Stevin e de vasos comunicantes. Para a água fluir sem a necessidade de uma bomba de água, a caixa-d'água é sempre colocada a uma altura maior do que a das torneiras e canos.

A **Figura 6.14** mostra um sistema de vasos comunicantes.

Qual seria a ordem crescente da pressão nos pontos *A*, *B*, *C* e *D*?

Quanto maior a diferença de altura com relação ao nível da água da caixa-d'água, maior a pressão; logo:

$$p_A > p_B > p_C \text{ e } p_D = 0$$

JUNIOR ROZZO/ROZZO IMAGENS

Figura 6.13 As caixas-d'água são geralmente colocadas a uma altura maior do que a das torneiras e canos de uma residência.

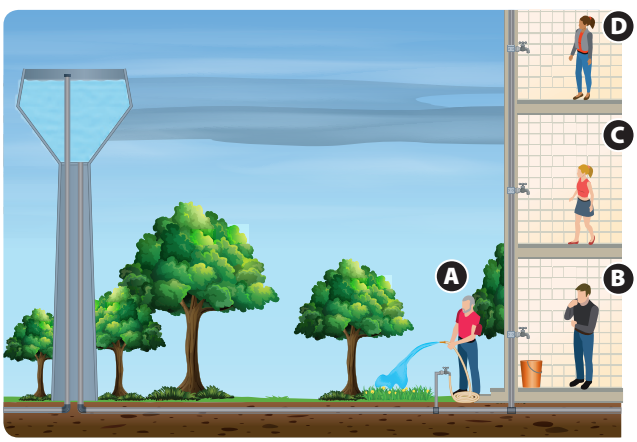


Figura 6.14 Representação esquemática de um prédio sendo abastecido por uma caixa-d'água. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

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

MODERNA

No ponto *D*, não há pressão, pois a água não pode alcançá-lo, já que está a uma altura maior do que a do nível da água na caixa-d'água.

Outra aplicação dos vasos comunicantes pode ser observada em eclusas (**Fig. 6.15 A**). As eclusas funcionam como elevadores para que grandes navios possam subir ou descer de nível. Veja o seu esquema de funcionamento na **Figura 6.15 B**.

DIEGO GRANDI/SHUTTERSTOCK

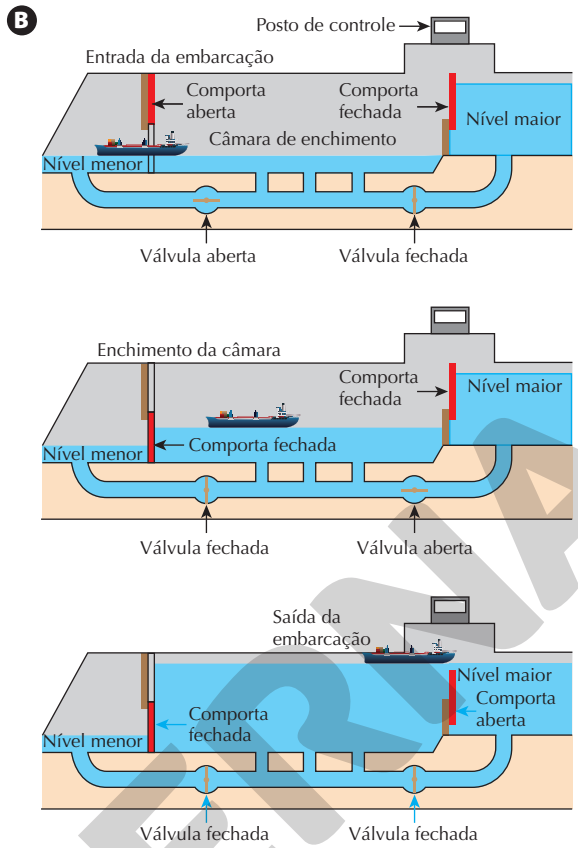


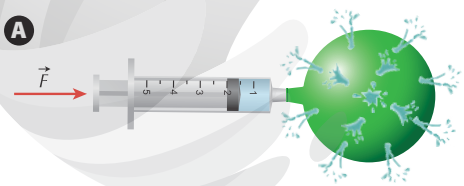
Figura 6.15 **(A)** Eclusa de Miraflores, no canal do Panamá, sem data. **(B)** Representação esquemática do funcionamento de uma eclusa. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Princípio de Pascal

O matemático e físico francês Blaise Pascal (1623-1662) realizou vários estudos sobre a pressão em líquidos. Ele foi responsável pelo enunciado de um princípio muito importante, que hoje é conhecido como princípio de Pascal:

Se um ponto qualquer de um fluido em equilíbrio passar por uma variação de pressão, essa variação será transmitida integralmente para todos os pontos do fluido.

Por exemplo, em uma seringa com água ligada a uma bexiga furada (**Fig. 6.16 A**), se uma força for aplicada para comprimir o êmbolo, a variação de pressão será transmitida para todos os pontos do fluido. Desse modo a água vazará por todos os furos da bexiga. Outro exemplo são sistemas de irrigação simples que podem ser construídos com uma mangueira perfurada (**Fig. 6.16 B**).



SORNRAM YAMTANOM/SHUTTERSTOCK

Figura 6.16 **(A)** Representação esquemática de seringa com água, ligada a uma bexiga furada. (Imagem sem escala; cores-fantasia.) **(B)** Mangueira perfurada sendo usada para irrigação.

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

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

MODERNA

Uma interessante aplicação do conceito de pressão ocorre em oficinas mecânicas e nos postos de combustíveis que utilizam elevadores hidráulicos para erguer os veículos ao fazer consertos ou trocar o óleo do motor.

Considerando a variação de pressão em dois pontos, *A* e *B*, de um líquido qualquer, temos:

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 \therefore \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Observe o esquema de um elevador hidráulico mostrado na **Figura 6.17**.

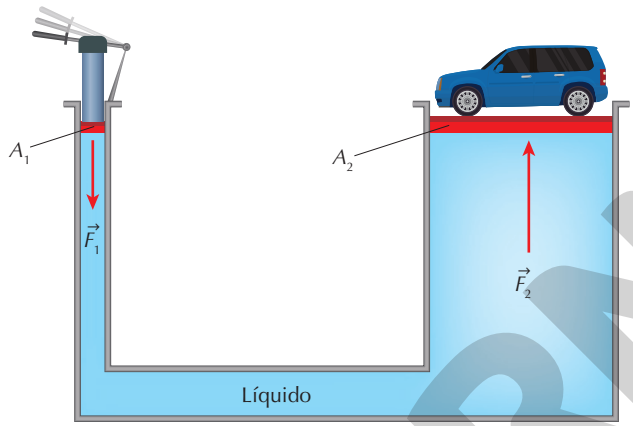


Figura 6.17 Representação esquemática de um elevador hidráulico. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

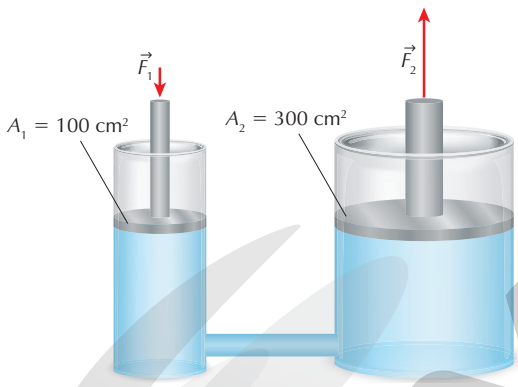


Figura 6.18 Representação esquemática de um elevador hidráulico. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Ao aplicar uma força $\vec{F}_1$ sobre o primeiro êmbolo, uma pressão é gerada e transferida ao segundo êmbolo, que é empurrado por uma força $\vec{F}_2$. Como $A_1 < A_2$, pelo princípio de Pascal, a força exercida sobre o segundo êmbolo é maior que a exercida sobre o primeiro. Assim, é possível levantar corpos de grande massa aplicando forças de pequena intensidade.

Considere a seguinte situação (**Fig. 6.18**), em que os êmbolos menor e maior de um elevador hidráulico têm área de 100 cm^2 e 300 cm^2, respectivamente. Uma força com intensidade de 50 N é exercida sobre o êmbolo menor, conforme mostra a figura ao lado.

Para que o sistema seja mantido em equilíbrio estático, qual deve ser a intensidade de $\vec{F}_2$? E para o êmbolo maior subir até a altura de 1 m, quanto o êmbolo menor deve descer?

Em unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI) temos que $A_1 = 100 \cdot 10^{-4}\ m^2$ e $A_2 = 300 \cdot 10^{-4}\ m^2$.

Pelo princípio de Pascal, podemos calcular a intensidade de $\vec{F}_2$ como:

$$\frac{F_1}{A_2} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \frac{50\ N}{100 \cdot 10^{-4}\ m^2} = \frac{F_2}{300 \cdot 10^{-4}\ m^2}$$

$$\therefore F_2 = 150\ N$$

Para calcular quanto o êmbolo menor deve descer para que o êmbolo maior suba 1 m, devemos considerar que o volume deslocado pelo êmbolo menor é igual ao volume deslocado pelo êmbolo maior.

Assim, a altura (h_1) que o êmbolo menor deve descer pode ser calculada como:

$$V_1 = V_2 \Rightarrow h_1 \cdot A_1 = h_2 \cdot A_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h_1 \cdot 100 \cdot 10^{-4}\ m^2 = 1 \cdot 300\ m \cdot 10^{-4}\ m^2 \therefore h_1 \cdot 3\ m$$

MODERNA

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

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Carneiro hidráulico

Vimos que a caixa-d'água é geralmente colocada a uma altura maior do que a das torneiras ou canos que fazem a distribuição da água em uma residência. E quando não é possível elevar o reservatório de água? Nesse caso, o abastecimento pode ser feito por diversos dispositivos, como bombas de água. Um dispositivo interessante, autônomo, que não requer consumo de energia elétrica para bombear água é o chamado carneiro hidráulico; para entender o seu funcionamento podemos visualizar a **Figura 6.19**.

ERICSON GUILHERME LUCIANO

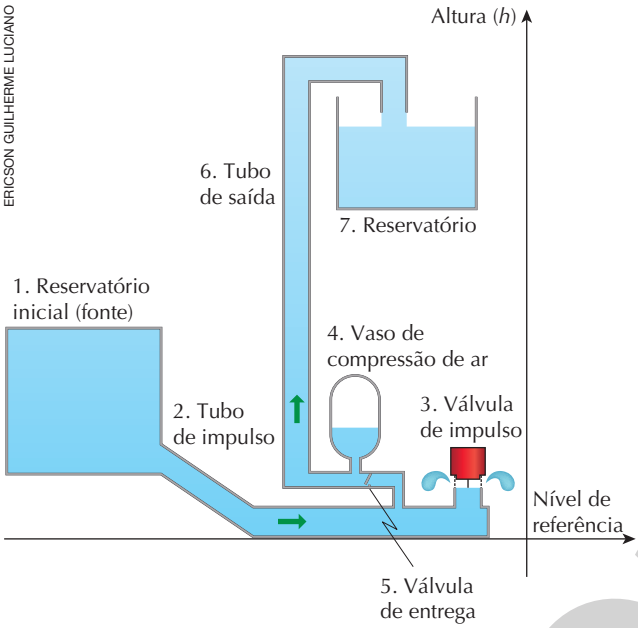


Figura 6.19 Representação esquemática de enchimento de um reservatório usando um carneiro hidráulico. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Inicialmente, a válvula de impulso (3) encontra-se aberta (ou, nesse caso, abaixada), devido ao seu próprio peso. Já a válvula de entrega (5) encontra-se fechada devido ao peso da coluna de água no tubo de saída (6) que desemboca no reservatório (7). Quando a água proveniente do reservatório inicial ou fonte (1) começa a fluir no tubo de impulso (2), ocorre o fechamento da válvula de impulso, o que leva a um aumento de pressão no interior desse tubo, fenômeno conhecido como **golpe de aríete**. Esse aumento de pressão causa a abertura da válvula de entrega, fazendo com que a água flua pelo tubo de saída indo até o reservatório. Esse fluxo, no entanto, diminui gradativamente, já que a água está fluindo para um reservatório acima do nível inicial, até o momento no qual o fluxo de água se inverte e fecha novamente a válvula de entrega. Nesse instante, o fluxo de água no tubo de impulso cessa, o que leva à reabertura da válvula de impulso, reiniciando todo o processo. O vaso de compressão de ar (4) serve para amortecer o golpe de aríete, proporcionando um fluxo de água mais estável, o que melhora a eficiência do carneiro hidráulico.

Veja na **Figura 6.20** um carneiro hidráulico.

ÉLCIO PEDRÃO/EPAGRI

Figura 6.20 Carneiro hidráulico simples, sem o vaso de compressão de ar.

Empuxo e teorema de Arquimedes

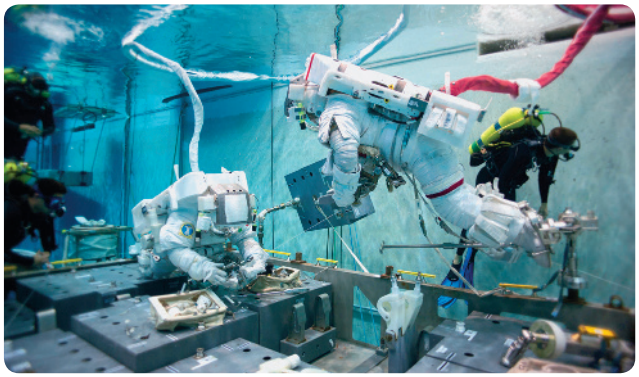
Como um grande navio (**Fig. 6.21**), com centenas de milhares de toneladas, se mantém na superfície da água?

ALBERTO BRANDAO LOURO/ SHUTTERSTOCK

Figura 6.21 Navio na superfície da água (Grande Cayman, 2017).

O navio, com todo o seu peso, não afunda porque a água aplica nele uma força vertical para cima. Essa força, aplicada pela água em corpos submersos ou parcialmente submersos, é denominada **empuxo** $(\vec{E})$. É o empuxo que nos dá a sensação de parecermos mais leves quando dentro da água.

No Laboratório de Flutuação Neutra, na Nasa, astronautas simulam uma situação com o peso aparente menor (**Fig. 6.22**). Nessa situação o empuxo aplicado pela água, para cima, tem a mesma intensidade que o peso do astronauta, fazendo-o flutuar.



NBL/BILL BRASSARD/KELLY RIVES/LAUREN HANSEN TERRY VIRTS/NASA/ALAMY/FOTOARENA

Figura 6.22 Treinamento de astronautas da Nasa embaixo da água.

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

MODERNA

Acredita-se que os primeiros estudos sobre o empuxo foram realizados pelo matemático, físico, engenheiro, inventor e astrônomo grego Arquimedes de Siracusa (287 a.C.-212 a.C.), um dos principais filósofos da natureza da Antiguidade. Em seus estudos, Arquimedes notou que, quando um corpo é submergido em um líquido, o volume de líquido deslocado é igual ao volume do corpo. O **teorema de Arquimedes** pode ser enunciado da seguinte maneira:

Um corpo imerso, total ou parcialmente, em um líquido recebe a ação de uma força vertical dirigida para cima, que tem intensidade igual ao peso do líquido deslocado.

Assim, podemos considerar que a intensidade da força de empuxo $(\vec{E})$ é igual à intensidade da força peso $(\vec{P})$ do líquido deslocado:

$$E = P \therefore E = m_{\text{líq desl}} \cdot g$$

em que $m_{\text{líq desl}}$ é a massa do líquido deslocado.

Considerando que o líquido tem densidade d_F e que foi deslocado um volume $V_{\text{líq desl}}$ e lembrando que a densidade é dada por $d_F = \dfrac{m_{\text{líq desl}}}{V_{\text{líq desl}}}$, temos:

$$E = m_{\text{líq desl}} \cdot g \therefore E = d_F \cdot V_{\text{líq desl}} \cdot g$$

De acordo com a expressão obtida, o empuxo é diretamente proporcional à densidade do líquido e ao volume deslocado.

Na figura a seguir, podemos analisar o que ocorre quando um corpo com peso P_C e densidade d_C é totalmente imerso em um recipiente com um líquido de densidade d_F, se $E = P_C$ (**Fig. 6.23 A**), $E > P_C$ (**Fig. 6.23 B**) e $E < P_C$ (**Fig. 6.23 C**).

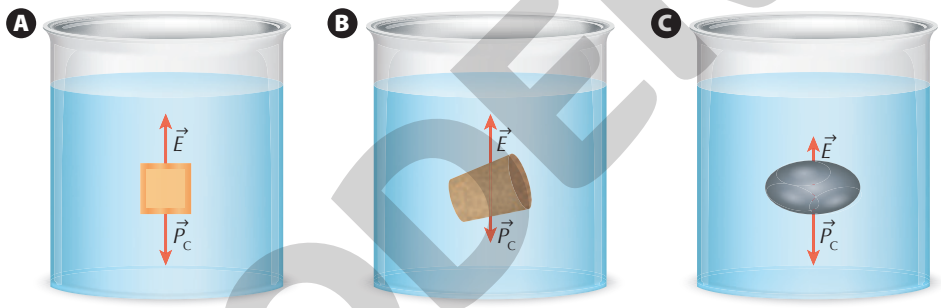


Figura 6.23 Em **(A)**, o corpo permanece em equilíbrio se $E = P_C$. Em **(B)**, o corpo vai para a superfície se $E > P_C$. Em **(C)**, o corpo vai para o fundo do recipiente se $E < P_C$. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Imagine que uma esfera de ferro maciço com 10 cm de diâmetro esteja totalmente imersa em óleo de cozinha de densidade $d_{\text{óleo}} = 0{,}9\ \text{g cm}^{-3}$. Qual é o empuxo sobre a esfera? (Considere $g = 10\ \text{m s}^{-2}$.)

Como a esfera está totalmente imersa, o volume de óleo deslocado ($V_{\text{óleo}}$) é igual ao volume da esfera (V_{esfera}). O volume da esfera pode ser calculado como:

$$V_{\text{óleo}} = V_{\text{esfera}} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left(\frac{0{,}10\ \text{m}}{2}\right)^3 \therefore V_{\text{óleo}} = V_{\text{esfera}} \simeq 5{,}2 \cdot 10^{-4}\ \text{m}^3$$

A densidade do óleo em kg m^{-3} é dada por:

$$d_{\text{óleo}} = 0{,}9\ \text{g cm}^{-3} \Rightarrow d_{\text{óleo}} = 9 \cdot 10^2\ \text{kg m}^{-3}$$

Logo, o empuxo do óleo sobre a esfera é:

$$E = d_{\text{óleo}} \cdot V_{\text{óleo}} \cdot g \Rightarrow E = 9 \cdot 10^2\ \text{m}^{-3} \cdot 5{,}2 \cdot 10^{-4}\ \text{m}^{-3} \cdot 10\ \text{m s}^{-2} \therefore E = 4{,}7\ \text{N}$$

Vamos retomar o caso do *iceberg*, que flutua nos oceanos. Que fração do volume total do *iceberg* estaria submersa? Para fazer o cálculo, considere a densidade do gelo como 0,92 g cm^{-3} e a densidade da água igual a 1 g cm^{-3}.

Quando em equilíbrio, o módulo do empuxo exercido no *iceberg* é igual ao módulo do seu peso; portanto:

$$E = P \Rightarrow d_{\text{água}} \cdot V_{\text{imerso}} \cdot \cancel{g} = m_{iceberg} \cdot \cancel{g} \Rightarrow d_{\text{água}} \cdot V_{\text{imerso}} = d_{iceberg} \cdot V_{iceberg} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 1\ \text{g cm}^{-3} \cdot V_{\text{imerso}} = 0{,}92\ \text{g cm}^{-3} \cdot V_{iceberg} \therefore V_{\text{imerso}} = 0{,}92 \cdot V_{iceberg}$$

Logo, a parte submersa corresponderia a 90% do volume total do *iceberg*.

Fique por dentro

Densímetro de baixo custo

LABURÚ, C. E.; JÚNIOR, J. B. D.; FERREIRA, N. C. *Física na Escola*, v. 3, n. 1, 2002.

Veja como construir um densímetro, instrumento para medir a densidade dos líquidos.

Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol3/Num1/a06.pdf>.

Sob pressão

Com esse simulador, você pode variar a pressão aplicada em um fluido. É possível alterar parâmetros como a gravidade, a densidade do fluido, a forma do recipiente e o volume.

Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/under-pressure/latest/under-pressure_pt_BR.html>.

Acessos em: 21 jan. 2020.

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

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

MODERNA

Atividades

Registre em seu caderno

1. Ao viajar de avião ou ao descer uma serra em um veículo, algumas pessoas relatam que sentem suas orelhas "tamparem". Explique esse fato com base no conceito de pressão.

2. Um barril cilíndrico de 2 m de altura contém gasolina comum de densidade 0,720 kg L^{-1}. A base do barril está paralela ao chão e sua área é igual a 0,75 m^2. Qual é a massa da gasolina?

3. Determine o valor da pressão nos dois casos a seguir. (Considere $g = 10\ m\ s^{-2}$.)

a) Uma pessoa descalça com massa de 80 kg e área de apoio dos pés de 150 cm^2.

b) Uma pessoa com massa de 60 kg com calçados especiais para neve e área de apoio de 600 cm^2.

4. O mar Morto é um lago no Oriente Médio que tem um alto índice de salinidade. Por que uma pessoa consegue flutuar com mais facilidade nele do que em outro lago com menor salinidade?

5. (Enem) Um consumidor desconfia que a balança do supermercado não está aferindo corretamente a massa dos produtos. Ao chegar à casa, resolve conferir se a balança estava descalibrada. Para isso, utiliza um recipiente provido de escala volumétrica, contendo 1,0 litro d'água. Ele coloca uma porção dos legumes que comprou dentro do recipiente e observa que a água atinge a marca de 1,5 litro e também que a porção não ficará totalmente submersa, com $\frac{1}{3}$ de seu volume fora d'água. Para concluir o teste, o consumidor, com ajuda da internet, verifica que a densidade dos legumes, em questão, é a metade da densidade da água, onde, $d_{água} = 1\ g\ cm^{-3}$. No supermercado, a balança registrou a massa da porção de legumes igual a 0,500 kg (meio quilograma).

Considerando que o método adotado tenha boa precisão, o consumidor concluiu que a balança estava descalibrada e deveria ter registrado a massa da porção de legumes igual a:

a) 0,073 kg **c)** 0,250 kg **e)** 0,750 kg

b) 0,167 kg **d)** 0,375 kg

6. Mergulhando a 0,5 m de profundidade em uma piscina, em uma banheira ou em um rio, os valores de pressão aos quais o mergulhador estará submetido serão iguais? Explique.

7. Uma pessoa exerce uma força de 25 N sobre o êmbolo de uma seringa que contém um fluido. O êmbolo tem área de $10^{-4}\ m^2$. Apesar da força aplicada, o fluido não escapa. Qual é a pressão dentro da seringa?

8. Neste momento, existe uma força de empuxo atuando sobre você? Se existe, o que a causa e por que você não está flutuando?

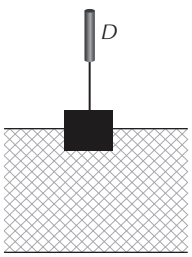
9. A bexiga natatória dos peixes é um órgão que os auxilia a emergir, submergir e permanecer parados dentro da água. Pesquise como ela funciona e auxilia os peixes a executar as ações descritas anteriormente.

10. (UFPR) Com o objetivo de encontrar grande quantidade de seres vivos nas profundezas do mar, pesquisadores utilizando um submarino chegaram até a profundidade de 3.600 m no platô de São Paulo. A pressão interna no submarino foi mantida igual à pressão atmosférica ao nível do mar. Considere que a pressão atmosférica ao nível do mar é de $1{,}0 \times 10^5\ N\ m^{-2}$, a aceleração da gravidade é $10\ m\ s^{-2}$ e que a densidade da água seja constante e igual a $1{,}0 \times 10^3\ kg\ m^{-3}$. Com base nos conceitos de hidrostática, assinale a alternativa que indica quantas vezes a pressão externa da água sobre o submarino, naquela profundidade, é maior que a pressão no seu interior, se o submarino repousa no fundo do platô.

a) 10. **c)** 361. **e)** 72.000.

b) 36. **d)** 3.610.

11. (Enem) Em um experimento realizado para determinar a densidade da água de um lago, foram utilizados alguns materiais conforme ilustrado: um dinamômetro *D* com graduação de 0 N a 50 N e um cubo maciço e homogêneo de 10 cm de aresta e 3 kg de massa. Inicialmente, foi conferida a calibração do dinamômetro, constatando-se a leitura de 30 N quando o cubo era preso ao dinamômetro e suspenso no ar. Ao mergulhar o cubo na água do lago, até que metade do seu volume ficasse submersa, foi registrada a leitura de 24 N no dinamômetro.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Considerando que a aceleração da gravidade local é de $10\ m\ s^{-2}$, a densidade da água do lago, em $g\ cm^{-3}$, é:

a) 0,6. **c)** 1,5. **e)** 4,8.

b) 1,2. **d)** 2,4.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

MODELO

Reflexões sobre a ciência

Por dentro da BNCC

Competência geral: 2; 7

Habilidades: EM13CNT301; EM13LP28

Como a metodologia científica pode ajudar na solução de um problema de sua comunidade?

Reflita sobre a questão acima e registre suas ideias. Em seguida, leia o texto e responda às questões.

Nesta Unidade, você teve a oportunidade de se aproximar dos conhecimentos que envolvem um problema atual e que será mais acentuado no futuro do século XXI: a falta de água potável para o consumo da população.

No ano de 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) promulgou a Agenda 2030, com 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que definem prioridades a serem adotadas pelos governos, empresas e sociedade civil nos 15 anos seguintes, visando o enfrentamento das dificuldades que assolam o planeta. Os objetivos 6 e 14 dos ODS se referem exclusivamente à água; outros deles apresentam estreita relação com esse recurso natural.

Desde o fim do século XX, muitas pessoas têm direcionado esforços para estudar e entender alguns problemas relacionados à água no nosso planeta e propor soluções. E não pense que essas pessoas são exclusivamente homens e mulheres de jaleco branco que trabalham em laboratórios de pesquisa. Parte desses trabalhos é desenvolvida por crianças, adolescentes e jovens, com seus professores, em projetos de investigação e inovação de ação local, em suas escolas, bairros ou comunidades.

Para incentivar cada vez mais a participação de novos cientistas, tivemos, em nosso país, a criação de feiras e encontros de estudantes que selecionam e premiam os trabalhos mais inovadores, como a Feira Brasileira de Ciência e Engenharia (Febrace) e o Prêmio Jovem Cientista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Nesses eventos, a cada ano, o número de participantes que têm seus trabalhos relacionados com a questão hídrica é crescente e, acertadamente, esses trabalhos são finalistas e premiados. Mais recentemente, desde 2017, acontece a edição brasileira do Prêmio Jovem da Água de Estocolmo, evento exclusivo para propor soluções para as questões e os problemas relacionadas a essa temática.

Todo o trabalho de pesquisa científica começa com um questionamento ou com um problema a ser resolvido; as possíveis respostas e soluções são chamadas de hipóteses. Uma vez definidas as hipóteses, as pesquisas que serão efetuadas apresentam diferentes características, pois podem explorar, descrever ou explicar o tema.

As **pesquisas exploratórias**, geralmente, são realizadas por meio de um levantamento bibliográfico a respeito do que já se sabe sobre o tema. Um dos objetivos desse tipo de pesquisa é trazer maior conhecimento relacionado com a questão-problema, ajudando, inclusive, na construção da hipótese a ser estudada. Todos os cientistas, nas diversas áreas do conhecimento, realizam pesquisas exploratórias em seus trabalhos, e, quando elas são publicadas para divulgação, são chamadas de revisão ou estudo de caso. Um exemplo de pesquisa

REPRODUÇÃO/ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU)

Fonte: ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Transformando nosso mundo*: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 29 abr. 2020.

Continua

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

exploratória é o levantamento de informações históricas referentes ao acesso da população brasileira a serviços de saneamento básico desde a época do Brasil Colônia até as duas primeiras décadas do século XXI.

As **pesquisas descritivas** são realizadas por meio do levantamento de dados a partir de questionários ou observação direta e sistemática do objeto de estudo e buscam descrever uma característica em um grupo, relacionar informações e determinar a origem dessas relações. Pesquisadores das Ciências da Saúde e das Ciências Sociais utilizam muito esse tipo de pesquisa. Como exemplo, temos as pesquisas de intenção de voto, que permitem não só identificar uma tendência sobre o candidato que receberá o maior número de votos, como também relacionar a preferência do eleitorado com base em fatores sociais como renda *per capita*, idade e gênero.

As **pesquisas explicativas** são, geralmente, experimentais, e é por isso que os pesquisadores das áreas das Ciências da Natureza são adeptos dessa modalidade. O objetivo principal desse tipo de pesquisa é explicar, a partir de uma situação controlada, o porquê de determinado fenômeno e que relações existem entre as variáveis que o condicionam, proporcionando um conhecimento da realidade mais aprofundado. Como exemplo, podemos citar um estudo que tenha o objetivo de esclarecer como um fármaco atua no organismo de um grupo selecionado de indivíduos, promovendo melhorias na saúde, e quais são as contraindicações do medicamento formulado.

Apesar de parecerem caminhos independentes, é muito comum que um projeto de pesquisa contemple diferentes etapas e, em cada uma delas, uma das modalidades de pesquisa seja empregada. O exemplo abaixo apresenta a pesquisa realizada por um estudante do Ensino Médio para melhorar a qualidade de vida da comunidade ribeirinha de sua região.

Entendendo e trabalhando conhecimentos

Em 2013, o estudante paraense Edivan Nascimento Pereira foi o vencedor do Prêmio Jovem Cientista na categoria Ensino Médio com o trabalho intitulado "Carvão do caroço de açaí (*Euterpe oleracea*) ativado quimicamente com hidróxido de sódio (NaOH) e sua eficiência no tratamento da água para o consumo". Veja o que o jovem disse em uma entrevista sobre sua motivação para a realização da pesquisa:

> "Juntamos a questão da falta de água potável com a forma inadequada de descarte do caroço do açaí. O questionamento partiu do que poderíamos melhorar na qualidade de vida das populações ribeirinhas do Rio Moju".

Fonte: CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. *CNPq anuncia vencedores do XXVII Prêmio Jovem Cientista*, 19 nov. 2013. Disponível em: <http://www.cnpq.br/web/guest/noticiasviews/-/journal_content/56_INSTANCE_a6MO/10157/1359879>. Acesso em: 29 abr. 2020.

A pesquisa conduzida pelo estudante foi composta de três frentes principais:

a) Relacionar as características desejáveis do carvão ativado com base na matéria-prima e no método de ativação utilizados.

b) Investigar a origem da água consumida pela população, a percepção dos indivíduos acerca da importância do consumo de água tratada para a saúde e as formas de tratamento de água comumente empregadas por eles.

c) Avaliar a eficiência do carvão ativado de açaí com base na análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água antes e depois do tratamento com esse material.

Atividades

Registre em seu caderno

1. Classifique as três frentes da pesquisa de Edivan por tipo: exploratória, descritiva ou explicativa. Justifique sua escolha.
2. O que se pode afirmar sobre a relação da pesquisa exploratória com as demais?
3. Retome os registros feitos no início desta seção. Com base neles e em uma situação-problema de sua comunidade, sugira como você poderia usar um dos tipos de pesquisa estudados para buscar soluções para ela.

Para saber mais sobre a Agenda 2030 e os ODS, acesse o *site* disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 29 abr. 2020.

Fonte consultada: GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

Pensamento crítico e argumentação

Registre em seu caderno

Tempestade ou Gota d'água? Os argumentos de um debate sobre a usina hidrelétrica de Belo Monte

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 4; 5; 7; 9

Habilidades: EM13CNT106; EM13CNT303; EM13CNT310; EM13CHS302; EM13LP44

Nas últimas décadas, o advento da internet transformou a nossa relação com a informação. Atualmente, as pessoas consomem e também produzem conteúdos rapidamente por meio de *sites* e plataformas de interação digital e social.

Continua

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

MODERNA

Com tantas informações, argumentos são usados de diferentes formas, podendo influenciar escolhas individuais, seja convidando as pessoas a se posicionar ou persuadindo-as a consumir e a interagir. É justamente por estarem presentes no cotidiano que é preciso saber reconhecer, interpretar e usar argumentos. Quanto à forma, de acordo com alguns autores, os argumentos são compostos de dado, conclusão e justificativas. É importante estar atento à qualidade das informações que compõem as diferentes partes dos argumentos.

Para exercitar como avaliar a qualidade de argumentos, vamos nos concentrar em alguns tipos de estratégias argumentativas frequentemente usadas em meios publicitários. Algumas delas incorporam estereótipos (como de cultura, gênero, raça ou classe social) para a construção de argumentos considerados tendenciosos ou enviesados, visto que podem refletir uma visão incompleta da realidade. Consideraremos o caso da construção de uma usina hidrelétrica como exemplo do uso da argumentação em tempos da cultura participativa na internet.

Em 2011, o movimento *Gota d'água* produziu um vídeo contra a construção da hidrelétrica de Belo Monte, localizada no norte do estado do Pará, na bacia do rio Xingu. Alguns dias após a publicação desse vídeo, um outro, intitulado *Tempestade em Copo d'água,* foi elaborado por estudantes de Economia e Engenharia da Unicamp, universidade pública do Estado de São Paulo, como resposta. Com um formato semelhante, a segunda produção tinha o objetivo de negar os argumentos do primeiro vídeo, trazendo argumentos contrários. Pouco tempo depois, outro vídeo com contra-argumentos, chamado *Verifique os fatos – Belo Monte,* foi publicado por estudantes da Universidade de Brasília.

Em grupo, siga a orientações para realizar as atividades a seguir.

1. Assistam ao vídeo *É a gota d'água +10* (05:08), disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=DIpAbXsWH7U> (acesso em: 29 abr. 2020), e respondam às seguintes questões.

a) Para quem o vídeo foi feito?

b) Quanto às falas, quais são as fontes de evidências das informações? Há fontes disponíveis na descrição do vídeo?

c) Como a narrativa está sendo contada?

d) A narrativa seria diferente se outras pessoas estivessem falando? Por exemplo, o dono de uma empreiteira, um agricultor, uma família da bacia do Xingu, um representante do poder executivo? Justifique.

e) Quais são os indícios de que o espectador pode confiar nas pessoas que aparecem no vídeo? Por que você acha que isso seria importante no contexto da campanha?

2. Assistam ao vídeo *Verifique os fatos – Belo Monte* (07:17), disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=feG2ipL_pTg> (acesso em: 29 abr. 2020), e respondam às questões.

a) Quanto às falas, quais são as fontes de evidências das informações? Há fontes disponíveis na descrição do vídeo?

b) Quais são os indícios de que a pessoa que assiste ao vídeo pode confiar no que está sendo falado?

A qualidade dos argumentos também está associada ao conceito de *credibilidade*. Embora possa ser subjetiva dependendo da área do conhecimento a que nos referimos (Ciências, Jornalismo, Negócios etc.), a ideia de credibilidade está associada a quanto uma fonte ou uma mensagem pode ser confiável. Nas Ciências da Natureza, a credibilidade depende de quanto as práticas de pesquisa estão alinhadas aos princípios científicos, que incluem transparência e rigor envolvendo desde o cuidado com a coleta e análise dos dados até a avaliação por pares para as publicações científicas.

3. Considerando a ideia de credibilidade científica e refletindo sobre as respostas dadas por seu grupo às questões anteriores, podemos dizer que os vídeos analisados estão preocupados com a credibilidade dos argumentos? Por quê? Citem ao menos um dado apresentado em cada um dos vídeos e avaliem como ele foi usado para justificar o ponto de vista que se deseja defender.

4. Agora que vocês assistiram aos vídeos, organizem os argumentos usados em cada um deles para persuadir o espectador contra a construção da usina hidrelétrica de Belo Monte ou a favor dela.

a) Elaborem uma lista com as estratégias de persuasão presentes nos vídeos. Procurem observar não apenas o uso das palavras, mas outras escolhas e estratégias audiovisuais que são usadas ao longo dos vídeos. Notem, por exemplo, o tom de voz usado, a existência de trilha sonora, o uso de recursos audiovisuais, a forma de apresentação das informações, a emoção evocada no telespectador.

b) Quais argumentos foram usados para atrair a atenção do público-alvo? Procurem identificar como as palavras foram usadas para induzir o espectador a se convencer de uma ideia e como elas se relacionam com os argumentos apresentados. Citem pelo menos um argumento de cada um dos vídeos para ilustrar a resposta.

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

MOBERNA

A realização das atividades desta seção depende do acesso e da visualização de dois vídeos disponíveis na internet. Caso a escola não tenha disponibilidade de dispositivos digitais e/ou acesso à internet, é possível pedir aos estudantes que assistam aos vídeos anteriormente à aula.

Continua

c) Vocês consideram que esses recursos audiovisuais de persuasão estão presentes no cotidiano? Deem um exemplo.

A usina hidrelétrica de Belo Monte foi oficialmente inaugurada em 2016. Os debates acerca dos impactos de sua construção e funcionamento, no entanto, continuam. Em outubro de 2019, a *Revista Fapesp* publicou uma matéria com uma série de dados que podem ser confrontados com as informações a que você teve acesso nos vídeos.

5. Considere o texto *As águas vão rolar*, disponível em <https://revistapesquisa.fapesp.br/energia-insustentavel/> (acesso em: 29 abr. 2020), e as discussões sobre credibilidade e estratégias de persuasão para responder às questões abaixo.

a) Após a leitura, é o momento de o grupo se posicionar quanto à problemática apresentada. Escrevam um texto respondendo à seguinte questão: *a construção e o funcionamento da usina hidrelétrica de Belo Monte representam a "gota d'água" ou são apenas "tempestade em copo d'água"?* Informem com clareza qual é o argumento defendido, usando o texto como fonte de citação para embasá-lo.

b) Agora que vocês têm clareza do argumento a ser defendido, precisam refletir sobre quais recursos teriam usado para divulgar o argumento de vocês na época da construção da usina. Criem um vídeo de até 3 minutos incorporando diferentes recursos para convencer os receptores.

Comunicação

Registre em seu caderno

Reúnam-se em grupo e realizem uma pesquisa sobre campanhas de consumo consciente da água com o intuito de evitar o desperdício, reduzir o consumo e reaproveitar esse recurso. Levantem os pontos positivos e negativos das campanhas pesquisadas. As alternativas que vocês pensaram para a redução do consumo diário vão ao encontro das campanhas pesquisadas? Vocês pensaram em novas alternativas para evitar o desperdício e diminuir o consumo?

Com base nessa análise e nos conhecimentos construídos ao longo da Unidade, criem uma **campanha publicitária** inovadora que será veiculada nas redes sociais. Vocês devem considerar que esse é um gênero textual desenvolvido para promover um produto ou uma ideia utilizando ferramentas discursivas, como imagens atrativas e linguagem simples. Os textos costumam ser curtos, bem-humorados, irônicos ou criativos, usando verbos no imperativo, figuras de linguagem, adjetivos e vocativos escolhidos em função do público-alvo. Lembrem-se de utilizar *hashtags* para expandir o alcance do conteúdo produzido, tornando-o mais conhecido. Combinem com o professor o número de integrantes do grupo, o cronograma, o prazo de entrega do produto (incluindo a possiblidade de uma ou mais entregas intermediárias) e a forma de avaliação.

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 4; 5; 7; 9

Habilidades: EM13CNT302; EM13CHS304; EM13LP18

Revise e amplie!

Registre em seu caderno

Agora que o trabalho com a Unidade foi finalizado, é o momento de autoavaliar seu aprendizado e identificar novos interesses para continuar aprendendo. Para tanto, reflita sobre as questões abaixo.

- O que eu aprendi sobre a temática água?
- O que mais eu gostaria de saber sobre essa temática?

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

MODERNA

UNIDADE 2

Produção e conservação de alimentos

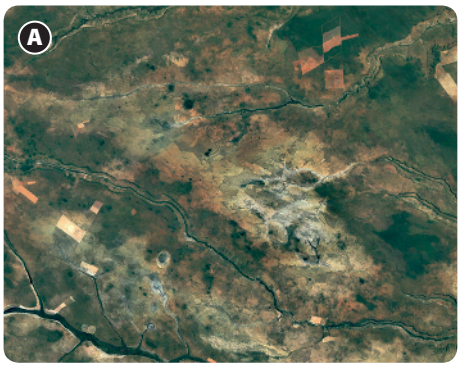
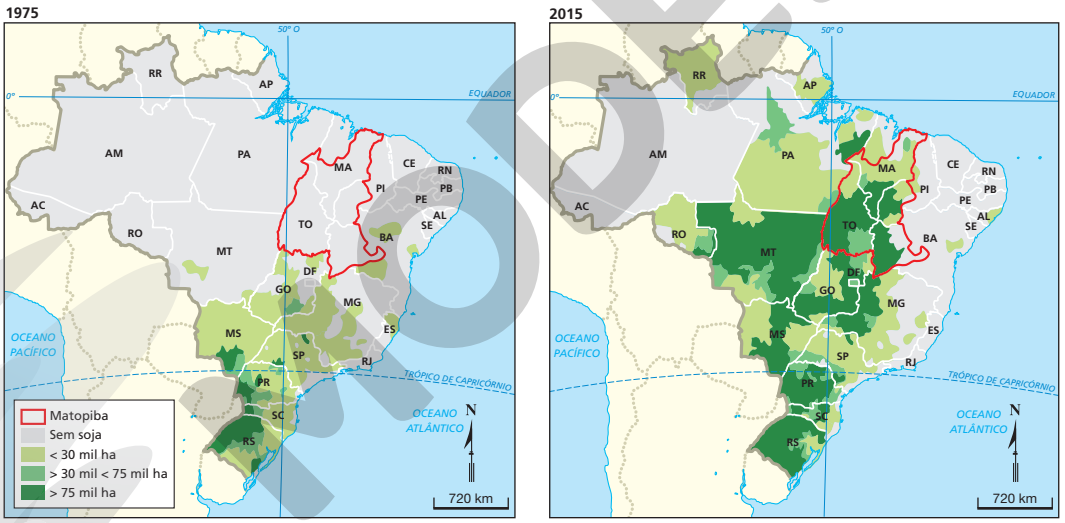


IMAGE LANDSAT/COPERNICUS/GOOGLE EARTH

IMAGE LANDSAT/COPERNICUS. IMAGE© 2020 MAXAR TECHNOLOGIES. IMAGE ©2020 CNES/AIRBUS/GOOGLE EARTH

Imagens de satélite do município de Luís Eduardo Magalhães (BA), um dos pioneiros da recente fronteira agrícola nacional, em **(A)** 1984, com vegetação nativa, e **(B)** 2016, com áreas de cultivo intensivo.

Áreas destinadas à produção de soja no Brasil em 1975 e 2015



JOSÉ FERNANDO FERREIRA

Fonte consultada: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Produção Agrícola Municipal*. Elaboração: Niederle e Wesz Jr., 2018. Disponível em: <https://tunesambiental.com/2019/06/07/fronteira-agricola-brasileira-matopiba-e-a-ameaca-a-sustentabilidade/>. Acesso em: 12 maio 2020.

A região do Matopiba, onde se encontra o município de Luís Eduardo Magalhães (BA), mostrado nas imagens de satélite, compreende terras da confluência de Maranhão (MA), Tocantins (TO), Piauí (PI) e Bahia (BA), engloba parte dos biomas Cerrado, Amazônia e Caatinga e responde por grande parte da atual produção brasileira de soja. Por um lado, há uma tendência de aumento da demanda na produção de alimentos, fibras e biocombustíveis, em razão do crescimento populacional mundial e do comportamento dos preços dos alimentos, tanto nacionalmente quanto em termos internacionais. Por outro lado, há limitadores para a expansão da área cultivada, tendo em vista o aumento no preço das terras e a necessidade de preservação de áreas naturais, solos e água. Portanto, cada vez mais, se faz necessário melhorar a produtividade agrícola, produzindo mais por hectare e tornando a produção agrícola sustentável. Nesse sentido, o desenvolvimento científico-tecnológico tem muito a contribuir. De acordo com estudos conduzidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em 2018, no período entre 1975 e 2015 os avanços tecnológicos foram responsáveis por 59% do crescimento do valor bruto da produção agrícola.

- Analise os elementos presentes nas imagens e explique de que maneira as fotografias corroboram os dados apresentados no mapa e na legenda. Em seguida, comente sua percepção sobre a contribuição dos avanços científico-tecnológicos na intensificação e na sustentabilidade das produções agrícolas.

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

Por que ordenamos a Unidade dessa forma?

A humanidade precisa comer. Com o crescimento da população mundial, a quantidade de alimentos a ser produzida, armazenada, distribuída e consumida é cada vez maior.

Produzir alimento causa um gigantesco impacto ambiental. No Tema 1, vamos entender como a expansão da fronteira agrícola está relacionada à degradação dos biomas brasileiros. Veremos por que há tantas pesquisas focadas em desenvolver melhores métodos de conservação de alimentos, como os apresentados nos Temas 2 e 3.

Grande parte do alimento consumido vem das plantas; por isso, é fundamental compreender como se dá a adequação dos métodos de cultivo empregados à fisiologia das plantas para o aumento da produtividade agrícola, no Tema 4. Alinhado a isso, o Tema 5 discute a produção de fertilizantes, em especial os nitrogenados, importantíssimos no manejo do solo. Monitorar e obter dados de grandes áreas agrícolas e ambientais é outra tarefa essencial para o aumento da eficência do uso da terra, assim, o Tema 6 permite entender como os satélites vêm sendo utilizados para essa finalidade.

Finalizando esta Unidade, há seções que integram os conceitos básicos das Ciências da Natureza, permitindo o desenvolvimento de aspectos do fazer ciência, da argumentação e do pensamento crítico baseados em fatos e informações confiáveis, além de instigar a reflexão sobre ações individuais e coletivas que resultem em propostas para minimizar os problemas socioambientais relacionados à perda e ao desperdício de alimentos, contribuindo para o consumo consciente.

Assim, os objetivos gerais desta Unidade são:

- Reconhecer os impactos ambientais relacionados à produção de alimentos, bem como apresentar propostas individuais ou coletivas que os minimizem.
- Compreender como é possível atuar sobre os fatores que afetam a rapidez das reações químicas, assim como fazer uso das radiações, para aumentar o tempo que os alimentos conservam suas características adequadas para o consumo.
- Apropriar-se do conhecimento científico relacionado à fisiologia das plantas e às características das reações reversíveis para propor alternativas que aumentem a produtividade agrícola e diminuam seus impactos ambientais.
- Compreender como satélites artificiais podem ser utilizados no monitoramento de grandes áreas, auxiliando na produtividade agrícola por meio de imagens amplas de fazendas, zonas de plantio e boletins meteorológicos.

Pense nisso!

Registre em seu caderno

Tema 1. O que você conhece sobre os biomas brasileiros? Qual é a sua percepção sobre a relação entre produção de alimentos e impactos causados nesses biomas e em sua respectiva biodiversidade?

Tema 2. Quais métodos de conservação dos alimentos você conhece? Como você acha que eles atuam nesse processo?

Tema 3. O que você sabe sobre radiação? Como utilizar os conhecimentos acerca desse tema para aumentar a durabilidade dos alimentos?

Tema 4. O que você sabe sobre as plantas? Qual é a importância desses conhecimentos para melhorar e aumentar a produção de alimentos?

Tema 5. Como você diferenciaria um processo reversível de um irreversível?

Tema 6. Atualmente, a transmissão de informações e o monitoramento de grandes áreas são feitos com o auxílio de satélites que orbitam a Terra. Além disso, os satélites podem ajudar a comprovar a esfericidade do planeta Terra. Como isso é feito?

Por dentro da BNCC

O trabalho com esta Unidade favorece o desenvolvimento das competências e das habilidades citadas a seguir.

Competências gerais: 1; 2; 4; 5; 7; 9; 10

Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias
Competências específicas: 1; 2; 3
Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT103; EM13CNT104; EM13CNT105; EM13CNT201; EM13CNT202; EM13CNT203; EM13CNT204; EM13CNT205; EM13CNT206; EM13CNT301; EM13CNT303; EM13CNT304; EM13CNT306; EM13CNT307; EM13CNT308; EM13CNT310

Área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas
Competências específicas: 1; 3; 5
Habilidades: EM13CHS106; EM13CHS302; EM13CHS504

Área de Matemática e suas Tecnologias
Competências específicas: 1; 3
Habilidades: EM13MAT101; EM13MAT313

Área de Linguagens e suas Tecnologias
Habilidades: EM13LP30; EM13LP32

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

MODELO

TEMA 1

Impactos ambientais da produção de alimentos

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6; 10
Habilidades: EM13CNT202; EM13CNT203; EM13CNT206; EM13CHS302

O Brasil está entre os maiores produtores de alimento do mundo. Porém, isso impacta diretamente o ambiente, já que para as produções agrícolas e agropecuárias é necessário retirar a vegetação nativa para o plantio e a criação de animais.

O desmatamento é um dos impactos ambientais causados pela produção de alimentos. Quando uma área é desmatada, diversas espécies de plantas e animais daquele ambiente são prejudicadas e perdem o seu hábitat. Todas as regiões do Brasil sofrem com os impactos da produção de alimentos. Uma alternativa para minimizá-los é o consumo consciente, ou seja, comprar somente o que for consumir, evitando o desperdício.

Biomas brasileiros

Biomas são conjuntos de ecossistemas sujeitos a condições similares de clima (macroclima regional), relevo e tipo de solo. Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Brasil é formado por seis biomas muito distintos: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa e Pantanal. Em cada bioma a vegetação é um componente fundamental, pois determina em grande parte os hábitats das espécies, a diversidade, os serviços ambientais prestados (como a manutenção do clima local e da qualidade do solo e a preservação das populações de polinizadores, entre outros) e o fornecimento de bens necessários à sobrevivência das populações humanas locais.

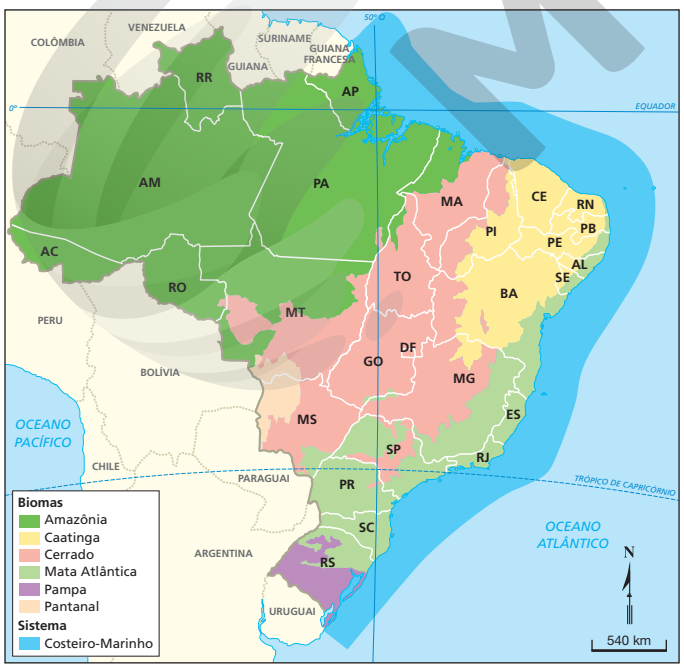
No mapa a seguir (**Fig. 1.1**) estão representados os limites dos biomas brasileiros. Dentro desses limites geográficos, porém, a vegetação nativa original já foi bastante alterada ou em algum grau eliminada para a expansão das cidades e das áreas destinadas à agricultura e à pecuária, ou seja, à produção de alimentos. Esse custo deve ser considerado no valor dos alimentos.

Em ordem de área ocupada no território nacional, temos a Amazônia (49,5%), o Cerrado (23,3%), a Mata Atlântica (13%), a Caatinga (10,1%), o Pampa (2,3%) e o Pantanal (1,8%). Atualmente, ecossistemas costeiros como manguezais, dunas, restingas, alagados, praias e costões rochosos estão incluídos no sistema costeiro-marinho. Dados de outras fontes podem mostrar divergências quanto aos limites apresentados, considerando que na versão mais recente do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), apresentada aqui, houve reclassificação de algumas áreas.

A Amazônia e a Mata Atlântica são os dois biomas predominantemente florestais. Essas florestas tropicais apresentam-se estratificadas, ou seja, a vegetação é organizada em estratos. Há um estrato arbóreo principal, formado por árvores cujas copas se justapõem formando uma cobertura praticamente contínua ou dossel, acima da qual emergem indivíduos esparsos maiores, e um sub-bosque, formado por árvores menores, um estrato arbustivo e, finalmente, um estrato herbáceo junto ao solo.

Figura 1.1 Mapa de biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil

JOSÉ FERNANDO FERREIRA



Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil:* compatível com a escala 1 : 250.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101676.pdf>. Acesso em: 11 maio 2020.

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

MODERNA

Cerca de 40% do território nacional é coberto por variadas formações campestres, como a savana no Cerrado e no Pantanal, a savana-estépica na Caatinga e a estepe no Pampa. As savanas, geralmente, apresentam árvores e arbustos esparsos, sobre um tapete graminoso, porém variando desde campos dominados por capins até formações praticamente florestais. Essas formações dominantes aparecem entremeadas com grande variedade de outros tipos de vegetação. O Pantanal também é bastante heterogêneo, com vegetações de áreas alagáveis e não alagáveis, incluindo tipos savânicos e florestais.

Amazônia

A **Amazônia** ocupa uma área de 4.212.742 km^2, concentrada especialmente na região Norte (93,2%), e engloba inteiramente os estados do Amazonas, de Roraima, do Acre e do Amapá, os estados do Pará e de Rondônia, em sua quase totalidade, e partes dos estados de Mato Grosso, do Maranhão e do Tocantins.

A Amazônia, com clima quente e úmido o ano todo (embora haja uma época chuvosa e uma mais seca, bem definidas), é grandemente ocupada por florestas ombrófilas densas (ou pluviais tropicais), sempre verdes e com árvores de até 50 m de altura. Entre elas destacam-se as matas de terra firme, mais altas; matas de várzea, periodicamente inundadas; e matas de igapó, quase sempre inundadas. Os solos são bastante pobres e ácidos, mas, em razão da intensa acumulação de materiais orgânicos seguida de decomposição, ocorre rápido e intenso reaproveitamento dos nutrientes pelas plantas.

Um enorme número de espécies de plantas (**Fig. 1.2**) e animais habita a floresta Amazônica – mais de um terço das espécies que vivem sobre o planeta Terra, de acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente. A região abriga cerca de 2,5 milhões de espécies de insetos, dezenas de milhares de espécies de plantas e cerca de 2 mil espécies de aves e de mamíferos. São animais característicos da Amazônia as onças-pintadas, as capivaras, os jacarés, as sucuris, os peixes-boi, os botos-cor-de-rosa e os pirarucus, além de muitos outros.

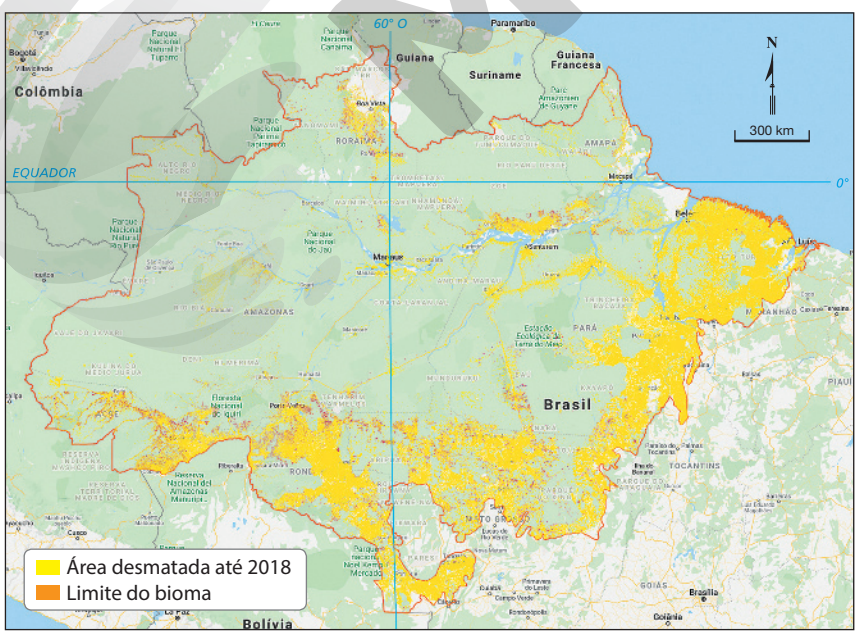
RICARDO LIMA/MOMENT RF/GETTY IMAGES

Figura 1.2 Floresta ombrófila na região Amazônica (Belém, PA), sem data.

As principais atividades econômicas na Amazônia são a agropecuária (produção de alimentos), a extração de madeira e o garimpo. Na agricultura, destacam-se cultivos permanentes (banana, cacau e café) e temporários (soja, milho, algodão e mandioca). Na pecuária, destaca-se o grande aumento do rebanho bovino ao longo das últimas décadas, que hoje atinge perto de 80 milhões de cabeças, altamente correlacionado com o desmatamento (**Fig. 1.3**).

A chamada Amazônia Legal abrange também áreas de campos e cerrados do Mato Grosso e do Tocantins. Dados mais recentes divulgados pelo governo brasileiro registram aumento de 13,7% no desmatamento da Amazônia Legal entre agosto de 2017 e julho de 2018, período em que foram suprimidos 7.900 km^2 de floresta, área equivalente a mais de 5 vezes a extensão do município de São Paulo. Em 2019, a área desmatada aumentou para perto de 10.000 km^2. Estudos apontam que a maior parte do desmatamento é ilegal.

Figura 1.3 Mapa do desmatamento do bioma Amazônia



Fonte: INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *Terra Brasilis*. Mapa de desmatamento. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/map/deforestation?hl=pt-br>. Acesso em: 12 maio 2020.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.
CC BY-SA 4.0/PLATAFORMA TERRA BRASILIS/INPE

Um estudo realizado por pesquisadores brasileiros, publicado na revista científica *Land Use Policy*, em fevereiro de 2020, apontou que nas últimas três décadas quase 65 milhões de hectares de vegetação nativa foram convertidos em pastagens (**Fig. 1.4**) e áreas de cultivo na Amazônia Legal. Isso fez do Brasil uma potência agrícola, que em 2013 produziu aproximadamente 30% da soja e 15% da carne bovina do mundo. Esse estudo sugere que a expansão da agropecuária às custas da destruição dos ecossistemas nativos traz resultados sociais e ambientais negativos.

Uma das propostas para evitar novos desmatamentos é o uso mais eficiente das áreas já desmatadas, com aumento da produtividade às custas de novos investimentos. Em menor escala, há diversas alternativas de produção de alimentos de modo sustentável, destacando-se as agroflorestas.

VICTOR MORIYAMA/GETTY IMAGES SOUTH AMERICA/GETTY IMAGES

Figura 1.4 Queimada na floresta Amazônica. As áreas incendiadas destinam-se principalmente à pecuária (Porto Velho, RO, 2019).

Fique por dentro

Sob a pata do boi

Direção de Marcio Isensee e Sá, Brasil, 2018.

ARCO-VERDE, M. *Empresa Brasileira e Pesquisa Agropecuária*, 22 maio 2014.

Site do documentário sobre a pecuária na Amazônia. O documentário mostra como várias partes da Amazônia foram desmatadas para a criação de gado.

Disponível em: <https://sobapatadoboi.com/>.

Florestas e produção de alimentos em harmonia na Amazônia

Site da Embrapa apresentando os benefícios do sistema agroflorestal na Amazônia.

Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1736454/florestas-e-producao-de-alimentos-em-harmonia-na-amazonia>.

Acessos em: 11 maio 2020.

O **sistema agroflorestal** é um método sustentável para a produção de alimentos, principalmente em regiões como a Amazônia. Como se trata de um ecossistema natural, estão presentes os predadores naturais de pragas, permitindo a redução no uso de defensivos agrícolas. Além disso, a agrofloresta contribui para a qualidade de vida de comunidades rurais, gerando trabalho, renda e segurança alimentar. Espécies florestais diversas tais como a castanheira-do-pará, pimenta-do-reino, açaí, banana, cacau, cupuaçu, maracujá, melão, mamão e outras frutas tropicais são alguns dos alimentos que têm sido produzidos em sistema de agrofloresta ou extraídos em reservas extrativistas na Amazônia.

Cerrado

O bioma **Cerrado** cobre 1.983.017 km^2 e está presente em todas as grandes regiões brasileiras, com destaque para a região Centro-Oeste. Os estados com maiores áreas de Cerrado são Mato Grosso e Goiás, seguidos por Minas Gerais, Tocantins, Mato Grosso do Sul e Maranhão. O clima no Cerrado tem estações seca e chuvosa muito marcadas; a topografia é favorável à agricultura, embora com alguns problemas de solo que precisam ser corrigidos (acidez, alto teor de alumínio, escassez de nutrientes e baixa capacidade de retenção de água). Estudos recentes indicam que apenas cerca de 20% do Cerrado ainda apresenta vegetação nativa em estado relativamente intacto.

O Cerrado, tal como já mencionamos em relação aos biomas em geral, é constituído por uma variedade de ecossistemas com vegetações diferenciadas (**Fig. 1.5**) que vão desde o cerradão (com aspecto florestal), passando pelo cerrado mais comum no Brasil central (com árvores baixas e esparsas, geralmente com troncos retorcidos e cortiça espessa), até o campo cerrado, campo sujo e campo limpo (com progressiva redução da densidade arbórea e dominância crescente de gramíneas). Associadas a corpos-d'água, aparecem também as matas ciliares e veredas.

Estudos apontam que a flora do Cerrado abriga cerca de 10 mil espécies de plantas; muitas delas são usadas para fins medicinais e alimentícios. Além disso, há cerca de 195 espécies de mamíferos, 759 espécies de aves e 180 espécies de répteis. São animais típicos do Cerrado: onça-pintada, anta, ariranha, veado-mateiro, lobo-guará, jaguatirica, tatu, tamanduá-bandeira, águia-cinzenta, seriema, ema e gato-maracajá, entre outros.

ARQUIVO DO AUTOR

Figura 1.5 Área de Cerrado na Chapada dos Veadeiros (Alto Paraíso, GO, 2018).

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

MODERNA

Em termos de produção de alimentos, as principais atividades no Cerrado são o cultivo extensivo e mecanizado de soja, milho e cana-de-açúcar, algodão em algumas áreas, cultivo de subsistência familiar e pecuária extensiva. Todas essas atividades estão relacionadas com o desmatamento (**Fig. 1.6**). Além do desmatamento, outra ameaça antrópica ao Cerrado é a utilização indiscriminada de agrotóxicos e fertilizantes, acarretando contaminação do solo e da água.

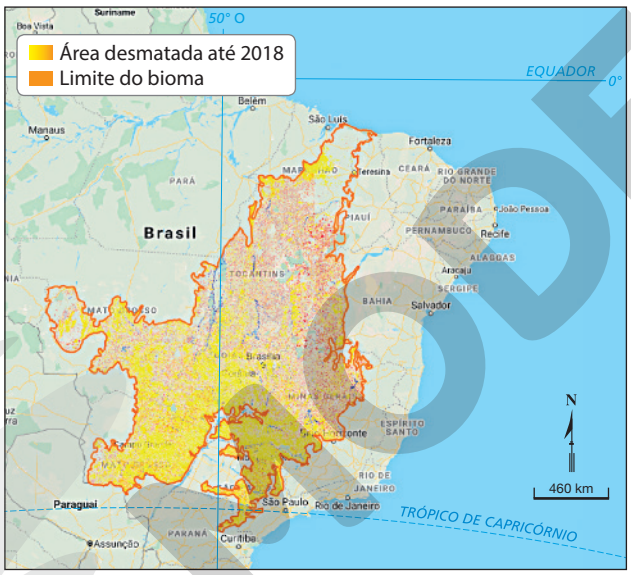
Há uma infinidade de produtos oriundos de sistemas agroextrativistas, muitas vezes procedentes de agricultura familiar. O produto mais conhecido é o pequi, mas há também o baru (um tipo de castanha), o buriti e uma enorme variedade de frutas nativas, entre elas o cajá, o jatobá e a mangaba, *in natura* ou processados como farinhas, sorvetes, bolos, pães etc.

ARQUIVO DO AUTOR

Figura 1.6 Cultivo extensivo mecanizado de algodão (Cristalina, GO, 2010). Note a extensão e a homogeneidade da paisagem antes ocupada por vegetação nativa.

No período entre 2000 e 2016, os cultivos de produções agrícolas cresceram de 7,4 milhões para 20,5 milhões de hectares. No caso da produção de cana-de-açúcar, foi de 926 mil para 2,7 milhões de hectares. Embora o aumento das áreas de cultivo seja expressivo, a pecuária ocupa uma área quatro vezes maior. Na maioria dos casos, a agricultura avança em terras que foram antes degradadas para a formação de pastagens (**Fig. 1.7**).

Figura 1.7 Mapa do desmatamento do bioma Cerrado



CC BY-SA 4.0/PLATAFORMA TERRA BRASILIS/INPE

Fonte: INPE. *Terra Brasilis*. Mapa de desmatamento. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/map/deforestation?hl=pt-br>. Acesso em: 12 maio 2020.

Mata Atlântica

O bioma **Mata Atlântica** é o terceiro bioma em termos de área ocupada, com 1.107.419 km^2, e abrange parcial ou totalmente 15 estados da federação: todos os litorâneos entre o Rio Grande do Norte e o Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás.

A Mata Atlântica é dominada por florestas estacionais semideciduais, assim chamadas em razão de muitas de suas espécies, principalmente arbóreas, perderem as folhas na estação seca (na época chuvosa, essas florestas têm aspecto similar ao das florestas ombrófilas).

Trata-se do bioma mais populoso e ao mesmo tempo mais degradado do país, mas que, ainda assim, fornece importantes serviços ambientais para os 145 milhões de brasileiros que vivem nele, além de abrigar a maioria das grandes cidades e polos industriais do Brasil. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, as florestas e outros ecossistemas desse bioma (entre eles incluem-se as Matas de Araucárias) realizam importantes serviços ecossistêmicos, entre eles a obtenção, a regulação e o abastecimento de água por meio de seus mananciais, proteção de encostas, manutenção da fertilidade e proteção do solo, regulação e equilíbrio climáticos e produção de uma infinidade de alimentos, fibras, madeira, óleos e remédios.

Quanto à diversidade, proporcionalmente a Mata Atlântica se destaca até mais que a Amazônia; além disso, é caracterizada por alto grau de **endemismo de espécies**, ou seja, há muitas espécies que não ocorrem em outros lugares.

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

O bioma Mata Atlântica tem mais de 20 mil espécies de plantas, das quais cerca de 8 mil são endêmicas. É a floresta mais rica do mundo em espécies de árvores. Estudos identificaram no sul da Bahia 454 espécies distintas em um só hectare. Há estimativas que sugerem 1,6 milhão de espécies animais, incluindo os insetos; o que impressiona, considerando que, atualmente, a Mata Atlântica está reduzida a pouco mais que 10% de sua área original, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). É o segundo ecossistema mais ameaçado de extinção do mundo. Esses são motivos para que a Mata Atlântica seja considerada prioritária para a conservação da biodiversidade mundial (**Fig. 1.8**).

A Mata Atlântica sempre foi muito visada para exploração extrativista de espécies da fauna e da flora, incluindo a caça indiscriminada, a pesca predatória em seus rios e a extração de madeira e palmitos.

Atualmente a Mata Atlântica é um sistema notadamente heterogêneo no que se refere à ocupação e uso da terra. Há muito tempo ocorre seu desmatamento extensivo para fins de agropecuária. Na região Nordeste, as matas já foram praticamente extintas num processo que se iniciou no período colonial com as plantações de cana-de-açúcar. Na Bahia, além da pecuária, o cultivo do cacau levou à degradação de grandes áreas, apesar de não envolver a derrubada de árvores. Essa espécie, tal como o palmito, é adaptada ao ambiente sombreado do sub-bosque da mata, mas, para cultivá-la, os agricultores desmatam a vegetação herbácea e arbustiva, mantendo apenas as árvores. Como muitas jovens plantas das espécies arbóreas são também eliminadas, compromete-se a manutenção do estrato arbóreo em médio e longo prazo, pois não há substituição adequada dos indivíduos que vão morrendo. No vale do Paraíba, na região Sudeste, na época do "ciclo" do café, as árvores eram derrubadas para serem utilizadas como lenha para alimentar usinas e torrefações; hoje, a paisagem é dominada por pastagens.

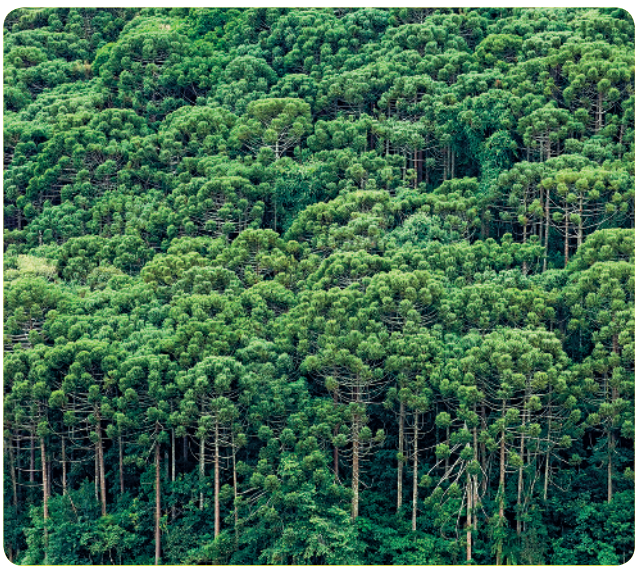
De parte de São Paulo e do sul de Minas Gerais (regiões serranas) até o norte do Rio Grande do Sul, mas ocupando principalmente regiões do Paraná e de Santa Catarina, as Matas de Araucárias (**Fig. 1.9**) foram derrubadas à exaustão para produção de madeira. Atualmente sobrou em torno de 1% da área original.

Nas Matas de Araucárias predominam o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*) e o pinheiro do gênero *Podocarpus*. A gralha-azul e a gralha-picaça são aves típicas.

Como já estudamos, só resta vegetação nativa em menos de 10% da Mata Atlântica em todo o país, especialmente em consequência do desmatamento destinado à produção de alimentos em várias épocas de nossa história – tivemos os "ciclos" da cana-de-açúcar e do café em séculos passados e, atualmente, temos as vastas plantações extensivas de cana-de-açúcar, laranja, milho etc., além das horticulturas que abastecem as cidades.

TALES AZZI/PULSAR IMAGENS

Figura 1.8 Mata Atlântica na serra. O grande número de rios e a alta pluviosidade garantem suprimento de água para manutenção da flora e da fauna (Guaraqueçaba, PR, 2019).



LUCIANO CANDISANI/MINDEN PICTURES/FOTOARENA

Figura 1.9 Mata de Araucárias (São Bento do Sapucaí, SP, 2008).

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

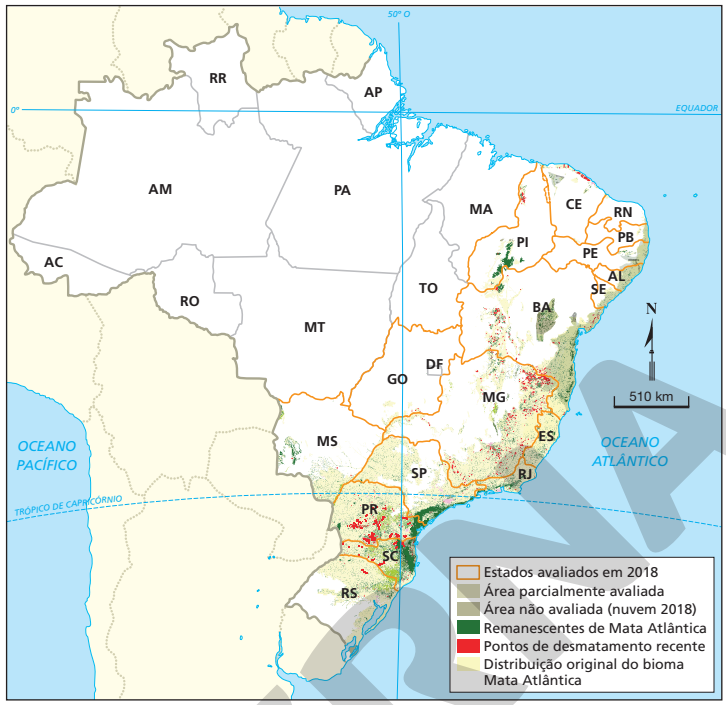
MODERNA

O mapa ao lado (**Fig. 1.10**) mostra o grau de desmatamento do bioma em comparação com a situação original.

Note o maior adensamento de pontos não alterados na região litorânea dos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, onde o relevo serrano dificulta a implantação de agropecuária extensiva (algo similar se vê nas regiões serranas do estado do Rio de Janeiro).

Segundo a Fundação SOS Mata Atlântica, entre 2016 e 2017, o desmatamento do bioma teve queda de 56,8% em relação ao período anterior (de 2015 e 2016). De acordo com os dados analisados pela fundação e pelo Inpe, esse é o menor valor de desmatamento da série histórica do monitoramento. Ainda segundo o monitoramento, sete estados da federação beiram o desmatamento zero de áreas remanescentes, com desflorestamento em torno de 100 hectares (1 km^2).

Figura 1.10 Mapa do desmatamento do bioma Mata Atlântica



JOSÉ FERNANDO FERREIRA

Fonte:
FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica*: período 2017-2018. São Paulo, 2019.

Caatinga

A **Caatinga** ocupa 862.818 km^2, 96,2% dos quais na região Nordeste (só não está presente no Maranhão). Esse bioma também ocorre numa área ao norte de Minas Gerais. Nessa região o clima apresenta estações seca e chuvosa, mas com chuvas muito irregulares, ao contrário do que se vê no Cerrado. As plantas perdem as folhas na seca e rebrotam rapidamente com a chuva (vegetação decídua, estacional). Folhas pequenas e às vezes reduzidas a espinhos, bem como caules suculentos, são adaptações comuns de espécies vegetais à seca.

O bioma Caatinga é composto de diversas formações vegetais, desde o tipo mais aberto, com muitos cactos (**Fig. 1.11**), presente nas regiões com afloramentos rochosos, até formações mais fechadas e altas (**Fig. 1.12**), com árvores que podem chegar a 20 m de altura. Esse bioma é exclusivo do Brasil.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente, a Caatinga é um bioma de considerável biodiversidade. Espécies comuns na Caatinga são a suçuarana (onça-parda), o veado-catingueiro, o macaco-prego, o sapo-cururu, a asa-branca, a cotia, o gambá, a preá, o tatu-peba, o sagui-do-nordeste e o periquito-da-caatinga (jandaia).

Toda essa biodiversidade ampara diversas atividades econômicas voltadas para fins agrossilvopastoris e industriais, especialmente nos ramos farmacêutico, de cosméticos, químico e de alimentos. A Caatinga tem sido desmatada de forma acelerada e ilegal, principalmente para consumo de lenha nativa para fins domésticos, industriais e agropecuários.

ANDRE DIB/PULSAR IMAGENS

Figura 1.11 Caatinga em afloramento rochoso na Serra da Capivara (São Raimundo Nonato, PI, 2018).

ARQUIVO DO AUTOR

Figura 1.12 Caatinga fechada arbustiva, com plantas de até 8 m de altura, na Serra da Capivara (São Raimundo Nonato, PI, 2018).

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

MODELO

Figura 1.13 Mapa do desmatamento do bioma Caatinga

JOSÉ FERNADO FERREIRA

Fonte: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Monitoramento do Bioma Caatinga*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2010. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatrio_tcnico_caatinga_72.pdf>. Acesso em: 12 maio 2020.

Em certas regiões há o cultivo do sisal, destinado à produção de fibras vegetais (usadas em cordas, tapetes e outros produtos), da palma, aproveitada como forragem para os animais e eventualmente para alimentação humana, e do feijão (principalmente em culturas familiares).

Cerca de metade do rebanho é bovina, mas há uma grande quantidade de caprinos, criados em pequenas propriedades e destinados principalmente à subsistência das famílias.

Na Caatinga, ao contrário do que se vê na Amazônia, o desmatamento ocorre de forma pulverizada. Segundo o Inpe, até 2010, quase a metade do bioma já havia sido desmatada (**Fig. 1.13**).

O desmatamento para a obtenção de lenha e carvão vegetal é sem dúvida um dos maiores impactos antrópicos nos últimos anos. Estima-se que cerca de 30% das indústrias locais, entre elas siderúrgicas e olarias, utilizam essas fontes energéticas.

Uma consequência muito séria do desmatamento da Caatinga é a exposição dos solos arenosos e pedregosos, com consequente erosão e desertificação. Quatro grandes áreas do Nordeste, envolvendo, ao todo, 16 municípios – nas imediações de Gilbués (PI) (**Fig. 1.14**), Irauçuba (CE) e Cabrobó (PE) e na porção da região do Seridó localizada no Rio Grande do Norte –, são consideradas núcleos de desertificação. Uma série de outras áreas menores do semiárido está desertificada ou em processo de desertificação.

Ao longo dos anos foram implantados açudes como alternativa de combate à seca na Caatinga. Com isso, afluíram novos colonos à região, intensificando a ocupação da terra e aumentando o impacto antrópico. Segundo a organização não governamental *Word Wide Future* (WWF), há atualmente diversas ameaças a esse bioma, além do desmatamento. Em algumas áreas no vale do rio São Francisco (único grande rio perene), a irrigação dos solos rasos e sujeitos à intensa evaporação da água, sem a técnica apropriada, resultou em salinização do solo, tornando-o inviável para a agricultura. Ainda segundo essa organização, há também a contaminação das águas de açudes e represas por agrotóxicos, matando peixes e, possivelmente, contaminando as populações locais que eventualmente fazem uso dessas reservas.

Figura 1.14 Área desertificada e os efeitos da erosão (Gilbués, PI, 2015).

PEDRO SANTIAGO/G1

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

MODERNA

Pampa

O **Pampa** ocupa um total de 193.836 km^2 e está representado apenas no sul do estado do Rio Grande do Sul. A vegetação é predominantemente do tipo campo limpo, com gramíneas e outras plantas de pequeno porte cobrindo vastas áreas como um tapete verde.

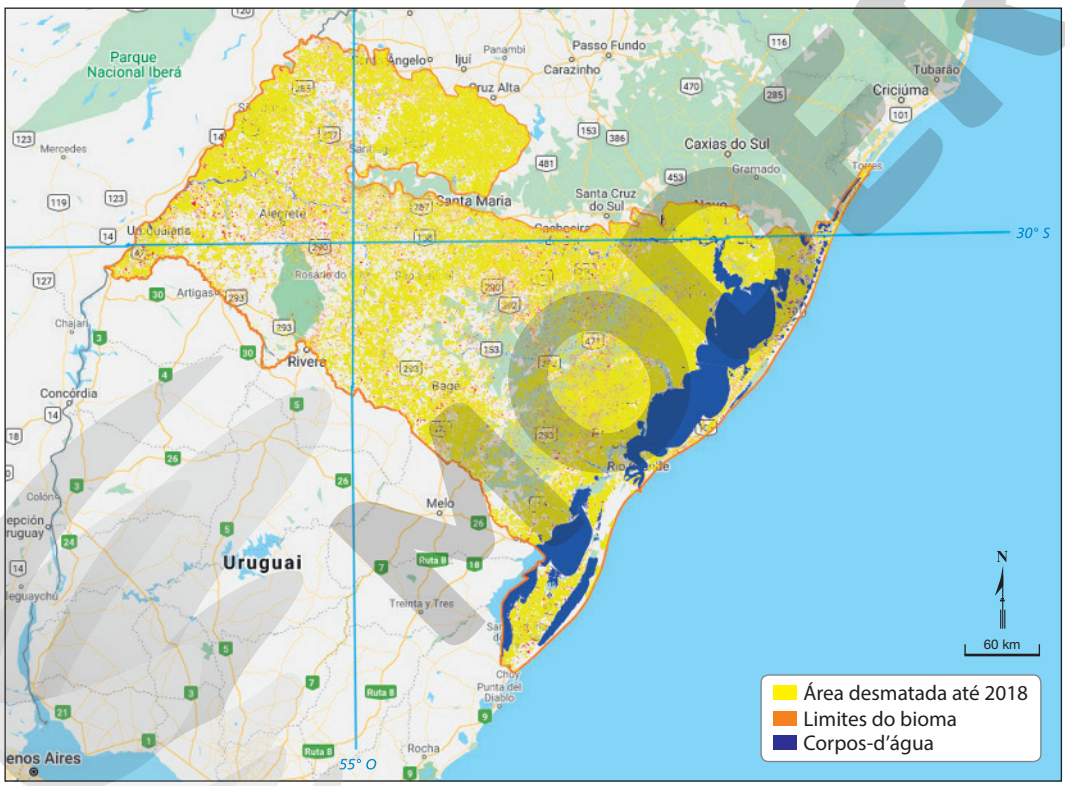
Atualmente os campos, que já representaram 2,4% da cobertura vegetal do país, são amplamente utilizados para a produção de arroz, milho, trigo e soja, às vezes em associação com a criação de gado. Como as condições são propícias para pastagens, a pecuária desenvolveu-se intensamente no Pampa (**Fig. 1.15**), especialmente antes de sua migração para os estados do Centro-Oeste e Amazônia a partir da década de 1970. A criação de ovelhas também faz parte da cultura local. Na época de estiagem, quando as pastagens secam, o mesmo número de animais continua a disputar áreas menores, ocorrendo o chamado sobrepastoreio.

Segundo dados do Inpe, em 2016 só restavam preservados 43,7% da vegetação nativa original (**Fig. 1.16**).

MAURICIO SIMONETTI/TYBA

Figura 1.15 Paisagem rural no Pampa, próximo à fronteira com Uruguai e Argentina (Rosário do Sul, RS, 2020).

Figura 1.16 Mapa do desmatamento do bioma Pampa



Fonte: INPE. *Terra Brasilis*. Mapa de desmatamento. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/map/deforestation?hl=pt-br>. Acesso em: 15 abr. 2020.

No Pampa, o sobrepastoreio e a decorrente exposição do solo está levando à **arenização** (formação de areais) em diferentes regiões do Rio Grande do Sul. Além disso, o fogo usado para eliminar restos de pastagens secas torna o solo ainda mais frágil.

Embora o termo **desertificação** seja utilizado de forma generalizada, há uma grande diferença entre os dois processos. A desertificação ocorre no semiárido e relaciona-se à exposição do solo em um clima muito seco e quente. Já a arenização é muito dependente da chuva (e do vento), pois resulta de transporte de solo arenoso pobre e sua deposição em outras áreas, cobrindo o solo original.

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

CC BY-SA 4.0/PLATAFORMA TERRA BRASILIS/INPE

WOLFGANG KAEHLER/LIGHTROCKET/GETTY IMAGES

Figura 1.17 Fazenda às margens da rodovia Transpantaneira. Esse tipo de pastagem com árvores entremeadas é muito comum na região pantaneira (MS, 2014).

Pantanal

O **Pantanal** inclui a maior planície alagável do planeta e, embora seja o menor bioma brasileiro em termos de área ocupada, tem grande importância em razão de sua flora e de sua fauna. Ocupa cerca de 150.988 km^2 do território nacional, distribuídos na região Centro-Oeste, nos estados do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul, e está associado à bacia do rio Paraguai (aproximadamente 60% do ecossistema pantaneiro encontra-se em território brasileiro, ficando o restante na Bolívia e no Paraguai). Os alagamentos anuais se dão por causa das cheias do rio e de seus afluentes, que correm do planalto para as planícies alagáveis, assegurando a manutenção da fertilidade do solo.

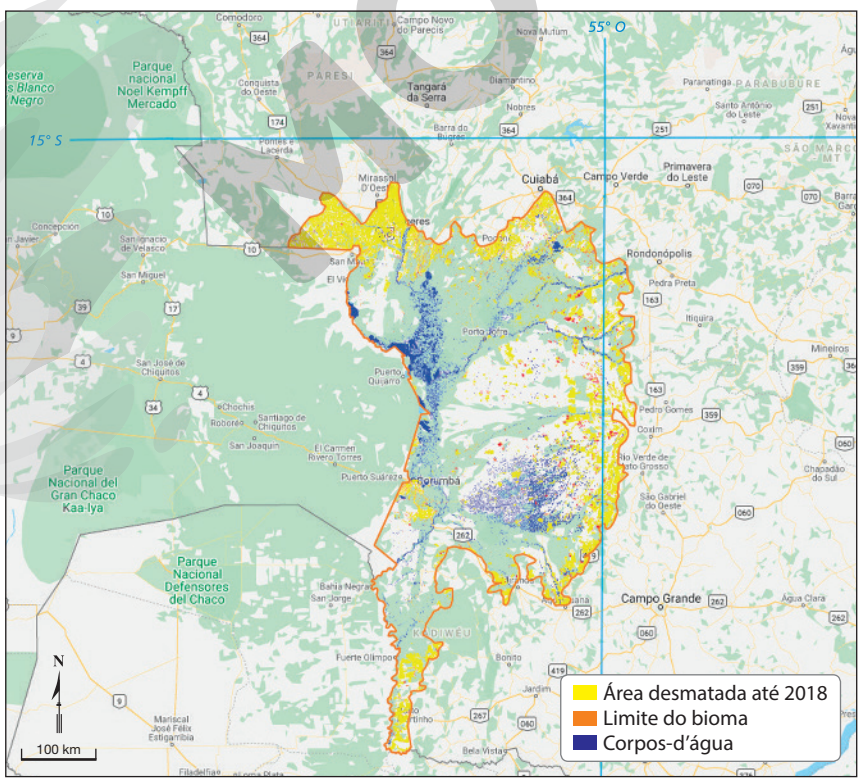
No bioma Pantanal, nem toda a área é alagável. Há partes altas, planaltinas, com altitudes entre 200 m e 1.000 m, que, de modo geral, margeiam planícies baixas, entre 80 m e 150 m.

A vegetação do Pantanal é muito diversa (**Fig. 1.17**); inclui florestas de vários tipos e cerrados, formando um mosaico, além de uma variedade de ecossistemas aquáticos. Nas áreas baixas alagáveis, o regime de cheias e vazantes é fundamental para a manutenção da fauna e da flora.

Nas planícies, as principais atividades econômicas são a pecuária, a pesca e o turismo. Mais recentemente, também surgiu a criação de jacarés para produção de carne e de couro, uma alternativa sustentável à caça desses animais.

Nas áreas planaltinas, onde o desmatamento foi mais intenso, além da pecuária, destaca-se a agricultura mecanizada de soja, cana-de-açúcar, milho e outros produtos. O mapa (**Fig. 1.18**) mostra as áreas desmatadas no Pantanal, em que é possível observar o desmatamento concentrado nas partes periféricas (planaltinas). A exposição do solo, a erosão e o transporte dos sedimentos pelos rios até as áreas baixas estão provocando assoreamentos que alteram o regime de cheias e vazantes, comprometendo a flora e consequentemente a fauna. Outra ameaça é o transporte, pelos rios, de agrotóxicos e outros poluentes oriundos das fazendas e indústrias das partes altas, podendo comprometer a qualidade da água nos alagados.

Figura 1.18 Mapa do desmatamento do bioma Pantanal



CC BY-SA 4.0/PLATAFORMA TERRA BRASILIS/INPE

Fonte: INPE. *Terra Brasilis*. Mapa de desmatamento. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/map/deforestation?hl=pt-br>. Acesso em: 12 maio 2020.

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

MODERNA

Atividades

Registre em seu caderno

1. O bioma mais extenso e o mais degradado no Brasil são respectivamente:
- **a)** Cerrado e Amazônia.
- **b)** Amazônia e Mata Atlântica.
- **c)** Caatinga e Cerrado.
- **d)** Pampa e Pantanal.
- **e)** Amazônia e Cerrado.

2. As florestas estacionais semideciduais são mais bem caracterizadas como:
- **a)** Árvores de grande porte atingindo 50 m de altura, folhas perenes, presença de diferentes estratos.
- **b)** Árvores até cerca de 20 m de altura, muitas das quais perdem as folhas na estação seca; presença de diferentes estratos.
- **c)** Árvores esparsas, com caules retorcidos e cortiça espessa; presença de um estrato herbáceo mais ou menos predominante.
- **d)** Plantas decíduas, com muitas espécies espinhosas e com reservas de água.
- **e)** Presença apenas de um estrato arbóreo com predominância de pinheiros.

3. Quais são os biomas brasileiros com maior diversidade de espécies de plantas e animais?
- **a)** Mata Atlântica e Amazônia.
- **b)** Mata Atlântica e Cerrado.
- **c)** Cerrado e Caatinga.
- **d)** Pantanal e Pampa.
- **e)** Caatinga e Amazônia.

4. O bioma com maior taxa de desmatamento entre 2018 e 2019 e o bioma com maior redução do desmatamento na última década são respectivamente:
- **a)** Caatinga e Mata Atlântica.
- **b)** Amazônia e Mata Atlântica.
- **c)** Caatinga e Mata Atlântica.
- **d)** Pampa e Pantanal.
- **e)** Amazônia e Pantanal.

5. Com relação à desertificação e à arenização, responda ao que se pede.
- **a)** Em que regiões do país ocorrem, respectivamente?
- **b)** Qual é a diferença entre os dois processos?

6. No Brasil, a maior parte da degradação em todos os biomas se deve à expansão da produção agropecuária (alimentos). Investimentos na eficiência do uso do solo e as agroflorestas são formas de conter essa expansão.
- **a)** Em que biomas a expansão agropecuária é mais preocupante atualmente?
- **b)** O que são os sistemas agroflorestais? Dê exemplos de alimentos que se podem produzir nesses sistemas.

7. (UFG-GO) No Brasil distinguem-se diversos tipos de formações vegetais decorrentes de variações regionais, climáticas e edáficas (do solo). Considerando uma região de clima quente, semiárido, com baixo índice pluviométrico, estações de seca prolongada, vegetação de aspecto esbranquiçado, com plantas espinhosas e suculentas:
- **a)** identifique essa formação vegetal e sua distribuição geográfica;
- **b)** descreva dois mecanismos adaptativos desenvolvidos por esses vegetais para evitar a perda de água.

8. Amazônia, Cerrado e Caatinga são biomas presentes no Brasil.
- **a)** Liste os biomas citados acima em ordem crescente de extensão.
- **b)** Comparando o bioma Amazônia com a Caatinga, qual deles possui o solo mais rico em nutrientes? Explique.
- **c)** Comparando o bioma Amazônia com o Cerrado, qual deles sofre o maior impacto da produção de alimentos? Explique.

9. (Enem) O bioma Cerrado foi considerado recentemente um dos 25 *hotspots* de biodiversidade do mundo segundo uma análise em escala mundial das regiões biogeográficas sobre áreas globais prioritárias para conservação. O conceito de hotspot foi criado tendo em vista a escassez de recursos direcionados para conservação, com o objetivo de apresentar os chamados "pontos quentes", ou seja, locais para os quais existe maior necessidade de direcionamento de esforços, buscando evitar a extinção de muitas espécies que estão altamente ameaçadas por ações antrópicas.

> PINTO, P. P.; DINIZ-FILHO, J. A. F. *In*: ALMEIDA, M. G. (org.). *Tantos cerrados*: múltiplas abordagens sobre a biogeodiversidade e singularidade cultural. Goiânia: Vieira, 2005 (adaptado).

A necessidade desse tipo de ação na área mencionada tem como causa a
- **a)** intensificação da atividade turística.
- **b)** implantação de parques ecológicos.
- **c)** exploração dos recursos minerais.
- **d)** elevação do extrativismo vegetal.
- **e)** expansão da fronteira agrícola.

10. Observe as imagens a seguir.

LUCIANO CANDISANI/MINDEN PICTURES/ FOTOARENA

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

MODERNA

ANDRE DIB/PULSAR IMAGENS

As imagens correspondem, respectivamente, ao Cerrado e à Amazônia, dois biomas brasileiros que, a princípio, apresentam fisionomias vegetais bem distintas. Imagine que um dia, navegando pela internet, você se depare com a seguinte informação: "Os solos da Amazônia e do Cerrado são bastante semelhantes: ambos são muito pobres em nutrientes e muito ácidos. Essas características do solo são determinantes para os aspectos da vegetação encontrada no Cerrado". Como, então, você explicaria a grande diferença que pode ser observada entre as fisionomias vegetais do Cerrado e da Amazônia?

a) Apesar de o solo da Amazônia ser pobre e ácido, há muita matéria orgânica em decomposição sobre ele, o que fornece os nutrientes necessários às plantas. Já no Cerrado, a menor quantidade de biomassa, associada a aspectos como o clima, a profundidade do lençol subterrâneo e a ocorrência do fogo de forma natural, influencia fortemente os aspectos da vegetação característicos desse bioma.

b) A pobreza e a acidez do solo amazônico são, na realidade, favoráveis ao crescimento das grandes árvores nesse bioma, que não necessitam de muitos nutrientes orgânicos. Já no Cerrado, as árvores têm alta necessidade de absorver nutrientes do solo; porém, como a quantidade de nutrientes disponível é baixa, poucas árvores conseguem se desenvolver.

c) As grandes árvores amazônicas substituem os nutrientes do solo por nutrientes retirados dos grandes rios da região. Já no Cerrado, com o clima predominantemente seco, é mais difícil para as plantas acessar corpos-d'água para retirar nutrientes.

d) As grandes árvores amazônicas substituem os nutrientes que deveriam retirar do solo por meio da intensa taxa de fotossíntese realizada por suas folhas largas, adaptadas especialmente para essa função. Já no Cerrado, predominam as gramíneas, que têm folhas muito finas, que não suprem a necessidade de nutrientes pela fotossíntese.

e) Os aspectos da vegetação do Cerrado e da Amazônia na realidade não estão, em nenhum grau, associados às características de solo pobre e ácido desses biomas. Características como o clima (seco no Cerrado e úmido na Amazônia) e a profundidade das raízes das árvores (profundas no Cerrado e superficiais na Amazônia) são os principais determinantes dos respectivos aspectos da vegetação.

11. (Enem) As queimadas, cenas corriqueiras no Brasil, consistem em prática cultural relacionada com um método tradicional de "limpeza da terra" para introdução e/ou manutenção de pastagem e campos agrícolas. Esse método consiste em (a) derrubar a floresta e esperar que a massa vegetal seque; (b) atear fogo, para que os resíduos grosseiros, como troncos e galhos, sejam eliminados e as cinzas resultantes enriqueçam temporariamente o solo. Todos os anos, milhares de incêndios ocorrem no Brasil, em biomas como Cerrado, Amazônia e Mata Atlântica, em taxas tão elevadas, que se torna difícil estimar a área total atingida pelo fogo.

CARNEIRO FILHO, A. Queimadas. *Almanaque Brasil Socioambiental*. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2007 (adaptado).

Um modelo sustentável de desenvolvimento consiste em aliar necessidades econômicas e sociais à conservação da biodiversidade e da qualidade ambiental. Nesse sentido, o desmatamento de uma floresta nativa, seguido da utilização de queimadas, representa

a) método eficaz para a manutenção da fertilidade do solo.

b) atividade justificável, tendo em vista a oferta de mão de obra.

c) ameaça à biodiversidade e impacto danoso à qualidade do ar e ao clima global.

d) destinação adequada para os resíduos sólidos resultantes da exploração da madeira.

e) valorização de práticas tradicionais dos povos que dependem da floresta para sua sobrevivência.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

MODERNA

TEMA 2

Cinética química e a conservação de alimentos

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 9
Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT205; EM13CNT301; EM13CNT307; EM13MAT101; EM13MAT313

Fique por dentro

Reações e taxas
O simulador permite trabalhar pontos relacionados à rapidez das reações químicas. Por isso, ele pode auxiliar a aprendizagem em diversos momentos no estudo deste Tema, sobretudo para a compreensão dos modelos explicativos e dos fatores que alteram a rapidez de uma reação química.
Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/reactions-and-rates>. Acesso em: 15 maio 2020.

Até que os alimentos sejam consumidos, o bom acondicionamento é de extrema importância para o transporte por longas distâncias e para o armazenamento por longos períodos. Por isso, medidas que aumentem a durabilidade dos alimentos são fundamentais para um consumo seguro. As técnicas de conservação de alimentos têm por objetivo preservar tanto nutrientes quanto características organolépticas (coloração, sabor, aroma e textura) e se baseiam, principalmente, em evitar alterações causadas por agentes físicos (como luz e calor), químicos (gás oxigênio e água) e biológicos (microrganismos e enzimas).

Algumas dessas técnicas são empregadas desde a Antiguidade, como defumação, recobrimento com sal de cozinha ou açúcar comum, imersão em álcool etílico, salmoura, vinagre, óleo ou calda de açúcar, além da adição de especiarias (**Fig. 2.1**).

PILIPPHOTO/SHUTTERSTOCK

Figura 2.1 Alimentos imersos em algum tipo de conservante.

Nos dias atuais, é comum o acondicionamento dos alimentos a temperaturas mais baixas em geladeiras e congeladores, o uso de embalagem a vácuo ou o revestimento com filme comestível, bem como o emprego de liofilização (tecnologia de secagem por sublimação). Além das medidas citadas, a indústria alimentícia emprega alguns aditivos alimentares que atuam como acidulantes; por exemplo, ácido acético ($C_2H_4O_2$), conservantes, como ácido benzoico ($C_7H_6O_2$), e antioxidantes, como ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$). Os conservantes e os acidulantes têm como principal foco os agentes biológicos de deterioração dos alimentos, e os antioxidantes, os agentes químicos.

Alguns dos métodos apontados reduzem, de alguma forma, a rapidez das transformações químicas envolvidas na deterioração dos alimentos. Por essa razão, a **cinética química** – como é chamado o estudo da rapidez com que ocorre uma reação química e dos fatores que a influenciam – pode contribuir para minimizar o desperdício de alimentos pelo aumento de sua vida útil.

Conservação à moda baniwa

O texto a seguir apresenta uma das especiarias utilizadas pelos índios baniwa, na Amazônia.

.....

[...] na Amazônia profunda, a história da conservação de alimentos inclui também a pimenta: muitos anos antes de os europeus apresentarem ao Brasil a pimenta-do-reino (gênero *Piper*), diversas etnias indígenas já lançavam mão da nossa pimenta (gênero *Capsicum*) como conservante, imergindo carnes e peixes em caldos ardidos, após a defumação ou a secagem ao Sol.

De fato, as pimentas sul-americanas são eficientes bactericidas, conforme comprovam estudos realizados na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) [...]. Essa propriedade deriva de um composto químico chamado capsaicina, relacionado à sensação de ardência: quanto mais ardida, mais desinfetante é a pimenta e melhor é a proteção contra intoxicações alimentares de origem bacteriana.

Precisamente para evitar "envenenamentos", a pimenta entrou no cardápio dos índios baniwa há muitas gerações. E acabou se infiltrando até no universo mitológico desse povo, natural da região noroeste do estado do Amazonas, entre o alto rio Negro e a área conhecida como Cabeça do Cachorro.

[...]

.....

Fonte: JOHN, L. *Sabor e conservação à moda baniwa*. abr. 2013. Disponível em: <https://amazonia.org.br/2013/04/sabor-e-conserva%C3%A7%C3%A3o-%C3%A0-moda-baniwa/>. Acesso em: 15 maio 2020.

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

MODELO

O termo velocidade, embora ainda bastante usado, é desaconselhado, pois se refere a uma grandeza vetorial – que está associada a uma direção e um sentido –, o que não é o caso das reações químicas.

Rapidez ou taxa de reação

Na indústria, o tempo necessário para que uma transformação química ocorra é um dos fatores que determinam as condições às quais os reagentes serão submetidos ou as condições de armazenamento dos produtos. Dessa forma, muitas vezes se consegue aumentar a rapidez de processos desejáveis e diminuir a rapidez dos indesejáveis.

De modo geral, as reações químicas podem ser consideradas rápidas – quando ocorrem em um intervalo de tempo pequeno, como em uma explosão – ou lentas – quando demandam longo tempo para se completar, como na formação da ferrugem. Entretanto, como essa classificação é relativa, é importante definir critérios de comparação mais adequados.

A rapidez, ou **taxa de reação**, é determinada pela variação na quantidade das substâncias (reagente ou produto) que participam da reação durante o tempo de observação.

Os dados utilizados para determinar a taxa de uma reação química são, em geral, obtidos experimentalmente. Para isso, monitora-se a variação da concentração de certa substância com o uso de um detector, escolhido em função das propriedades dessa substância. Por exemplo, considere a reação de decomposição do peróxido de hidrogênio (H_2O_2), substância presente na água oxigenada, representada a seguir.

$$2\ H_2O_2(aq) \longrightarrow 2\ H_2O(l) + O_2(g)$$

O único produto gasoso formado é o O_2. Conforme essa substância é produzida em um recipiente fechado, a pressão do sistema aumenta, podendo ser quantificada ao longo do tempo por meio de um detector de pressão (manômetro). Os resultados são apresentados na **Tabela 2.1**.

Tabela 2.1 Concentração das substâncias envolvidas na decomposição de H_2O_2

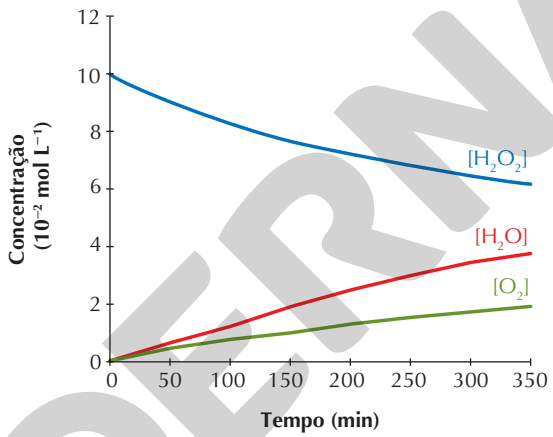
Tempo (min)	$[H_2O_2]$ (10^{-2} mol L^{-1})	$[H_2O]$ (10^{-2} mol L^{-1})	$[O_2]$ (10^{-2} mol L^{-1})
0	10,00	0,00	0,00
50	9,32	0,68	0,34
100	8,68	1,32	0,66
150	8,08	1,92	0,96
200	7,48	2,52	1,26
250	6,96	3,04	1,52
300	6,48	3,52	1,76
350	6,16	3,84	1,92

Fonte consultada: PATERNINA, E. *et al*. Estudio cinético de la descomposición catalizada de peróxido de hidrógeno sobre carbón activado. *Química Nova*, v. 32, n. 4, p. 934-938, 2009.

Com base nesses dados e assumindo que a concentração inicial ($t = 0$) de H_2O_2 é $10 \cdot 10^{-2}$ mol L^{-1}, calcula-se a concentração do gás oxigênio e dos outros compostos envolvidos (H_2O_2 e H_2O) no processo. Para isso, precisamos dos **coeficientes estequiométricos** da reação química, que correspondem aos números que antecedem as fórmulas das substâncias na equação química, ou seja, **2** para os compostos H_2O_2 e H_2O e **1** para o O_2. Esses números correspondem à proporção em quantidade de matéria das diferentes substâncias ($2\ H_2O_2 : 2\ H_2O : 1\ O_2$), ou seja, na decomposição de dois mols de peróxido de hidrogênio são formados dois mols de água e um mol de gás oxigênio.

O desenvolvimento da reação, em relação às concentrações de todas as substâncias que dela participam, pode ser representado em um único gráfico (**Fig. 2.2**), construído com base nos dados da tabela anterior.

Figura 2.2 Variação da concentração das substâncias envolvidas na decomposição de H_2O_2 em função do tempo



ADILSON SECCO

Fonte consultada: PATERNINA, E. *et al*. Estudio cinético de la descomposición catalizada de peróxido de hidrógeno sobre carbón activado. *Química Nova*, v. 32, n. 4, p. 934-938, 2009.

Observa-se que, com o passar do tempo, a concentração de peróxido de hidrogênio no meio reacional diminui, pois ele se decompõe. No entanto, aumenta a concentração dos produtos água e gás oxigênio, seguindo a proporção estequiométrica.

Modelos explicativos e a influência do meio na rapidez de uma reação

A fim de compreender como é possível alterar a rapidez das reações químicas, precisamos considerar aspectos da dinâmica das partículas envolvidas em uma transformação química e, dessa maneira, formular modelos explicativos que permitam fazer predições para situações análogas.

Teoria das colisões e do complexo ativado

No meio reacional, as partículas das espécies químicas estão em movimento e colidem entre si aleatoriamente. Porém, apenas uma parcela dessas colisões é efetiva e leva à transformação química. A colisão precisa ocorrer com orientação espacial adequada e energia cinética – aquela

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

MODERNA

Neste momento deixe claro para os estudantes que a energia cinética apresentada nesse ponto se deve exclusivamente ao movimento das partículas, não à cinética da reação química, relativa a consumo e produção de substâncias. Enfatize também que as colisões são eventos probabilísticos.

que está relacionada ao movimento das partículas – suficiente para romper as ligações químicas que mantêm unidos os átomos dos reagentes para, então, formar novas ligações, originando os produtos.

Parte das observações experimentais sobre a cinética das reações é explicada pela **teoria das colisões** – estudada em reações em fase gasosa –, que foi proposta de forma independente por dois químicos, o alemão Max Trautz (1880-1960) e o irlandês William Lewis (1885-1956), em 1916 e 1918, respectivamente. Nesse período, seus países de origem estavam envolvidos na Primeira Guerra Mundial, em lados opostos, o que impediu que um conhecesse o trabalho do outro até o final do conflito.

Energia cinética

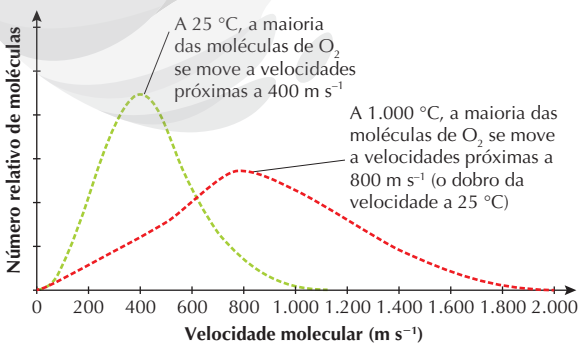
A energia cinética das partículas que colidem está relacionada à velocidade com que elas se movimentam, de acordo com a equação:

$$E_c = \frac{Mv^2}{2}$$

em que E_c é a energia cinética, M é a massa molecular e v é a velocidade. Analisando a equação, podemos dizer que a energia cinética de uma molécula é diretamente proporcional ao quadrado da sua velocidade.

No entanto, como se pode observar no gráfico (**Fig. 2.3**), as partículas em uma amostra de substância gasosa não apresentam todas a mesma velocidade. Assim, se considerarmos que determinada reação química envolvendo o gás oxigênio (O_2), a 25 °C, só ocorre a partir do choque entre moléculas com velocidade de, no mínimo, 400 m s^{-1}, podemos dizer, com base no gráfico, que cerca de metade das moléculas tem energia cinética suficiente para reagir. No entanto, se o rompimento das ligações químicas entre os átomos de oxigênio ocorrer quando as moléculas apresentarem velocidade superior a 400 m s^{-1}, a probabilidade de ocorrência da reação diminui. Isso pode ser explicado pela menor quantidade de moléculas de gás oxigênio que apresentam velocidade – e, consequentemente, energia cinética – suficiente para que as colisões sejam efetivas. Em temperaturas mais elevadas, o número de moléculas com energia cinética maior também aumenta.

Figura 2.3 Distribuição da velocidade molecular do O_2 a 25 °C e a 1.000 °C



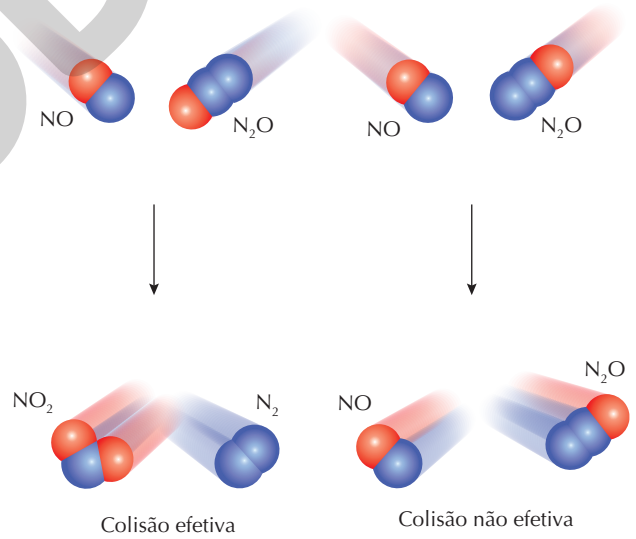
LUIZ RUBIO

Fonte consultada: KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; WEAVER, G. C. *Química geral e reações químicas*. São Paulo: Cengage Learning, 2011. v. 1

O modelo representado pela teoria das colisões foi concebido para reações em fase gasosa considerando gases com comportamento ideal – isto é, que estejam em temperatura elevada e baixa pressão e cujas moléculas tenham espaçamento suficiente entre si para tornar as interações intermoleculares desprezíveis e a ocorrência de choques perfeitamente elástica (sem perda de energia cinética). Essas condições tornam a teoria das colisões uma aproximação adequada para fazer previsões acerca de apenas um pequeno número de reações químicas. Outra limitação do modelo é que ele considerava as moléculas esferas rígidas, ignorando sua estrutura tridimensional real. Portanto, o modelo precisava ser melhorado.

Orientação das partículas

Na década de 1930, o químico mexicano naturalizado estadunidense Henry Eyring (1901-1981) e colaboradores propuseram uma teoria que considerava a orientação das partículas, no momento da colisão, para melhor interpretar os resultados experimentais. Veja o esquema simplificado (**Fig. 2.4**), que representa duas possíveis situações de colisão entre as moléculas de N_2O – óxido nitroso – e de NO – óxido nítrico. Para que a reação ocorra, as moléculas dos reagentes devem colidir com a orientação específica para que elas interajam e os produtos sejam formados. Quanto maior a frequência de colisões entre moléculas, maior a probabilidade de choque na orientação adequada – ou seja, maior a quantidade de **colisões efetivas** – e, consequentemente, maior é a rapidez da reação.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Fonte consultada: WHITTEN, K. W. *et al*. *Chemistry*. 10. ed. Belmont: Brooks/Cole, 2014.

Figura 2.4 Representação esquemática da reação química entre os gases N_2O e NO, com base na teoria das colisões. Se as colisões levam à formação dos produtos, elas são chamadas de efetivas (à esquerda); caso contrário, as colisões são consideradas não efetivas (à direita). (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Somente as partículas do(s) reagente(s) com energia cinética suficiente e orientação adequada levam à formação do(s) produto(s).

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

MODELO

LUIZ RUBIO

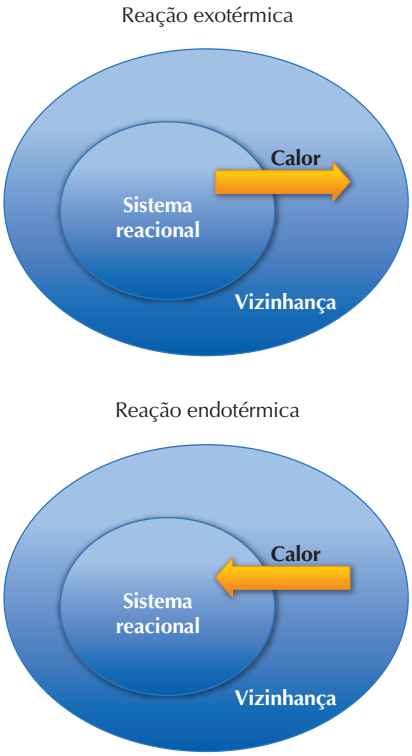
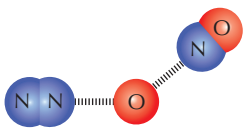


Figura 2.5 Esquema da transferência de calor em reações exotérmicas e endotérmicas, que pode ser verificada por meio do aumento ou da diminuição da temperatura, respectivamente.

ERICSON GUILHERME LUCIANO



Fonte consultada: PETRUCCI, R. H. *et al*. *General chemistry*: principles and modern applications. 10. ed. Toronto: Pearson Prentice Hall, 2011.

Figura 2.6 Representação esquemática do complexo ativado na reação entre N_2O e NO. Nesta condição, uma ligação química está sendo rompida enquanto outra está sendo formada, fenômeno indicado aqui pelas linhas tracejadas. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A energia de ativação

O modelo atômico de Dalton permitiu interpretar as reações químicas como rearranjo dos átomos que formam as substâncias. Desde então, uma série de modelos foi criada para explicar as ligações químicas entre os átomos e de que maneira elas poderiam ser rompidas e constituídas para permitir o rearranjo desses átomos nas reações.

O rompimento e a formação de ligações ocorrem por meio de transferência de energia, que, de forma simplificada, depende da força de atração e do número de ligações entre os átomos. A energia trocada na forma de calor durante uma reação química, à pressão constante, como é feito nos laboratórios, é numericamente igual à variação de uma grandeza denominada entalpia (*H*). O balanço entre a energia absorvida e a liberada pela reação indica se ela é endotérmica ou exotérmica (**Fig. 2.5**).

Entende-se que, para a ocorrência de qualquer transformação química, uma quantidade mínima de energia é necessária para romper ligações químicas nos reagentes, e essa energia depende das substâncias envolvidas. Por exemplo, um pedaço de papel não pega fogo espontaneamente. Ele precisa de uma fonte de energia, como a chama de um palito de fósforo, para que possa entrar em combustão. Outro exemplo é a transformação de grafite em diamante; apesar de ser uma conversão possível, ela depende de temperatura em torno de 2.000 °C e pressão em torno de 100.000 atm.

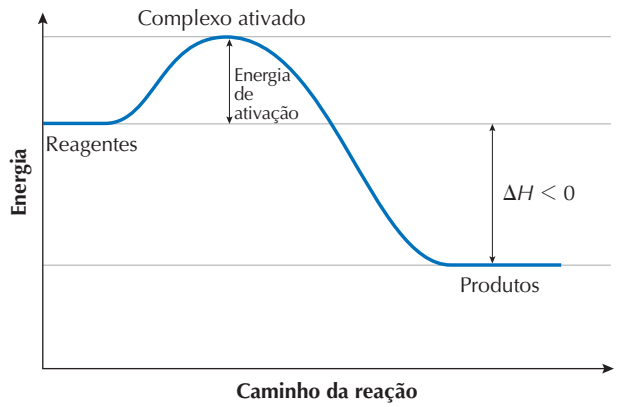
Colisões que não envolvem esse mínimo de energia são consideradas não efetivas. Essa barreira energética, que deve ser superada pelos reagentes para que uma reação ocorra, é chamada de **energia de ativação** (E_a).

Durante uma reação química, diversas alterações estruturais podem ocorrer até que se forme o produto desejado. Cada diferente arranjo dos átomos demanda determinada quantidade de energia. Segundo o modelo de Eyring e colaboradores, uma dessas estruturas é particularmente importante, porque dela dependeria a formação do produto: é o **complexo ativado** (**Fig. 2.6**).

A energia das diversas estruturas que se formam enquanto uma reação química progride pode ser representada conforme o diagrama da **Figura 2.7**.

LUIZ RUBIO

Figura 2.7 Diagrama de energia para uma reação exotérmica genérica



A energia mínima necessária à formação do complexo ativado corresponde à energia de ativação. A formação do complexo ativado é, portanto, a etapa que determina a rapidez da reação.

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

Para complementar as observações feitas, sugerimos na sequência a realização da *Prática investigativa* sobre a deterioração de alimentos, a fim de confrontar as concepções iniciais dos estudantes e discutir os modelos teóricos atualmente aceitos relacionados ao tema.

Prática investigativa

Deterioração de alimentos

Antes de iniciar a atividade, reúna-se em grupo, leia todo o procedimento e consulte o infográfico Segurança no laboratório, no início deste Volume.

Cuidados

Segurança

- O sistema de aquecimento pode causar queimaduras, e a faca é cortante. Somente o professor deverá manipulá-los.
- A água oxigenada não deve ser ingerida nem inalada. Em caso de contato com os olhos ou a pele, lavar o local com bastante água.

Descarte

- Nas quantidades indicadas, os resíduos podem ser descartados no lixo comum.

Ao observar situações relacionadas ao nosso cotidiano, percebemos que alguns fatores influenciam a rapidez com que as transformações químicas ocorrem.

Sabemos, por exemplo, que mastigar bem os alimentos facilita a digestão. Que outras formas temos para controlar a taxa de uma reação química?

Objetivo

- Identificar fatores que influenciam a rapidez das reações químicas na conservação da batata.

Material

- 1 batata-inglesa grande lavada
- 1 batata-inglesa pequena lavada
- 1 faca
- 1 pinça metálica (ou garfo)
- Sistema para aquecimento de água (fogão a gás, aquecedor elétrico ou lamparina)
- Recipiente de metal para aquecimento de água (panela ou leiteira)
- 4 béqueres de 300 mL (ou copos de vidro transparentes)
- 2 vidros de relógio grandes (ou pratos de vidro)
- Água oxigenada a 3% em massa (10 volumes)
- Água em temperatura ambiente

Prepare-se!

1. As enzimas são de grande interesse na área de conservação de alimentos. Um exemplo é a lipoxigenase, relacionada à rancidez da manteiga. Essa enzima acelera a reação do gás oxigênio com certos lipídios presentes nos alimentos. Levantem hipóteses de como poderíamos interferir na rapidez desse tipo de transformação química.
2. Com base em suas hipóteses, nos materiais e nos procedimentos experimentais a serem realizados, que fator(es) vocês esperam estudar nesta prática investigativa?

Procedimento 1

- A batata-inglesa grande deve ser descascada e cortada em cubos de cerca de 1 cm^3. Separem os cubos de batata em três porções iguais.
- Coloquem no recipiente de metal cerca de 250 mL de água e uma das porções separadas da batata em cubos. Esse sistema deve ser aquecido pelo professor.
- Após 5 minutos do início da ebulição, retirem os cubos de batata com o auxílio de um garfo, colocando-os em um dos vidros de relógio.
- Coloquem 250 mL de água fria e outra porção de batata em cubos em um dos béqueres.
- No outro vidro de relógio, coloquem a última porção da batata.
- Posicionem as três porções lado a lado. Aguardem 40 minutos e anotem as observações.

Procedimento 2

- A batata-inglesa menor deve ser descascada e cortada em cubos. Metade dessa quantidade deve ser cozida da mesma forma que no Procedimento 1.

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

MODERNA

- Em três béqueres, coloquem a água oxigenada até que o líquido alcance a altura de 5 cm. Em um deles, coloquem também os cubos de batata que não foram cozidos.
- Coloquem no segundo béquer os cubos de batata que estavam na água fervente, deixando o terceiro copo apenas com a água oxigenada.
- Observem e anotem as transformações ocorridas nos três béqueres.

Fonte consultada: AFONSO, J. C. *et al.* Atividades experimentais simples para o entendimento de conceitos de cinética enzimática: *Solanum tuberosum* – uma alternativa versátil. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 1, 2013. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_1/05-RSA-104-11.pdf>. Acesso em: 15 maio 2020.

Discuta com seus colegas

1. Qual é o indício visível de transformação química na batata? Como é possível relacionar essa transformação com a deterioração do alimento?
2. Expliquem o que ocorre nos procedimentos e quais fatores influenciam a rapidez das reações em cada caso. Os fatores avaliados nos procedimentos foram os mesmos apontados antes de realizá-los?
3. Algumas pessoas têm o hábito de, após descascar a batata ou o aipim, manter esses alimentos na água antes do preparo. Expliquem, do ponto de vista químico, o porquê dessa prática.
4. Listem os alimentos não industrializados que geralmente estão presentes na dieta de vocês. Quais deles passam por algum tipo de método de conservação? Quais estragam mais rapidamente?

Como parte do processo de avaliação, pode ser solicitado aos estudantes que elaborem relatórios ou apresentem seminários com os resultados, discussões e conclusões da atividade.

Fatores que influenciam a rapidez da reação

Efeito da concentração

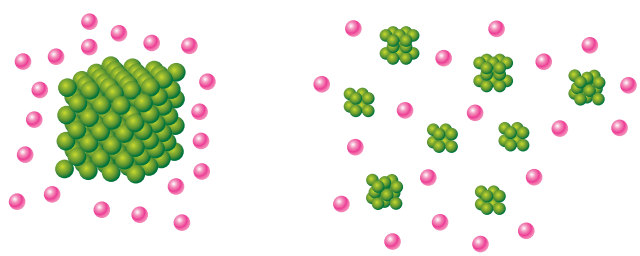
Como se pode observar pelos dados apresentados anteriormente, a taxa de decomposição do peróxido de hidrogênio e de formação de água e gás oxigênio não é linear, ou seja, a rapidez da reação diminui com o tempo. Em outras palavras, a reação fica mais lenta conforme a concentração de peróxido de hidrogênio no sistema se reduz. No caso dessa reação, esse fato pode ser explicado considerando que, quanto maior o número de partículas do reagente, maior a probabilidade de colisões efetivas entre elas e, consequentemente, mais rápida é a reação.

É importante ressaltar, porém, que a alteração da concentração dos reagentes não apresenta o mesmo efeito sobre a rapidez de todas as reações e que, portanto, é necessário determiná-lo experimentalmente.

Um exemplo ilustrativo do efeito da concentração na rapidez das reações químicas é o amadurecimento de algumas frutas. Durante a época da colheita de uma fruta, sua oferta aumenta, o que diminui seu preço no mercado. Já as frutas fora de época são mais raras e, portanto, mais caras. Para reduzir essas oscilações de preço, manter o consumo e evitar o desperdício, utiliza-se, na indústria, o gás etileno (ou eteno, C_2H_4), um hormônio produzido pelos vegetais e responsável pelo controle de seu crescimento e maturação. Nesse processo, as frutas são armazenadas em câmaras onde se adiciona gás etileno; em razão do aumento da concentração desse gás, a rapidez das reações que levam ao amadurecimento da fruta aumenta. O processo inverso também pode ser realizado, utilizando-se o composto 1-metilciclopropeno (1-MCP), que retarda as reações de amadurecimento, conservando as frutas por mais tempo.

Efeito da superfície de contato

Outra maneira de aumentar a rapidez de uma reação é usar reagentes em formas menos compactas (divididos em pedaços, em pó ou mesmo dissolvidos). Isso aumenta a superfície de contato entre os reagentes e, consequentemente, a frequência de colisões entre as espécies químicas envolvidas na reação (**Fig. 2.8**). A mastigação dos alimentos fragmenta-o em pedaços menores, o que aumenta a superfície de contato e torna mais rápidas as reações químicas que ocorrem durante a digestão, facilitando a absorção dos nutrientes.



ERICSON GUILHERME LLUCIANO

Figura 2.8 Representação esquemática do contato entre dois reagentes – um deles em fase gasosa (esferas rosa), outro em fase sólida (esferas verdes). Em qualquer uma das situações, o contato ocorre com as moléculas mais externas (superficiais) do sólido. À direita, com a divisão do sólido em pedaços menores, mais partículas ficam expostas, o que aumenta a probabilidade de ocorrerem colisões efetivas com as partículas do gás. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

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

MODERNA

Efeito da temperatura

A influência da temperatura na rapidez de uma reação química pode ser verificada em situações do cotidiano. Por exemplo, o cozimento dos alimentos pode ser acelerado pelo aumento da temperatura, enquanto as reações de amadurecimento de frutas podem ser retardadas guardando esses alimentos na geladeira. Em contrapartida, o aumento da temperatura também pode diminuir o valor nutricional dos alimentos, pois aumenta a rapidez da degradação de vitaminas, principalmente em vegetais.

O aumento da temperatura de um sistema reacional corresponde à elevação da energia cinética média das substâncias contidas nesse sistema, como representa a **Figura 2.3**. Com as partículas movendo-se com uma velocidade maior, ocorrem mais colisões, aumentando a probabilidade de colisões efetivas e, consequentemente, tornando a reação mais rápida. No entanto, a extensão da dependência da taxa de reação com a temperatura do sistema é diferente para cada transformação química. É também importante ressaltar que, de maneira geral, a alteração na temperatura não afeta o valor da energia de ativação das reações.

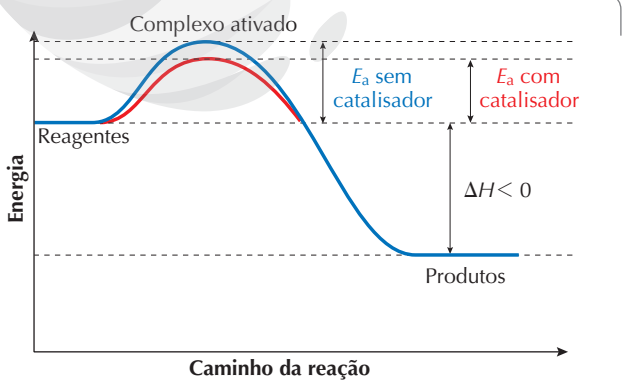
Efeito do catalisador

Uma maneira de aumentar a rapidez de uma reação química é usando **catalisadores**. Eles são espécies químicas que aumentam a rapidez de uma reação sem, no entanto, serem consumidos efetivamente.

Um catalisador age modificando a forma de interação entre os reagentes. Ele possibilita que a reação ocorra por outro caminho, que exige uma energia de ativação menor que a reação sem catalisador. Isso garante que mais espécies químicas tenham energia suficiente para alcançar a energia de ativação da reação.

No diagrama de energia a seguir, a curva em vermelho representa a alteração do caminho da reação em consequência da presença do catalisador. Note que a variação de entalpia (ΔH) para a reação catalisada é a mesma que a do processo sem catalisador. Isso ocorre porque os estados inicial e final do sistema não são alterados pelo catalisador; apenas o caminho pelo qual a reação ocorre passa por alteração, isto é, a energia necessária para a formação do complexo ativado diminui (**Fig. 2.9**).

Figura 2.9 Diagrama de energia para uma reação exotérmica genérica com e sem o uso de catalisador



LUIZ RUBIO

Os catalisadores estão presentes em muitos processos, tanto industriais quanto biológicos. Um exemplo de uso na indústria alimentícia é a conversão da glicose em frutose – dois glicídios –, principal etapa na produção do xarope de milho com elevado teor de frutose.

Enzimas

As enzimas (do grego *en*, "em"; *zyme*, "levedura") são catalisadores biológicos fundamentais para o metabolismo dos seres vivos, desde os mais simples até os multicelulares. Sem elas, muitas das reações químicas que ocorrem nos organismos seriam demasiadamente lentas, comprometendo seu funcionamento. Uma característica importante das enzimas é que elas são seletivas quanto às reações que catalisam.

Esses catalisadores biológicos são empregados desde a Antiguidade. Nas bebidas obtidas de cereais fermentados e na produção de pães e queijos, eles garantem o aproveitamento de nutrientes por mais tempo. Isso acontece porque os microrganismos que produzem as enzimas responsáveis pela fermentação competem por nutrientes com outros microrganismos, capazes de deteriorar o alimento, inibindo sua proliferação. Além disso, os metabólitos microbianos (ou seja, os produtos da fermentação que acidificam o meio) também limitam o crescimento da população de microrganismos no alimento.

Entretanto, há momentos em que a fermentação e a ação de outros microrganismos não são desejadas. Para controlar esse processo, foi desenvolvido um método, com base em pesquisas científicas realizadas pelo químico francês Louis Pasteur (1822-1895), que recebeu o nome de **pasteurização**. Esse método, empregado até hoje, consiste em controlar a população de microrganismos em determinado estágio da fermentação de uma bebida, por exemplo, submetendo-a a um aquecimento seguido de um rápido resfriamento, o que destrói parte dos microrganismos e ajuda a manter o alimento próprio para o consumo por mais tempo, sem alterar a sua qualidade.

Quando uma enzima é exposta a altas temperaturas ou valores extremos de pH, pode ter sua estrutura tridimensional alterada de modo que perca toda a sua atividade catalítica ou parte dela; esse processo denomina-se **desnaturação**.

Um dos principais problemas da indústria alimentícia é a reação de escurecimento em frutas e vegetais graças à enzima polifenoloxidase. Uma das maneiras mais comuns de diminuir a atividade dessa enzima é provocando sua desnaturação pelo emprego de ácido cítrico e ácido ascórbico (vitamina C), presentes em frutas como o limão e a laranja. As condições ótimas para a atuação dessa enzima são pH entre 6 e 7 e temperatura entre 20 °C e 30 °C. Assim, em pH abaixo de 3 e após o cozimento, ela é desnaturada.

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

MODERNA

:: Lei cinética

Taxa média de reação

Para medir a taxa (ou rapidez) com que um reagente é consumido em uma reação, divide-se a variação da concentração do reagente, geralmente em mol L^{-1}, por determinado intervalo de tempo. De forma semelhante, é possível calcular a rapidez de formação de um produto em uma reação química. Matematicamente, isso pode ser representado pelas equações:

$$v(R) = -\frac{\Delta[R]}{\Delta t} \qquad v(P) = \frac{\Delta[P]}{\Delta t}$$

em que v(R) e v(P) são, respectivamente, a taxa de consumo de um reagente e a taxa de formação de um produto; Δ[R] e Δ[P] são, respectivamente, a variação da concentração dos reagentes e dos produtos; e Δt é a variação do tempo.

Como os reagentes são sempre consumidos durante a reação, a concentração de R decresce com o tempo e, portanto, Δ[R] terá valor negativo. O sinal de menos na equação faz com que a taxa da reação tenha um valor positivo.

Retomando os dados apresentados na **Tabela 2.1**, referentes à decomposição do peróxido de hidrogênio, é possível calcular a taxa da reação química em diferentes intervalos de tempo. Por exemplo, a taxa de consumo de peróxido de hidrogênio entre 0 e 50 minutos é:

$$v_{0-50\,min}(H_2O_2) = -\left(\frac{(9{,}32 - 10{,}00) \cdot 10^{-2}\,mol\,L^{-1}}{(50 - 0)\,min}\right) \therefore$$

$$v_{0-50\,min}(H_2O_2) = 1{,}36 \cdot 10^{-4}\,\frac{mol}{L \cdot min}$$

Ou seja, a taxa de decomposição do H_2O_2 nesse intervalo é $1{,}36 \cdot 10^{-4}$ mol L^{-1} min^{-1}.

Considerando a proporção estequiométrica da reação ($2\,H_2O_2 : 2\,H_2O : 1\,O_2$), verificamos que a taxa de consumo de água oxigenada é o dobro da taxa de produção de gás oxigênio nessa reação química. Contudo, não é conveniente que uma única reação apresente diversos valores para representar sua rapidez. Para resolver o problema, é possível calcular a **taxa média de reação** (v), dividindo-se a expressão da rapidez em função de dada substância pelo seu coeficiente estequiométrico.

$$v = -\frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta[H_2O_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t} = \frac{\Delta[O_2]}{\Delta t}$$

Assim, a taxa média da reação de decomposição do H_2O_2, no intervalo de 0 a 50 minutos, é:

$$v_{0-50\,min} = -\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{(9{,}32 - 10{,}00) \cdot 10^{-2}\,mol\,L^{-1}}{(50 - 0)\,min}\right) =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{(0{,}68 - 0{,}00) \cdot 10^{-2}\,mol\,L^{-1}}{(50 - 0)\,min}\right) =$$

$$= \frac{(0{,}34 - 0{,}00) \cdot 10^{-2}\,mol\,L^{-1}}{(50 - 0)\,min} \therefore$$

$$v_{0-50\,min} = 6{,}80 \cdot 10^{-5}\,mol\,L^{-1}\,min^{-1}$$

Enfatize que se pode calcular a taxa de consumo dos reagentes, a taxa de formação dos produtos e a taxa média da reação, dependendo do objetivo da análise.

Taxa inicial de reação e lei cinética

Como foi estudado anteriormente, a variação de concentração de um ou mais reagentes pode alterar a rapidez da reação. Por isso, para compará-la em diversas concentrações, utiliza-se a **taxa inicial de reação**, determinada experimentalmente quando praticamente não houve ainda consumo de reagente e, consequentemente, pouco produto foi formado. A rapidez de uma reação química pode ser considerada inicial se o consumo de reagente for de 1% a 2%. O exemplo abaixo mostra a reação de decomposição do pentóxido de dinitrogênio (N_2O_5) em dióxido de nitrogênio (NO_2) e gás oxigênio (O_2), a 65 °C e pressão constante, conforme a equação química:

$$2\,N_2O_5(g) \longrightarrow 4\,NO_2(g) + O_2(g)$$

Os resultados para a taxa inicial dessa reação são apresentados na **Tabela 2.2**.

Tabela 2.2 Taxa inicial de consumo de N_2O_5 em diversas concentrações

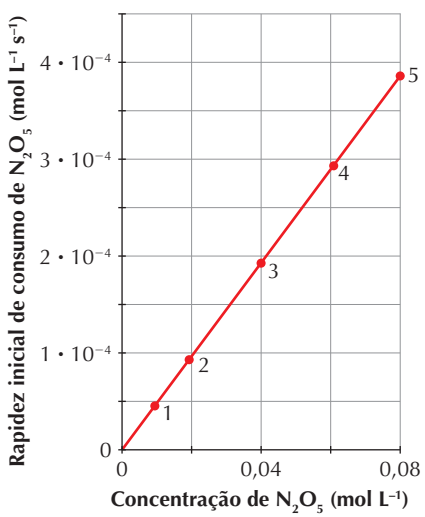
Experimento	$[N_2O_5]$ (mol L^{-1})	Taxa inicial (mol L^{-1} s^{-1})
1	0,01	$4{,}5 \cdot 10^{-5}$
2	0,02	$9{,}0 \cdot 10^{-5}$
3	0,04	$1{,}9 \cdot 10^{-4}$
4	0,06	$2{,}8 \cdot 10^{-4}$
5	0,08	$3{,}8 \cdot 10^{-4}$

Fonte: ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de química*: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Tradução Ricardo Bicca de Alencastro. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

Com base nesses resultados, pode-se construir um novo gráfico (**Fig. 2.10**), de rapidez inicial de consumo do reagente em função de sua concentração.

Figura 2.10 Rapidez inicial de reação em função da concentração de N_2O_5

LUIZ RUBIO



Fonte: ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de química*: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Tradução Ricardo Bicca de Alencastro. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

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

Observa-se que o gráfico resulta em uma reta ascendente que indica que a rapidez é diretamente proporcional à concentração de N_2O_5, ou seja, quando há um aumento da concentração de reagentes, há também um aumento na taxa inicial da reação. Matematicamente, tem-se:

$$v_i(N_2O_5) \propto [N_2O_5] \quad \text{ou} \quad v(N_2O_5) = k[N_2O_5]$$

Essa equação é denominada **lei cinética** da reação, em que k é a constante de proporcionalidade, ou **constante cinética** da reação. Cada reação tem sua própria lei cinética e sua própria constante cinética, e o valor da constante independe da concentração, mas depende da temperatura.

De modo genérico, a lei cinética pode ser escrita da seguinte forma:

$$a\,A + b\,B \longrightarrow c\,C + d\,D \qquad v = k[A]^{\alpha}[B]^{\beta}$$

Assim como o valor da constante cinética, k, os valores α e β são determinados experimentalmente. Esses expoentes mostram as relações existentes entre a concentração de reagentes e a rapidez da reação.

Ordem de reação

A lei cinética de uma reação química depende da análise matemática de resultados experimentais para determinar os expoentes da concentração dos reagentes, denominados **ordem de reação**, que, em muitos casos, são tabelados e podem ser encontrados em obras de referência.

A ordem de reação pode ser obtida a partir dos resultados de taxa inicial das reações. Vamos analisar o exemplo da decomposição do NO_2 formando NO e O_2 (**Tab. 2.3**). Entre os experimentos 1 e 2, a duplicação na concentração do reagente levou ao aumento de quatro vezes na taxa inicial da reação. Já analisando os experimentos 2 e 3, verificamos que ao dobrar a concentração do reagente ocorre um aumento de 4,1 vezes na taxa inicial da reação. Embora haja variação, ela pode ser atribuída a desvios inerentes ao método adotado no experimento.

Tabela 2.3 Fator de aumento da concentração de NO_2 (f_c) e da taxa inicial (f_v)

Experimento	$[NO_2]$ (mol L^{-1})	f_c	Taxa inicial (mol L^{-1} s^{-1})	f_v
1	0,02		$2{,}1 \cdot 10^{-4}$	
2	0,04	2	$8{,}2 \cdot 10^{-4}$	4
3	0,08	2	$3{,}4 \cdot 10^{-3}$	4,1
4	0,10		$5{,}3 \cdot 10^{-3}$	

Fonte: ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de química*: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Tradução Ricardo Bicca de Alencastro. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

Pode-se escrever essa relação entre o fator de aumento da concentração (f_c) e o fator de aumento da taxa inicial da reação (f_v) como:

$$f_c^{\alpha} = f_v$$

em que α é o expoente que mantém essa igualdade e que corresponde à ordem de reação de um dos reagentes ou de um dos produtos na lei cinética. Para o NO_2:

$$2^{\alpha} = 4 \Rightarrow \alpha = 2$$

evidenciando que a reação é de segunda ordem em relação ao reagente, descrita pela seguinte lei cinética:

$$v(NO_2) = k[NO_2]^2$$

As reações estudadas até agora apresentam apenas um reagente dando origem aos produtos. Entretanto, para determinar a lei cinética e a ordem de reação quando mais de um reagente está presente, é preciso considerar todos eles, aplicando-se o mesmo raciocínio apresentado na **Tabela 2.3**. Para reações em que mais de um reagente aparece na lei cinética, deve-se somar todos os expoentes para determinar a ordem global da reação. Por exemplo, a reação $2\,NO(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\,NO_2(g)$ apresenta lei cinética $v = k[NO]^2[O_2]$; portanto, a ordem global de reação é: $2 + 1 = 3$, ou seja, a reação é de terceira ordem.

As etapas de uma reação

Enfatize que a probabilidade de mais de três espécies colidirem com energia suficiente e orientação adequada é muito pequena.

Os dados empíricos da taxa de uma reação química auxiliam na descrição de como elas ocorrem em nível molecular. Em geral, as reações se processam em várias etapas sucessivas, em que cada uma é denominada processo elementar ou **reação elementar**. Cada reação elementar é um evento distinto, que envolve a colisão de partículas. O conjunto de processos elementares que descreve uma reação química é chamado **mecanismo de reação**.

Observe, por exemplo, a equação química a seguir, que representa a reação entre os gases dióxido de nitrogênio e monóxido de carbono.

$$NO_2(g) + CO(g) \longrightarrow NO(g) + CO_2(g)$$

Embora vários mecanismos possam ser propostos para uma mesma reação, medidas experimentais de rapidez podem ser usadas para identificar os mais prováveis. Considere o seguinte mecanismo proposto para a reação anterior:

Etapa 1 (lenta): $NO_2 + NO_2 \longrightarrow NO_3 + NO$

Etapa 2 (rápida): $NO_3 + CO \longrightarrow NO_2 + CO_2$

Equação global: $NO_2(g) + CO(g) \longrightarrow NO(g) + CO_2(g)$

O mecanismo proposto envolve duas etapas elementares. Dados experimentais mostram que a etapa 1 apresenta maior energia de ativação que a etapa 2. Isso faz com que a etapa 1 influencie de maneira decisiva a rapidez da reação global, pois ela determina a taxa de formação da espécie intermediária (NO_3), fundamental para que a etapa 2 ocorra. Nessas condições, mesmo que a etapa 2 ocorra mais rapidamente, a etapa 1 continua sendo limitante da rapidez da reação global.

Note que escrevemos a equação química da reação elementar 1 repetindo a fórmula do NO_2, em vez de escrever $2\,NO_2$ como comumente fazemos nas reações globais.

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

MODERNA

Os dados que permitiram a proposição do mecanismo para a reação entre NO_2 e CO relacionam-se a duas informações importantes da lei cinética para essa reação. A primeira é que a rapidez é determinada pela etapa lenta, que só depende do NO_2 (mesmo que CO seja um reagente na reação global, sua concentração não influencia na rapidez da reação química). A segunda é que o expoente relativo à concentração de NO_2 na lei cinética é igual ao número de moléculas que reagem nessa etapa; no caso, duas moléculas de NO_2.

Atividades

Registre em seu caderno

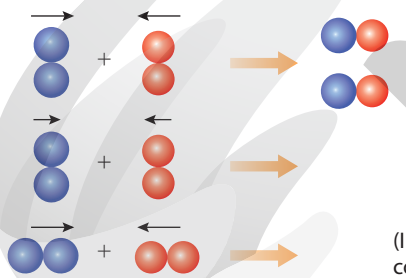
1. (UFRJ) Logo após a colheita, os grãos de milho apresentam sabor adocicado, devido à presença de grandes quantidades de açúcar em seu interior. O milho estocado e vendido nos mercados não tem mais esse sabor, pois cerca de metade do açúcar já foi convertida em amido por meio de reações enzimáticas. No entanto, se o milho for, logo após a colheita, mergulhado em água fervente, resfriado e mantido num congelador, o sabor adocicado é preservado.

Por que esse procedimento preserva o sabor adocicado dos grãos de milho?

2. Classifique as transformações químicas listadas a seguir de acordo com sua rapidez. Para isso, use as expressões "reação lenta", "reação intermediária" e "reação rápida". Indique no que você se baseou para fazer sua classificação.

I. Combustão do álcool etílico.
II. Amadurecimento de frutas.
III. Fossilização de restos de plantas primitivas.

3. Observe os esquemas e, com base na teoria de colisões, apresente uma explicação para o fato de somente a primeira colisão ter resultado na formação do produto. As setas em preto sobre os reagentes indicam a velocidade e o sentido do movimento das partículas; em outras palavras, quanto maior a seta, maior a velocidade.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

(Imagem sem escala; cores-fantasia.)

4. Na bula de um medicamento está especificado que, sob orientação médica, ele pode ser administrado de duas formas: em comprimido ou em pó para ser dissolvido em água. Com base no que foi estudado, discuta possíveis diferenças na disponibilidade desse medicamento no organismo e na rapidez de seus efeitos em função de suas formas de administração.

5. Em uma reação entre O_3 e NO para formar os gases O_2 e NO_2, estima-se que cada molécula colide 1 bilhão de vezes por segundo com outras moléculas. Embora seja um elevado número de colisões, a reação não ocorre de forma rápida. Baseando-se na teoria das colisões, proponha uma explicação para o que ocorre nessa reação.

6. Em um experimento, determinou-se que a lei cinética para a reação: A $\longrightarrow$ B + C tem a forma: $v = k[A]^x$. Determine o valor de x, se:

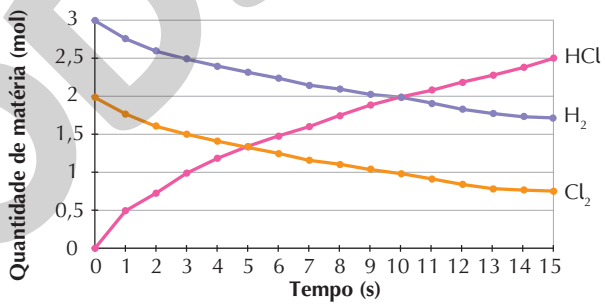
a) a rapidez da reação triplica quando a concentração de A é triplicada.

b) a rapidez da reação aumenta oito vezes quando a concentração de A é duplicada.

c) não existe variação na rapidez da reação quando a concentração de A é quadruplicada.

7. Analise o gráfico e responda ao que se pede.

Variação da quantidade das substâncias envolvidas na síntese de HCl em função do tempo



ERICSON GUILHERME LUCIANO

a) qual é a taxa média de formação do cloreto de hidrogênio nos primeiros 3 segundos da reação?

b) supondo que a taxa de formação de cloreto de hidrogênio calculada no item (a) se mantenha ao longo de toda a reação e que haja reagentes suficientes, faça uma previsão da quantidade de HCl obtida após 15 segundos de reação.

c) compare o valor obtido no item (b) com os dados do gráfico. Discuta as diferenças e proponha uma explicação.

8. Sabendo que a reação A + B $\longrightarrow$ C apresenta a lei cinética $v = k[B]^2$, responda ao que se pede.

a) Se a concentração de A for duplicada, haverá variação na rapidez da reação? Justifique.

b) Se a concentração de B for duplicada, como será a variação na rapidez da reação?

c) Quais são as ordens da reação em relação a A e B, e qual é a ordem global da reação?

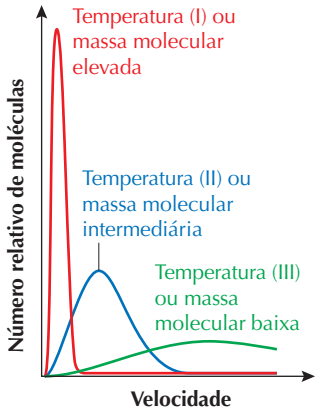
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

d) Qual dos dois mecanismos propostos a seguir melhor representa o que ocorre no processo?

Mecanismo 1	Mecanismo 2
Etapa 1 (lenta): $A + A \longrightarrow A_2$	Etapa 1 (lenta): $B + B \longrightarrow B_2$
Etapa 2: $A_2 + B \longrightarrow A + AB$	Etapa 2: $A + B_2 \longrightarrow B + AB$
Etapa 3: $AB \longrightarrow C$	Etapa 3: $AB \longrightarrow C$

9. O gráfico a seguir representa a tendência geral de distribuição da velocidade molecular em função da temperatura e da massa molecular.



ADILSON SECCO

a) Associe os termos "elevada", "intermediária" e "baixa" aos números (I), (II) e (III) para a temperatura, de forma que as frases no gráfico sejam completadas corretamente. Justifique.

b) Considerando a energia cinética constante, explique o efeito da redução da massa molecular sobre a velocidade média das moléculas indicada no gráfico.

c) De acordo com sua resposta ao item (b), e considerando os gases hidrogênio (H_2), oxigênio (O_2) e nitrogênio (N_2), à mesma temperatura, associe cada um dos gases a uma das curvas (vermelha, verde ou azul).

10. Os estudos cinéticos podem ser estendidos para processos biológicos. Em uma fruteira, uma banana amadureceu e começou a embolorar. O processo foi observado e registrado durante 20 dias. No primeiro dia, 2% da superfície da banana estava coberta por fungos; no quinto dia, esse percentual aumentou para 15%; no décimo dia, 40% da superfície da banana estava embolorada, chegando a 100% no vigésimo dia.

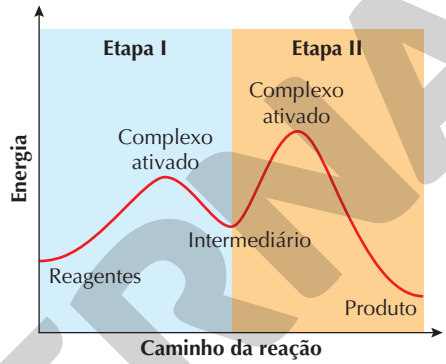
a) Esboce um gráfico que represente o crescimento da área coberta por fungos em função do tempo.

b) A taxa de proliferação dos fungos permaneceu constante durante os 20 dias de observação? Justifique por meio do gráfico ou de cálculos.

c) A hipótese de que, dentro do prazo de validade, o alimento permanece inalterado e não oferece risco à saúde mas, assim que o prazo de validade é atingido, ele se deteriora rápida e totalmente e se torna impróprio para o consumo, é plausível em função dos dados deste experimento?

11. Observe o diagrama de energia a seguir, que corresponde a uma única reação química que ocorre em duas etapas. Em seguida, responda ao que se pede e justifique.

Diagrama de energia para uma reação em duas etapas



LUIZ RUBIO

a) A reação global é endotérmica ou exotérmica?

b) Qual é a etapa mais lenta da reação?

c) Utilizando o código a seguir, represente as duas etapas de reação e a reação global por meio de equações químicas:

Reagentes = R; Intermediário = I; Produtos = P.

d) Considerando que as reações possam ser revertidas, o que é mais provável: que o intermediário forme os produtos ou que regenere os reagentes?

e) Suponha que, à reação química representada, tenha sido acrescentado um catalisador capaz de aumentar a rapidez da etapa I. Faça as alterações necessárias no diagrama de energia para que essa nova situação seja caracterizada e indique no diagrama as energias de ativação das duas etapas.

f) A adição do catalisador tem algum efeito sobre a rapidez da reação global?

12. Uma cooperativa do setor de alimentos planeja acrescentar abóbora inteira e com casca ou picada e sem casca à lista de produtos que já comercializa. Avalie, com base no que foi estudado neste tema, se pode haver diferença no prazo de validade para esses dois novos produtos.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

MODERNA

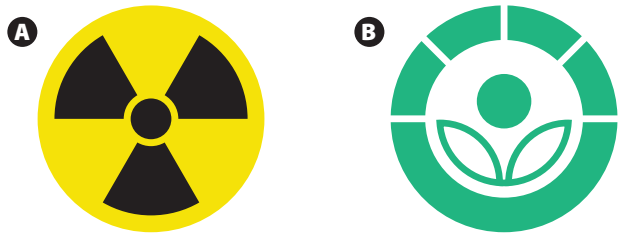
TEMA 3

Radioatividade

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6
Habilidades: EM13CNT103; EM13CNT104; EM13CNT203; EM13CNT301; EM13CNT307

Você conhece os símbolos abaixo e sabe o que representam?



ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 3.1
(A) Símbolo trifólio.
(B) Símbolo radura.

O símbolo da **Figura 3.1 A** é chamado de trifólio e representa "perigo de radiação para humanos"; o símbolo da **Figura 3.1 B** é chamado de radura e representa "alimento tratado por radiação". É evidente que, se encontrarmos uma porta ou uma caixa com o símbolo trifólio, estaremos diante de algo potencialmente perigoso. Já o segundo símbolo, radura, representa algo totalmente seguro: o alimento foi tratado por radiação, mas não é, em si, radioativo. Pode ser consumido, e o controle dessa atividade é feito, no Brasil, pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa).

Mas o que é radiação e o que é radioatividade?

Radiação é a propagação de energia entre dois pontos que ocorre por meio de ondas eletromagnéticas ou partículas em movimento, como estudaremos com detalhes neste Tema. Recebe esse nome por se propagar de forma **radial**, isto é, partindo do centro. Quando um material emite radiação de forma espontânea, dizemos que ele apresenta **radioatividade**.

A radioatividade tem várias aplicações que visam melhorar o nosso bem-estar. O seu uso se faz presente, por exemplo, na medicina diagnóstica, na datação de materiais e, como já foi citado, na conservação de alimentos.

O início dos estudos sobre a radioatividade se deu com o físico francês Antoine Henri Becquerel (1852-1908). No ano de 1896, Becquerel realizou experimentos para investigar a capacidade de uma substância de emitir luz quando exposta à radiação eletromagnética. Suas investigações envolviam a fosforescência e a fluorescência. A diferença básica entre esses dois processos é o intervalo de tempo entre a exposição e a emissão. No caso da fosforescência, o intervalo de tempo é maior que 10^{-8} s; para a fluorescência, o intervalo é menor que 10^{-8} s. Em sua pesquisa, Becquerel usou cristais de sulfato duplo de urânio e potássio e percebeu que esses cristais emitiam radiação mesmo sem exposição à luz, ou seja, espontaneamente.

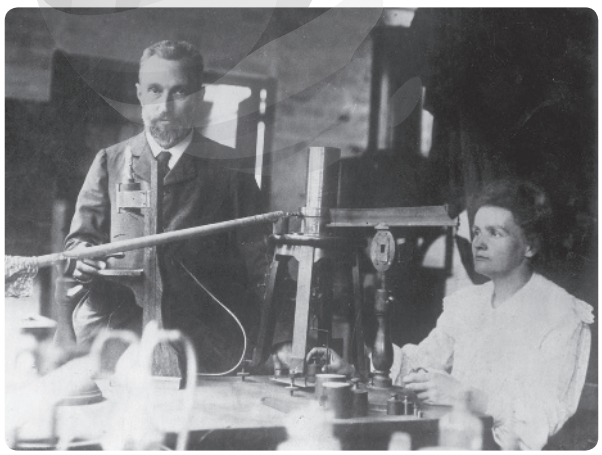


PHOTO 12/UNIVERSAL IMAGES GROUP EDITORIAL/GETTY IMAGES

Figura 3.2 Pierre Curie (1859-1906) e Marie Curie (1867-1934).

Posteriormente, os químicos franceses Marie Curie (1867-1934) e Pierre Curie (1859-1906) (**Fig. 3.2**) continuaram esses estudos e chegaram a importantes resultados, como a detecção de dois novos elementos químicos que também emitiam radiação, batizados de polônio (Po) e rádio (Ra).

Os estudos pioneiros sobre a radioatividade renderam a Antoine Henri Becquerel, Marie Curie e Pierre Curie o Prêmio Nobel de Física em 1903.

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

MODERNA

Força nuclear

Para entendermos a natureza da radioatividade, precisamos compreender a estrutura do núcleo de um átomo. Ele é formado por dois tipos de partícula: os prótons, que têm carga elétrica positiva, e os nêutrons, que não têm carga elétrica. Essas duas partículas são denominadas **núcleons** e mantêm-se unidas no núcleo por causa da **força nuclear forte**, que tem um alcance da ordem de 10^{-15} m (ordem do diâmetro do núcleo atômico). A força nuclear forte recebe esse nome porque, em geral, sua intensidade é maior do que a repulsão coulombiana (força elétrica) entre os prótons. É a interação entre os núcleons que, por meio da força forte, mantém o núcleo coeso. A força nuclear forte é também responsável por manter unidas as partículas denominadas *quarks*. Os *quarks* são partículas elementares que formam os prótons e nêutrons.

Há ainda uma segunda força, conhecida como **força nuclear fraca**, que explica os processos de emissão de radiação, quando há a transformação de um próton em um nêutron ou de um nêutron em um próton. Esse processo de transformação ocorre no chamado decaimento beta, como veremos adiante.

Para identificar o núcleo de um elemento são usados três números: o número de prótons, ou número atômico (Z); o número de nêutrons (N); e o número de massa (A). O número de massa é dado pela soma dos números de prótons e de nêutrons ($A = Z + N$). Na notação que identifica um elemento químico X qualquer, representamos A e Z da seguinte maneira: ${}^{A}_{Z}\text{X}$.

Há casos de elementos com números atômicos iguais, mas números de massa diferentes. Esses elementos são denominados **isótopos**. O hidrogênio, por exemplo, tem três isótopos:

- ${}^{1}_{1}\text{H}$ é o hidrogênio. Seu núcleo tem um próton e número de massa 1;
- ${}^{2}_{1}\text{H}$ é o deutério. Seu núcleo tem um próton e um nêutron e número de massa 2;
- ${}^{3}_{1}\text{H}$ é o trítio. Seu núcleo tem um próton e dois nêutrons, com número de massa 3.

Assim como podem apresentar números atômicos iguais, os elementos também podem ter números de massa iguais. Esses elementos são chamados de **isóbaros** — os elementos ${}^{14}_{6}\text{C}$ e ${}^{14}_{17}\text{N}$, por exemplo.

Sobre o formato dos núcleos atômicos, podemos considerá-los aproximadamente esféricos. Dessa forma, seus raios podem ser calculados, com razoável precisão, pela seguinte fórmula:

$$r = r_0 \sqrt[3]{A}$$

em que r_0 é uma constante igual a 1,2 femtômetros (fm) ou $1{,}2 \cdot 10^{-15}$ m.

Tomemos um exemplo envolvendo o elemento ${}^{60}_{27}\text{Co}$ (cobalto), muito utilizado em um processo de conservação de alimentos conhecido como irradiação, conforme veremos adiante. Quais são seus números de massa, de prótons e de nêutrons? E qual é o valor do raio do seu núcleo?

O número de massa e o número de prótons podem ser obtidos apenas observando-se a representação do elemento, ou seja:

$A = 60$ e $Z = 27$

O número de nêutrons pode ser calculado como:

$A = Z + N \Rightarrow 60 = 27 + N \Rightarrow$
$\Rightarrow N = 60 - 27 \therefore N = 33$

O raio do núcleo pode ser calculado pela fórmula:

$r = r_0 \sqrt[3]{A} \Rightarrow r = 1{,}2 \cdot \sqrt[3]{60} \therefore r \simeq 4{,}7$ fm

Energia de ligação nuclear

As massas dos prótons e dos nêutrons têm valores muito próximos, mas diferem bastante da massa do elétron. A **Tabela 3.1** apresenta as massas dos constituintes de um átomo, em unidades de massa atômica ($1\text{ u} = 1{,}66054 \cdot 10^{-27}$ kg):

Tabela 3.1 Massas do próton, do nêutron e do elétron

Partícula	Massa (u)
Próton	1,007276
Nêutron	1,008665
Elétron	$5{,}4858 \cdot 10^{-4}$

Fonte: NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. Codata recommended values of the fundamental physical constants: 2018. *NIST SP*, 961, 2019. Disponível em: <https://physics.nist.gov/cuu/pdf/wall_2018.pdf>. Acesso em: 28 maio 2020.

Desse modo, podemos calcular a massa do núcleo de um átomo com Z prótons e N nêutrons como:

$$M_T = Z \cdot m_p + N \cdot m_n$$

sendo m_p a massa do próton e m_n a massa do nêutron. Para o caso do ${}^{60}_{27}\text{Co}$, temos:

$M_T = 27 \cdot 1{,}007276\text{ u} + 33 \cdot 1{,}008665\text{ u} \therefore$
$\therefore M_T = 60{,}4824\text{ u}$

Comparando-se o resultado obtido com o de uma tabela de massas nucleares (em que o valor da massa de cobalto é de 59,9338 u), existe uma diferença menor do que 1%. Isso acontece porque não foi incluída a **energia de ligação do núcleo**. Essa energia pode ser calculada pela equação da conversão, que é equivalente à massa.

A **energia de ligação nuclear** é calculada pela chamada **fórmula de equivalência massa-energia**, apresentada pelo físico alemão Albert Einstein (1879-1955):

$$E_{\text{ligação}} = \Delta m \cdot c^2$$

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

MODERNA

em que Δm é a diferença entre a soma das massas dos núcleons (prótons e nêutrons) e a massa M do núcleo formado, c é a velocidade da luz igual a 299.792.458 m s $^{-1}$.

Assim, podemos calcular a energia de ligação média por núcleon de um núcleo atômico de massa M, em função do número de prótons Z, de nêutrons N e de suas massas m_p e m_n. Considerando a fórmula de equivalência massa-energia, temos:

$$E_{\text{ligação}} = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M) \cdot c^2$$

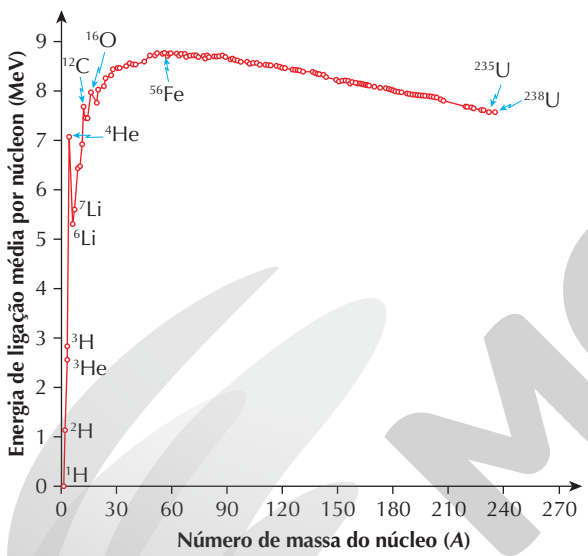
Para obtermos a energia de ligação média por núcleon, devemos dividir a energia de ligação pelo número de prótons Z e nêutrons N no núcleo. Portanto:

$$E_{\text{ligação por núcleon}} = \frac{(Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M) \cdot c^2}{Z + N}$$

A energia de ligação nuclear média por núcleon em função do número de massa do núcleo pode ser observada na **Figura 3.3**. No gráfico, a maior energia de ligação média é 8,79 MeV, que corresponde ao $^{56}_{26}$Fe; portanto, esse é o núcleo mais estável conhecido.

ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 3.3 Energia de ligação média por núcleon em função do número de massa do núcleo

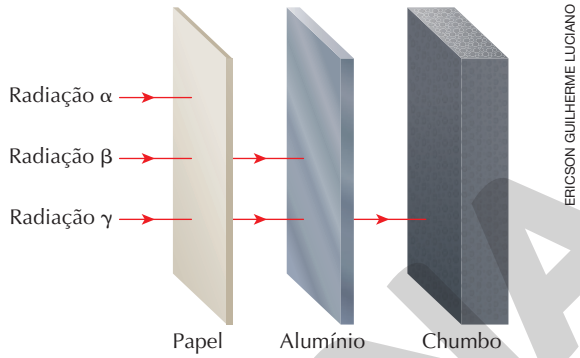


Fonte: BLEAM, W. *Soil and Environmental Chemistry*. 2. ed. Academic Press, 2017.

Tipos de decaimento

Podemos agora estudar a natureza da radioatividade, observada em detalhes pelo físico e químico Ernest Rutherford (1871-1937), que identificou a emissão de radiação como resultado da desintegração de núcleos atômicos instáveis. Rutherford verificou três tipos de emissão denominados **radiação alfa** (α), **beta** (β) e **gama** (γ).

Essas radiações têm diferentes poderes de penetração, ou seja, atravessam os materiais de formas diferentes (**Fig. 3.4**). A radiação alfa apresenta baixo poder de penetração, sendo que uma folha de papel pode barrá-la. Já a radiação beta é mais penetrante que a alfa, e é necessária uma folha de alumínio para barrá-la. A radiação gama é a mais penetrante de todas, e para barrá-la são necessários alguns centímetros de chumbo, dependendo da energia da radiação.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 3.4 As radiações alfa, beta e gama têm diferentes poderes de penetração. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Alguns detectores de fumaça utilizam a radiação do amerício 241 ($^{241}_{95}$Am), que espontaneamente emite partículas formadas por dois prótons e dois nêutrons (assim como o núcleo do hélio). Essas partículas são chamadas de **partículas alfa**. Na prática, o detector mede o número partículas alfa que saem da amostra de amerício. Na presença de fumaça, a contagem de partículas alfa no detector diminui.

Um processo como esse, no qual ocorre a emissão espontânea de uma partícula alfa de um núcleo, é chamado de **decaimento alfa**, que pode ser representado como:

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}\alpha$$

Na equação acima, X é o elemento original, também chamado de elemento pai, e Y o elemento resultante após o decaimento, também chamado de elemento filho. E $^{A}_{Z}X$ denota um **nuclídeo**, que é um átomo com número atômico (Z) e número de massa (A) bem definidos. Note que as partículas alfa ($^{4}_{2}\alpha$) são núcleos de hélio (He) e podem ser representadas por $^{4}_{2}$He.

Se uma partícula alfa se choca com um núcleo de $^{9}_{4}$Be, resultando em um núcleo de carbono mais um nêutron, como representar a reação ocorrida?

Representando a partícula alfa por $^{4}_{2}$He, a reação é dada por:

$$^{4}_{2}\text{He} + {}^{9}_{4}\text{Be} \longrightarrow {}^{12}_{6}\text{C} + {}^{1}_{0}\text{n}$$

Um dos nuclídeos utilizados na conservação de alimentos é o cobalto-60. Com 27 prótons e 33 nêutrons, o cobalto-60 passa por uma transformação diferente do decaimento alfa. Nessa transformação, o número de massa se mantém, mas a carga total do núcleo (logo, o número

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

MODERNA

atômico) se altera: o núcleo do cobalto-60 decai em um núcleo de níquel (Ni) com 28 prótons e 32 nêutrons e, como fruto dessa transformação, duas partículas são emitidas, como veremos a seguir. Na prática, nessa diferente transformação, o *quark* que compõe um dos prótons muda de estado e passa a se apresentar como um nêutron.

Esse é um exemplo do chamado **decaimento beta**, no qual a composição de prótons e nêutrons do núcleo se modifica, ou seja, a carga elétrica aumenta ou diminui, pois há emissão de elétron (β^-) ou pósitron (β^+). O pósitron é uma partícula idêntica ao elétron, com exceção de sua carga elétrica, que é positiva.

O pósitron ou o elétron emitido durante o decaimento beta são chamados de partículas beta. Dessa forma, no decaimento beta, o núcleo mantém seu número de massa, mas o número atômico aumenta ou diminui em uma unidade. Esse decaimento pode ser representado por:

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + \beta^- + \bar{\nu}$$

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + \beta^+ + \nu$$

Os símbolos ν e $\bar{\nu}$ representam um neutrino e um antineutrino, respectivamente. Um neutrino é uma partícula de massa muito pequena e sem carga elétrica. O antineutrino é a antipartícula do neutrino, sendo que as antipartículas constituem a chamada antimatéria. Essas partículas participam conservando a energia e a quantidade de movimento do processo de decaimento.

Quando ocorre o decaimento alfa ou beta, ou seja, quando o núcleo emite uma partícula alfa ou beta, o elemento se transforma em outro. Esse processo chama-se **transmutação**.

Durante o decaimento beta do cobalto-60, descrito no exemplo anterior, não ocorre emissão de energia apenas por meio das partículas, pois radiação eletromagnética é emitida ao mesmo tempo.

Além dos decaimentos descritos anteriormente, podemos ter o chamado **decaimento gama**, que ocorre quando o núcleo emite um fóton de alta energia associado à mudança de energia do núcleo entre dois estados. A radiação emitida nesse decaimento é chamada de **radiação gama**.

O decaimento gama pode ser representado como:

$$^{A}_{Z}X^{*} \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + \gamma$$

Nessa equação, $^{A}_{Z}X^{*}$ indica que o núcleo está em um estado de maior energia que $^{A}_{Z}X$. Esse estado de maior energia é comumente denominado **estado excitado**. Nesse processo de decaimento não ocorre a transformação de um elemento em outro; por isso, o decaimento gama não é um processo de transmutação.

Radioisótopos e meia-vida

Os núcleos instáveis, também chamados de núcleos radioativos, podem ser encontrados na natureza ou produzidos em laboratórios ou usinas nucleares por reações nucleares. Na natureza, o urânio natural apresenta-se como uma mistura de dois isótopos – $^{238}_{92}U$ e $^{235}_{92}U$ –, e a maior parte é $^{238}_{92}U$. Como vimos anteriormente, isótopos são nuclídeos que têm mesmo número de prótons, mas número diferente de nêutrons. Os isótopos com um núcleo instável, que emite radiação, denominam-se **radioisótopos**.

Por exemplo, o elemento $^{235}_{92}U$ vai passar por sucessivos decaimentos alfa e beta, ou seja, vai se transmutar até tornar-se chumbo $^{207}_{82}Pb$, que é um elemento estável e não radioativo (**Fig. 3.5**).

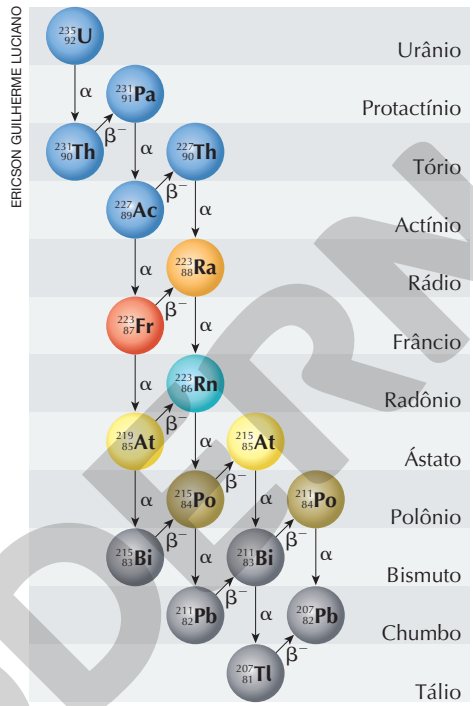


Figura 3.5 Representação esquemática da série radioativa do $^{235}_{92}U$.

Além de ser encontrado naturalmente, um radioisótopo pode ser produzido de forma artificial. Estudos envolvendo radioisótopos artificiais tiveram início com a química francesa Irène Joliot-Curie (1897-1956), que era filha de Marie Curie e Pierre Curie, e seu marido, o físico francês Frédéric Joliot-Curie (1900-1958). O casal produziu artificialmente, em 1934, os elementos fósforo $^{30}_{15}P$ e nitrogênio $^{13}_{7}N$, fazendo com que partículas alfa atingissem os núcleos dos elementos alumínio $^{27}_{13}Al$ e boro $^{10}_{5}B$, processo conhecido como bombardeamento por partículas alfa. Esse processo de produção do fósforo $^{30}_{15}P$ e nitrogênio $^{13}_{7}N$ pode ser descrito como:

$$^{27}_{13}Al + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{30}_{15}P + {}^{1}_{0}n$$

$$^{10}_{5}B + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{13}_{7}N + {}^{1}_{0}n$$

Por sua vez, os radioisótopos artificiais $^{30}_{15}P$ e $^{13}_{7}N$ decaem em $^{30}_{14}Si$ e $^{13}_{6}C$, respectivamente.

Vimos, então, que um radioisótopo passa por decaimentos até alcançar a estabilidade. No caso do urânio (U), ele se transmuta até se tornar chumbo (Pb). Nesse processo, o tempo é um importante fator a se levar em conta. Pode-se considerar o intervalo de tempo no qual o número de núcleos da amostra radioativa cai pela metade. Esse intervalo de tempo é denominado **meia-vida** $\left(t_{1/2}\right)$.

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

MODERNA

O $^{238}_{92}U$, por exemplo, tem meia-vida extremamente longa, cerca de 4,5 bilhões de anos. Já o $^{235}_{92}U$ tem meia-vida de "apenas" 703,8 milhões de anos, sendo, portanto, mais instável que o $^{238}_{92}U$. Outros elementos têm meia-vida significativamente mais curta, como o radônio-222, formado após o decaimento do rádio-226, com meia-vida de apenas 3,82 dias. Materiais mais instáveis têm meia-vida ainda menor, como a do polônio-214, que é de aproximadamente $1{,}6 \cdot 10^{-4}$ s.

Veja na **Tabela 3.2** a meia-vida de alguns radioisótopos.

Tabela 3.2 Meia-vida de alguns radioisótopos

Nome do elemento	Símbolo	Meia-vida
Urânio-238	$^{238}_{92}U$	$4{,}468 \cdot 10^{9}$ anos
Rádio-226	$^{226}_{88}Ra$	1.600 anos
Césio-137	$^{137}_{55}Cs$	30,08 anos
Estrôncio-90	$^{90}_{38}Sr$	28,9 anos
Iodo-131	$^{131}_{53}I$	8 dias
Radônio-222	$^{222}_{86}Rn$	3,82 dias
Iodo-128	$^{128}_{53}I$	24,99 minutos
Prata-110	$^{110}_{47}Ag$	24,6 segundos
Radônio-217	$^{217}_{86}Rn$	0,54 milissegundos
Polônio-214	$^{214}_{84}Po$	163,6 microssegundos

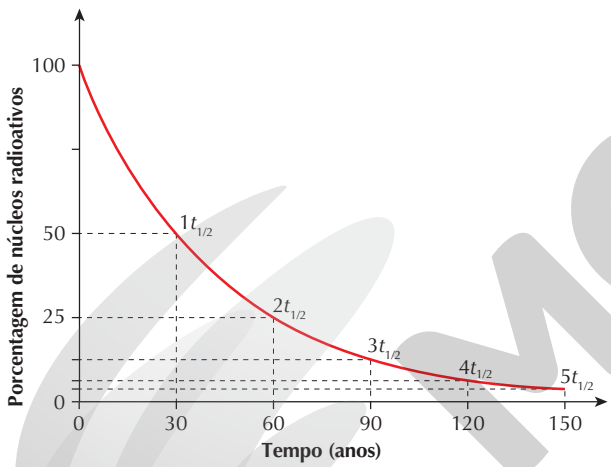
Fonte: NATIONAL NUCLEAR DATA CENTER. Interactive Chart of Nuclides. Disponível em: <https://www.nndc.bnl.gov/nudat2/>. Acesso em: 28 maio 2020.

O césio-137 é um radioisótopo que, no Brasil, ficou muito conhecido depois de 1987, devido a um acidente no município de Goiânia (GO). Na ocasião, um equipamento de radioterapia indevidamente descartado foi desmontado, e uma cápsula de seu interior contendo césio-137 foi aberta. O material, por brilhar no escuro, foi distribuído até entre crianças. Esse acidente extremamente sério afetou a saúde de centenas de pessoas. O césio-137 é, ainda hoje, uma das principais fontes radioativas no entorno da usina de Chernobyl, que explodiu em 1986. Em Fukushima, no Japão, onde um acidente com uma usina nuclear ocorreu em 2011, altos níveis desse radioisótopo também foram encontrados.

Se quisermos saber quanto tempo é necessário para que uma amostra que contenha césio-137 tenha essa quantidade de radioisótopos reduzida pela metade, precisamos saber o valor da sua meia-vida.

A **Figura 3.6** apresenta o gráfico com o decaimento radioativo percentual do césio-137, em função da idade da amostra.

Figura 3.6 Gráfico de decaimento radioativo



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Observando o gráfico e analisando a **Tabela 3.2**, responda: qual é a meia-vida do césio-137? E qual seria a porcentagem de núcleos radioativos presente na amostra após duas meias-vidas? E após três meias-vidas?

Pelo gráfico podemos ver que o radioisótopo tem meia-vida $t_{1/2} = 30$ anos. De acordo com a tabela, o radioisótopo é o $^{137}_{55}Cs$. Já a porcentagem de núcleos depois de duas e três meias-vidas, com base na análise do gráfico, é de 25% e 12,5%, respectivamente.

Aplicações da radioatividade e irradiação de alimentos

Os radioisótopos têm diversas aplicações, tanto na área médica quanto na área industrial. Na área médica, eles são empregados no tratamento e diagnóstico de doenças. A **radioterapia**, por exemplo, utiliza radiação para impedir a proliferação ou destruir células anormais que formam um tumor. Os radioisótopos podem ainda ser usados para fins de diagnóstico. Por exemplo, pequenas doses de iodo-131 podem ser administradas a um paciente para que sejam absorvidas pela glândula tireoide. Quando o paciente é colocado em uma câmara que detecta a radiação emitida pelo iodo, imagens são formadas indicando a condição da glândula. Quando o radioisótopo é associado a um fármaco, que é o nome dado à substância química usada como princípio ativo de medicamentos, ele passa a ser chamado de **radiofármaco**.

MODERNA

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

Na área industrial, os radioisótopos podem ser utilizados em um processo conhecido como **irradiação de alimentos**. A irradiação de alimentos se faz presente em mais de 50 países e consiste na esterilização de alimentos quando expostos a uma fonte de radiação (**Fig. 3.7 A**), reduzindo ou eliminando microrganismos e insetos nocivos. A irradiação não torna o alimento radioativo, não compromete sua qualidade nutritiva e não muda sua cor ou textura.

SEAN GARDNER FOR THE WASHINGTON POST VIA GETTY IMAGES

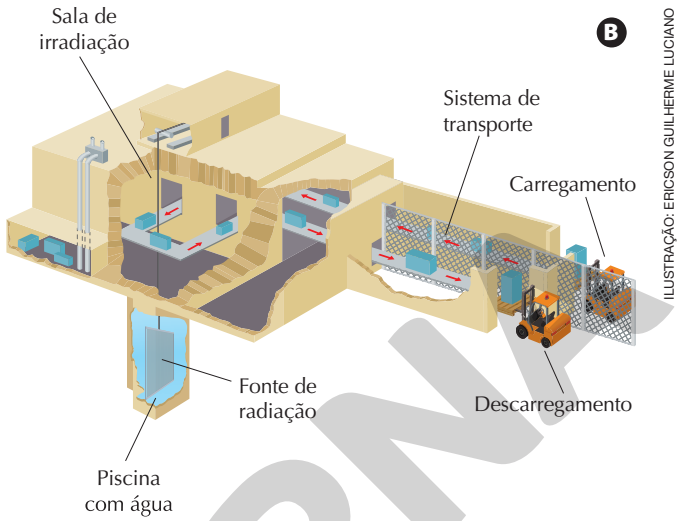


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 3.7 (A) Contêineres de alumínio com alimentos prestes a serem irradiados no centro de irradiação Vinagamma, no Vietnã. sem data. **(B)** Representação esquemática simplificada de uma instalação para irradiação de alimentos. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A irradiação de alimentos geralmente se dá por meio do radioisótopo $^{60}_{27}Co$, que emite radiação gama. O esquema da **Figura 3.7 B** mostra o processo no qual os alimentos são expostos a uma fonte que emite essa radiação. Quando não está sendo utilizada, a fonte é armazenada em uma piscina com água.

No Brasil, a irradiação de alimentos é devidamente legalizada pela Resolução da Anvisa RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001, e pela Instrução Normativa nº 9, de 24 de fevereiro de 2011, do Ministério da Agricultura. De acordo com as normas, deve ser utilizada radiação com energia inferior ao limiar das reações nucleares que poderiam tornar o alimento radioativo. Dessa forma, há garantias de que o alimento é seguro para consumo.

No Brasil, as embalagens dos alimentos irradiados devem apresentar a informação "Alimento tratado por processo de irradiação". Alguns países usam o símbolo denominado radura, mostrado no início do Tema, mas a sua utilização é facultativa, de acordo com o *Codex Alimentarius* – um conjunto de padrões, códigos e orientações relacionados à produção e à segurança alimentar – reconhecido internacionalmente.

Fissão nuclear

O processo no qual o núcleo de um átomo se divide em duas ou mais partes menores é chamado de **fissão nuclear** (**Fig. 3.8**). A ocorrência de fissão de forma natural é rara; normalmente a reação se dá de forma artificial, quando um núcleo é bombardeado (atingido) por partículas alfa, prótons ou nêutrons, por exemplo, liberando grande quantidade de energia.

Na reação de fissão, o resultado é a geração de núcleos menores, nêutrons e energia, sendo que a energia total deve se conservar. Devido à energia liberada, a fissão nuclear é utilizada em usinas termonucleares para a geração de energia elétrica.

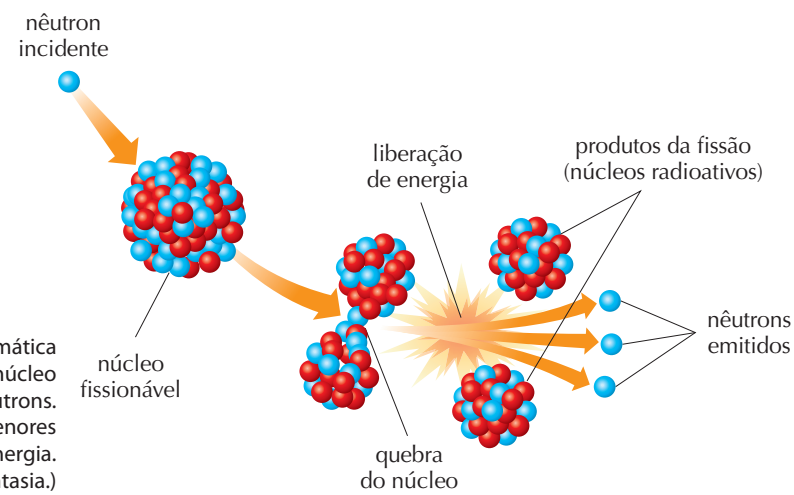


ILUSTRAÇÃO: ADILSON SECCO

Figura 3.8 Representação esquemática da reação de fissão artificial. Nela, o núcleo alvo é bombardeado por nêutrons. O núcleo se divide em núcleos menores (produtos de fissão), nêutrons e energia. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

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

MODERNA

US DEPT OF ENERGY/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

Figura 3.10 Amostra de urânio enriquecido, isto é, com alta concentração de urânio-235.

Um exemplo de reação de fissão (**Fig. 3.9**) é a do urânio-235 (**Fig. 3.10**) ao ser bombardeado por um nêutron:

$$^{235}_{92}U + n \longrightarrow {}^{92}_{36}Kr + {}^{141}_{56}Ba + 3n + \text{Energia}$$

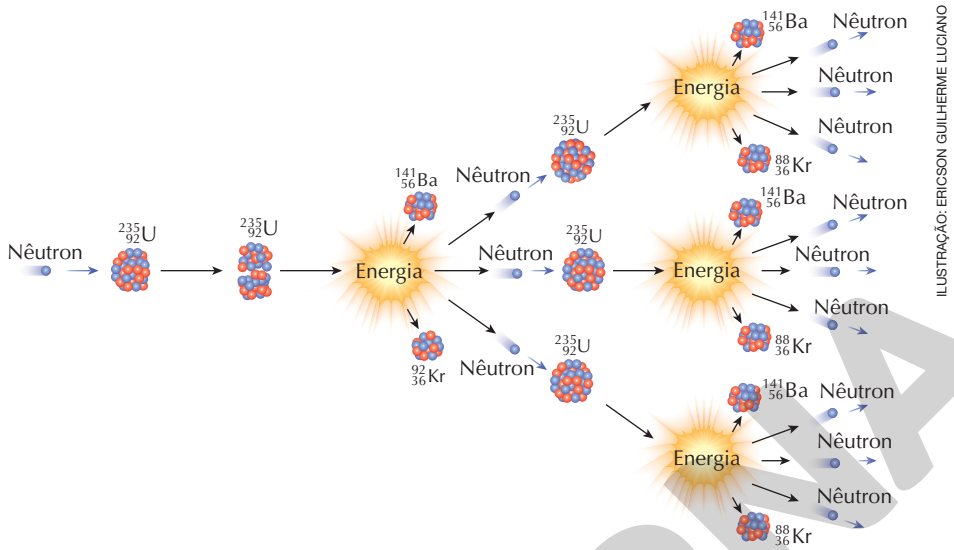


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 3.9 Representação esquemática da reação de fissão do $^{235}_{92}U$. Nela, ocorre a liberação de nêutrons, que colidem com outros núcleos de $^{235}_{92}U$, provocando uma reação em cadeia. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

O esquema mostra que, após o bombardeio inicial, outros nêutrons são liberados. Eles colidirão com outros núcleos de urânio-235, iniciando uma reação de fissões em cadeia que vai liberar cada vez mais energia. Nas usinas termonucleares, as reações se dão em reatores e são controladas para que não continuem indefinidamente. A energia da reação de fissão é usada para aquecer água, que se transforma em vapor e move turbinas, gerando energia elétrica.

Quando a reação de fissão é usada para fins bélicos, como as bombas nucleares detonadas em Hiroshima e Nagasaki, no Japão, em 1945, não há controle das reações.

Um dos problemas da produção de energia usando fissão nuclear são os elementos radioativos instáveis gerados no processo, chamados de **rejeitos radioativos**. Esses rejeitos são extremamente prejudiciais ao ambiente e ao ser humano e, portanto, devem ser isolados até decaírem totalmente e perderem a radioatividade, o que pode levar milhares de anos. Por isso, o rejeito radioativo é geralmente enterrado em locais revestidos com chumbo e grossas paredes de concreto.

Fique por dentro

Irradiação de alimentos
JUNIOR, M. F.; VITAL, H. C. *Agência Embrapa de Informação Tecnológica*. Texto da Embrapa sobre o processo de irradiação de alimentos e segurança alimentar.
Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fjlb22hl02wyiv80sq98yq94hs31y.html>
Acessos em: 28 maio 2020.

Atividades

Registre em seu caderno

1. Quais são os núcleons que compõem o núcleo atômico? Por que a soma da massa dos núcleons não é igual ao valor obtido experimentalmente?
2. Escreva a equação da emissão de uma partícula alfa (carga +2 e número de massa 4) por um átomo de $^{226}_{88}Ra$ e descubra qual é o elemento resultante.
3. Informe o número atômico, a massa e o número de nêutrons de cada elemento e calcule a massa total de cada um em unidade de massa atômica (u):
   a) $^{4}_{2}He$ b) $^{14}_{6}C$ c) $^{238}_{92}U$
4. (UFRGS-RS) Considere as afirmações sobre radioatividade nuclear.
   I. Todos os núcleos atômicos são radioativos.
   II. Todos os núcleos radioativos em uma dada amostra, depois de duas meias-vidas, já se desintegraram.
   III. No decaimento gama, um núcleo em um estado excitado decai para um estado de menor energia pela emissão de um fóton.

   Quais estão corretas?
   a) Apenas I.
   b) Apenas II.
   c) Apenas III.
   d) Apenas I e II.
   e) I, II e III.
5. Suponha que um determinado isótopo radioativo tenha meia-vida de 1 ano. Quanto restará da amostra original após 1 ano, 2 anos e 4 anos?

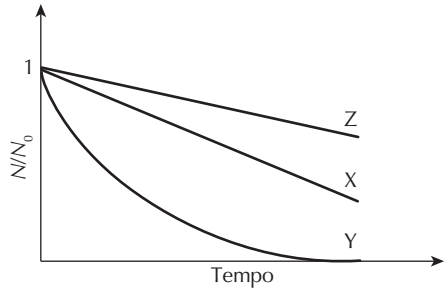
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

6. (PUC-RS) Define-se como meia-vida de um elemento radioativo o tempo necessário para que a metade dos átomos radioativos inicialmente presentes em uma amostra pura desse elemento se desintegre. Assim sendo, decorrido o tempo correspondente a uma meia-vida, o número de átomos radioativos, N, presentes na amostra será a metade do número inicial de átomos radioativos, N_0.

O gráfico a seguir mostra a fração de átomos radioativos, N/N_0, presentes em três amostras radioativas puras, X, Y e Z, em função do tempo.

ERICSON GUILHERME LUCIANO

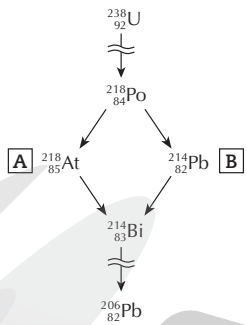


A alternativa que apresenta as amostras em ordem crescente de suas meias-vidas é:

a) X – Y – Z **c)** Y – X – Z **e)** Z – X – Y
b) X – Z – Y **d)** Y – Z – X

7. Na família radioativa do urânio-238, uma das etapas de decaimento é do polônio-218 (^{218}Po), que sofre duas desintegrações e se transforma no bismuto-214 (^{214}Bi). Essas desintegrações são apresentadas a seguir.

ADILSON SECCO



Determine o tipo de emissão em cada um dos decaimentos possíveis, até o bismuto-214, e explique por que essa transformação pode apresentar dois caminhos.

8. (ITA-SP) Considere as quatro proposições seguintes:

I. Os isótopos ^{16}O e ^{18}O do oxigênio diferenciam-se por dois nêutrons.
II. Sendo de 24.000 anos a meia-vida do ^{239}Pu, sua massa de 600 g reduzir-se-á a 200 g após 72.000 anos.
III. Um núcleo de ^{27}Mg se transmuta em ^{28}Al pela emissão de uma partícula β.
IV. Um fóton de luz vermelha incide sobre uma placa metálica causando a emissão de um elétron. Se esse fóton fosse de luz azul, provavelmente ocorreria a emissão de dois ou mais elétrons.

Então:

a) apenas uma das proposições é correta.
b) apenas duas das proposições são corretas.
c) apenas três das proposições são corretas.
d) todas elas são corretas.
e) nenhuma delas é correta.

9. (UFC-CE) O urânio-238 ($^{238}_{92}$U), número de massa A = 238 e número atômico Z = 92, é conhecido, entre outros aspectos, pela sua radioatividade natural. Ele inicia um processo de transformações nucleares, gerando uma série de elementos intermediários, todos radioativos, até resultar no chumbo-206 ($^{206}_{82}$Pb) que encerra o processo por ser estável. Essas transformações acontecem pela emissão de partículas α (núcleos de hélio, $^4_2$He) e de partículas β (a carga da partícula β é a carga de um elétron). Na emissão α, o número de massa A é modificado, e na emissão β, o número atômico Z é modificado, enquanto A permanece o mesmo. Assim, podemos afirmar que em todo o processo foram emitidas:

a) 32 partículas α e 10 partículas β.
b) 24 partículas α e 10 partículas β.
c) 16 partículas α e 8 partículas β.
d) 8 partículas α e 6 partículas β.
e) 4 partículas α e 8 partículas β.

10. O radioisótopo tecnécio-99 decai por emissão β e é o isótopo mais utilizado na medicina. Os seguintes dados foram coletados de uma amostra de ^{99}Tc:

Atividade radioativa do tecnécio-99	
Desintegração por minuto	**Tempo (h)**
180	0
130	2,5
104	5,0
77	7,5
59	10,0
46	12,5
24	17,5

a) Desenhe, em um papel milimetrado ou com o auxílio de uma planilha eletrônica, o gráfico de desintegrações por minuto em função do tempo correspondente a esses dados.
b) Com base no gráfico que desenhou, determine a meia-vida do tecnécio-99.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

MODELO

TEMA 4

Recursos essenciais no desenvolvimento vegetal

A produção de alimentos é tema fundamental para a sobrevivência da crescente população humana mundial. Cada vez mais, necessita-se de práticas agrícolas sustentáveis e com maior rendimento para diminuir os impactos dessa atividade no ambiente. O principal grupo de plantas de interesse alimentar são as angiospermas, caracterizadas pela formação de flores e frutos. No contexto da produção de alimentos, são requisitos para a compreensão da relação entre o manejo do solo e o incremento da produtividade por área cultivada: o entendimento de como ocorre a absorção e o transporte de água e de nutrientes minerais desde o solo até as folhas; o transporte de açúcares desde as folhas para as demais partes da planta; os ciclos biogeoquímicos de três importantes nutrientes vegetais, o nitrogênio, o fósforo e o potássio; e a atuação dos hormônios vegetais no crescimento e desenvolvimento das angiospemas.

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6
Habilidades: EM13CNT105; EM13CNT202; EM13CNT203; EM13CNT206; EM13CNT301

Obtenção e transporte de água e sais minerais

As angiosmermas, assim como as demais plantas, são seres fotossintetizantes, ou seja, realizam o processo autotrófico da **fotossíntese**. Nesse processo, a energia da luz solar, captada pelo pigmento verde clorofila, é empregada na síntese de moléculas orgânicas a partir das substâncias inorgânicas água e gás carbônico. A água é obtida do solo pelas raízes e o gás carbônico é obtido do ar, principalmente pelas folhas. Os sais minerais também são importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo aborvidos do solo pelas raízes, juntamente com água.

A água e os nutrientes minerais absorvidos pelas raízes formam a **seiva do xilema**, que é transportada para as folhas por células especializadas do **xilema**, um dos tipos de tecido condutor de seiva da planta. Nas folhas, as células clorofiladas realizam a fotossíntese e os açúcares produzidos nesse processo farão parte da **seiva do floema**, transportada para as demais partes da planta por células especializadas do **floema**, o outro tipo de tecido condutor da planta.

A absorção pelas raízes e a condução da seiva pelo xilema dependem de outro processo: a **transpiração**. Assim, começaremos nosso estudo por ela.

Fique por dentro

Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira

O documento, que traça a trajetória recente da agricultura brasileira, apresenta sete megatendências de futuro e desafios para a pesquisa agrícola.

Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao/o-futuro-da-agricultura-brasileira>. Acesso em: 18 maio 2020.

Transpiração

A transpiração caracteriza-se pela perda de água do corpo da planta sob a forma de vapor e ocorre principalmente pelas folhas. Estima-se que cerca de 95% da água absorvida do solo pelas plantas seja perdida na **transpiração foliar**. O restante é usado no metabolismo celular. Em geral, as plantas de interesse agrícola são as que apresentam maiores taxas de transpiração, justificando a importância da irrigação em plantações para garantir boa produtividade.

A transpiração foliar ocorre através da cutícula, falando-se em **transpiração cuticular**, e dos estômatos, falando-se em **transpiração estomática**.

A transpiração cuticular é pouco intensa e não é controlada pela planta. A cutícula é uma camada de cera que reveste a superfície externa das células aclorofiladas da epiderme. Ela impermeabiliza a folha e protege a planta da perda excessiva de água. Quanto mais espessa a cutícula, menor a perda de água através dela.

A transpiração estomática é a mais intensa e é controlada pela planta. Ela ocorre pelos **estômatos** (do grego *stoma* = boca), aberturas na epiderme foliar que colocam o interior da folha em contato com o ar atmosférico. Por esses poros, também há a entrada do gás carbônico presente no ar, importante na fotossíntese, e a saída do gás oxigênio, produto da fotossíntese, para o ar atmosférico.

O termo estômato também pode ser empregado para o conjunto formado pelas células-guarda e pelo poro.

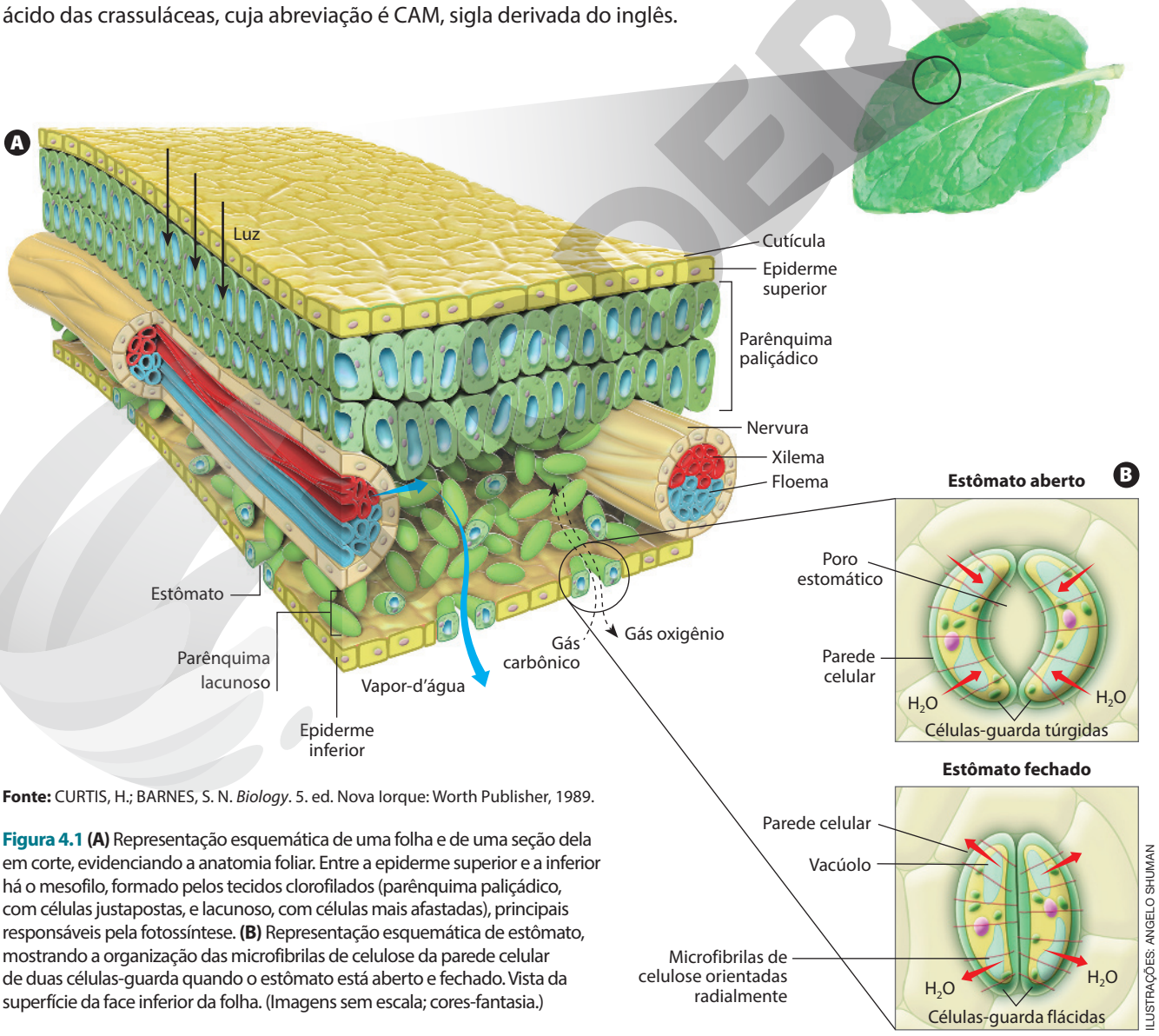
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

A abertura e o fechamento desses poros são realizados por duas células clorofiladas, as **células-guarda** (**Fig. 4.1**). Cada uma delas apresenta parede celular mais espessa na região ao redor do poro e microfibrilas de celulose dispostas radialmente. Essa disposição radial faz com que, quando as células-guarda estão túrgidas, ou seja, quando estão cheias de água, o poro fique aberto, e quando estão flácidas, ou seja, quando perdem água, fique fechado.

Os estômatos geralmente se abrem de dia e se fecham à noite. Pelo menos três estímulos ambientais promovem os movimentos estomáticos: a disponibilidade de água, a intensidade de luz e o teor de gás carbônico nos tecidos da planta. A abertura do estômato é estimulada pela redução do teor de gás carbônico no interior da folha, o que geralmente ocorre no início do dia, quando a planta começa a receber a luz e a fazer fotossíntese. A falta de água é o principal fator que influencia o fechamento do estômato. Havendo falta de água, os estômatos se fecham.

Há, no entanto, vários fatores que modificam o padrão de abertura dos estômatos. Plantas com adaptações a ambientes quentes e secos, como os cactos, o abacaxi e plantas suculentas da família das crassuláceas, ficam com os estômatos fechados durante o dia e abertos à noite. Estando fechados no período de luz, não seria possível a realização da fotossíntese. Essas plantas, no entanto, captam gás carbônico à noite, quando os estômatos estão abertos, e o convertem, intracelularmente, em ácidos orgânicos (málico e isocítrico). Estes se acumulam nas células clorofiladas das folhas e, durante o dia, mesmo com os estômatos fechados, degradam esses ácidos, liberando o gás carbônico no meio intracelular, que será empregado na fotossíntese. Esse tipo de metabolismo é chamado metabolismo ácido das crassuláceas, cuja abreviação é CAM, sigla derivada do inglês.

Em plantas tropicais, como o milho, a cana-de-açúcar e o sorgo, os estômatos se fecham durante o dia e o CO_2 presente nas folhas é captado pelo fosfoenolpiruvato (PEP) por células clorofiladas especializadas no mesofilo, dando origem a uma substância de quatro carbonos; por isso se fala em ciclo C4. Assim fixado, é armazenado na forma de malato.
O malato passa para células especializadas que formam uma bainha ao redor dos feixes vasculares e é quebrado, formando o CO_2, que é usado na fotossíntese.



ILUSTRAÇÕES: ANGELO SHUMAN

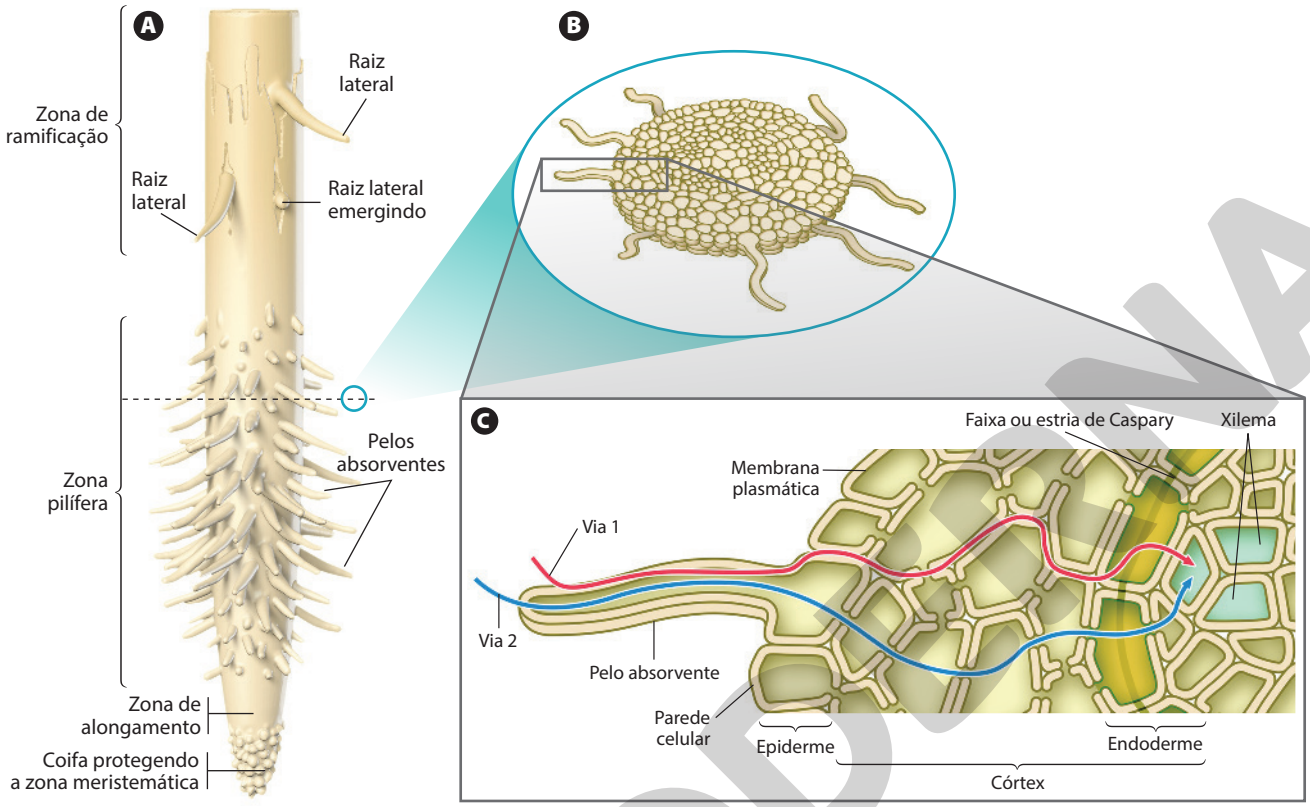
Fonte: CURTIS, H.; BARNES, S. N. *Biology*. 5. ed. Nova Iorque: Worth Publisher, 1989.

Figura 4.1 (A) Representação esquemática de uma folha e de uma seção dela em corte, evidenciando a anatomia foliar. Entre a epiderme superior e a inferior há o mesofilo, formado pelos tecidos clorofilados (parênquima paliçádico, com células justapostas, e lacunoso, com células mais afastadas), principais responsáveis pela fotossíntese. **(B)** Representação esquemática de estômato, mostrando a organização das microfibrilas de celulose da parede celular de duas células-guarda quando o estômato está aberto e fechado. Vista da superfície da face inferior da folha. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

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

Absorção

A principal região da raiz em que ocorre absorção é a zona pilífera, onde há pelos absorventes. Essa zona está localizada logo após a zona de alongamento das células recém-formadas pela zona meristemática. A água e os nutrientes minerais absorvidos do solo atingem o xilema basicamente por dois caminhos principais, como mostra a **Figura 4.2**.



ILUSTRAÇÕES: ANGELO SHUMAN

Fontes: MAUSETH, J. *Botany*. Burlington: Jones & Bartlett Publishers, 1988; CAMPBELL, N.; REECE, J. B. *et al*. *Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

Figura 4.2 **(A)** Representação esquemática da estrutura de uma raiz de angiosperma, identificando suas regiões. **(B)** Representação esquemática de corte transversal de raiz na região dos pelos absorventes. **(C)** Representação esquemática das principais vias de absorção de água e nutrientes minerais pelas raízes. A via 1, representada pela seta vermelha, mostra o caminho percorrido pela água e pelos sais minerais entre as células. A via 2, representada pela seta azul, indica o percurso percorrido pela água e pelos sais minerais por meio intracelular. Ambas as vias culminam no xilema, e a água e os sais minerais transportados formam a seiva do xilema. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Pela **via 1** (seta vermelha, **Fig. 4.2 C**), água e nutrientes minerais são transportados pelos espaços entre as paredes das células da epiderme e do parênquima cortical de modo passivo, por difusão. Pela **via 2** (seta azul, **Fig. 4.2 C**), os sais minerais são transferidos por transporte ativo ou passivo de uma célula para a outra, criando um gradiente de concentração que contribui para a absorção passiva de água por osmose.

Nos dois casos, no entanto, antes de chegar ao xilema, a água e os nutrientes minerais passam através de células especializadas do parênquima cortical que formam a **endoderme**. Essas células apresentam na parede celular faixas espessas de suberina (estrias de Caspary), uma substância impermeável, que impede a passagem da solução entre as células. As células da endoderme selecionam os íons que devem entrar no xilema e promovem seu transporte ativo. A água passa para o xilema por osmose. A endoderme também atua para impedir que os solutos acumulados no xilema retornem para o solo.

A absorção da água depende da diferença de concentração osmótica entre a solução presente no solo ao redor da raiz e a concentração da seiva no xilema, que geralmente é mais elevada que a do solo. Se a concentração do solo aumentar muito, o que pode ocorrer, por exemplo, em razão do excesso de adubos químicos, a absorção é reduzida ou cessa totalmente, o que pode levar a planta à morte.

Uma vez dentro do xilema, a água e os sais minerais são transportados até as folhas.

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

Condução da seiva do xilema

As células maduras do xilema relacionadas com o transporte de seiva são células mortas, com paredes celulares reforçadas com **lignina**, uma substância que impermeabiliza as células e aumenta sua resistência. Elas são alongadas e alinham-se formando finos capilares no corpo da planta, desde a raiz até as folhas. Essa organização do xilema e o reforço de lignina em suas células relacionam-se também com outra função desse tecido, que é a sustentação da planta.

A seiva do xilema é transportada rapidamente da raiz até as folhas das partes mais altas da planta, chegando a ascender a mais de 100 m de altura. Há duas teorias básicas para explicar como a seiva do xilema é transportada das raízes até as folhas:

- a água é empurrada da raiz para as folhas: pressão positiva ou impulso da raiz;
- a água é puxada a partir das folhas: coesão-tensão-adesão.

A **pressão positiva**, ou **impulso da raiz**, está relacionada ao transporte ativo de sais minerais para o interior do xilema da raiz, o que provoca aumento da concentração osmótica em relação à solução aquosa do solo. Com isso, há grande entrada de água por osmose, impulsionando a seiva bruta para cima. Esse fenômeno está restrito a algumas plantas de pequeno porte submetidas a certas condições especiais, como solos ricos em água e umidade do ar elevada. Nessas condições, o excesso de seiva pode inclusive sair sob a forma de gotas pelos **hidatódios**, poros que se localizam nas bordas das folhas de certas plantas, como o morangueiro (**Fig. 4.3**). Esse fenômeno é chamado **gutação** ou **sudação**.

Figura 4.3 Folhas de morangueiro (*Fragaria* sp.) com gotículas de seiva do xilema em suas bordas. Cada folíolo mede cerca de 6 cm de comprimento.

A gutação só ocorre quando a transpiração é muito lenta ou ausente, o que em geral acontece durante a noite, especialmente quando a temperatura está baixa e a umidade relativa do ar é elevada.

A pressão da raiz pode ser considerada um meio auxiliar de condução em condições especiais e um mecanismo que contribui para a absorção da água resultante do bombeamento ativo de íons para o interior do xilema.

A teoria da **coesão-tensão-adesão** é a que melhor explica a condução da seiva bruta. Segundo essa teoria, a perda de água por transpiração nas folhas gera uma **tensão** ou sucção, pois faz com que a concentração osmótica das células clorofiladas da folha aumente, o que promove a saída por osmose da água do xilema para as células da folha. Como os vasos do xilema são capilares muito finos, em função das propriedades de adesão e coesão das moléculas de água, elas são puxadas sob tensão. A propriedade de **coesão** deve-se à forte tendência que as moléculas de água têm de permanecer unidas pelas ligações de hidrogênio. A propriedade da **adesão** caracteriza-se pela forte tendência que as moléculas de água têm de permanecer unidas pelas ligações de hidrogênio com outras moléculas de natureza polar, como a interação entre as moléculas de água e as moléculas da parede do xilema. Assim, a tensão gerada nas folhas, associada às propriedades de adesão e coesão da água, faz com que se forme uma coluna contínua de água no interior do xilema, desde as raízes até as folhas. Nas raízes, essa tensão aumenta a capacidade de a planta absorver água e sais minerais do solo.

Condução da seiva do floema

O transporte da seiva do floema é denominado translocação, explicada pela hipótese do fluxo de massa, proposta em 1927 pelo botânico alemão Ernst Munch (1876-1946). Na translocação, a seiva do floema move-se ao longo de um gradiente decrescente de concentração osmótica, desde o local em que é produzida (concentração alta), como nas

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

MODERNA

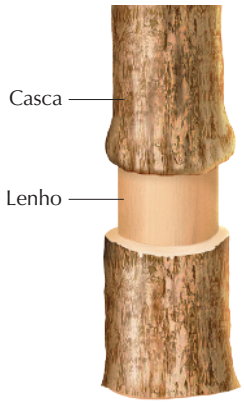


ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

Fonte: RAVEN, P. *et al*. *Biologia vegetal*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

Figura 4.4 Representação esquemática do anel de Malpighi: ao se remover um anel completo da casca de um tronco, nota-se após algumas semanas que a região acima do anel fica intumescida, o que se deve ao acúmulo de seiva do floema, que estimula a divisão celular. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

folhas, até o local em que é consumida (concentração baixa), como ápices caulinares e radiculares, ou armazenada, como em raízes, caules, frutos e sementes. Esse movimento segue o padrão fonte-dreno. A fonte de açúcares é a fotossíntese realizada nas folhas, e os drenos são as partes das plantas que não são capazes de realizar fotossíntese, como as raízes. As células responsáveis por esse transporte são alongadas, com grupos de poros na parede celular por onde a seiva passa de uma célula para outra, e são vivas, apesar de não possuírem núcleo. Elas se mantêm vivas, porque estão associadas a células nucleadas. Nos caules das angiospermas, o floema localiza-se na casa, enquanto o xilema é mais interno.

Experimentos clássicos feitos no século XVII pelo pesquisador italiano Marcelo Malpighi (1628-1694) forneceram evidências de que a seiva do floema fluía das folhas para as raízes. Ele removeu um anel da casca de uma planta e verificou que a parte acima do anel ficava dilatada, interpretando corretamente que o crescimento de tecidos ocorreu estimulado pelo acúmulo de nutrientes vindos das folhas (**Fig. 4.4**). Esse anel ficou conhecido como anel de Malpighi. Nesses troncos, as folhas continuam a receber a seiva do xilema, mas as raízes e demais partes abaixo do anel deixam de receber a seiva do floema. Por falta de nutrição das raízes, a planta morre.

:: Ciclos biogeoquímicos do nitrogênio, do fósforo e do potássio

O crescimento sadio das plantas depende de nutrientes minerais que elas absorvem do solo. Os nutrientes de que elas necessitam em quantidades maiores são chamados **macronutrientes**, e os que são necessários em quantidades menores são denominados **micronutrientes**.

Os macronutrientes são: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), enxofre (S) e magnésio (Mg). Esse último é importante na síntese de clorofila, cuja deficiência deixa as folhas amareladas. Os micronutrientes são: ferro (Fe), manganês (Mn), boro (B), zinco (Zn), cobre (Cu), molibdênio (Mo), cloro (Cl) e níquel (Ni).

Na produção de alimentos em larga escala, uma das propriedades fundamentais dos solos para o incremento da produtividade agrícola é a fertilidade. No Brasil, boa parte dos solos é naturalmente ácida e exige correção. Além disso, há necessidade de reposição sistemática de nutrientes para garantir a produção. De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), entre 2000 e 2015, o uso de fertilizantes no país cresceu 87%, contribuindo para o significativo aumento de 150% na produção de grãos no mesmo período.

Embora traga ganhos significativos na produtividade, o uso de fertilizantes está associado a impactos ambientais relevantes, como a poluição de fontes de água e o aumento das emissões de gases do efeito estufa.

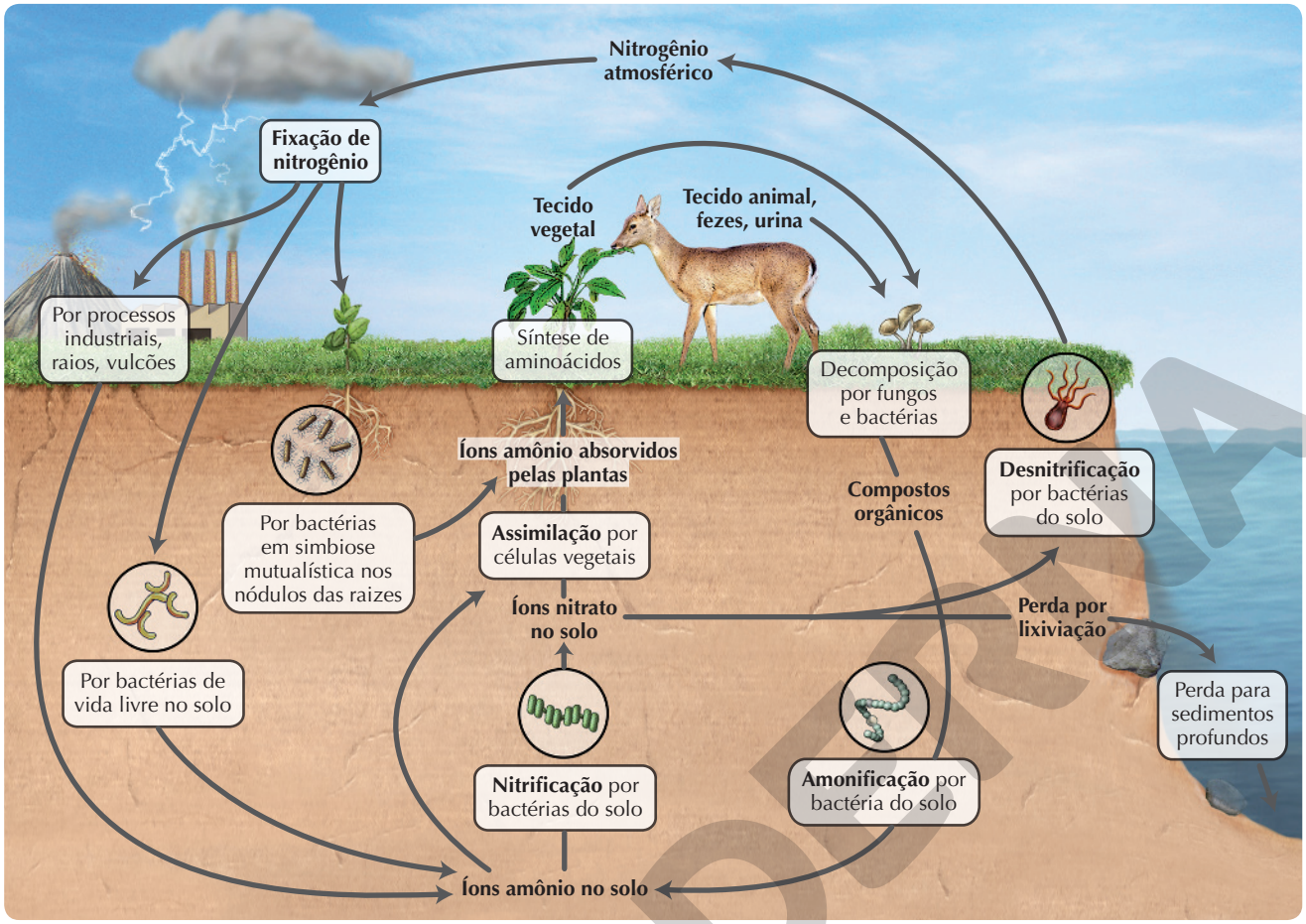
Os principais macronutrientes repostos ao solo por meio do uso de fertilizantes são o nitrogênio, o fósforo e o potássio. Vamos analisar os ciclos biogeoquímicos relacionados a eles.

Ciclo do nitrogênio

O nitrogênio é um elemento muito importante para os seres vivos, pois faz parte da composição dos aminoácidos e dos ácidos nucleicos. Ele é abundante na atmosfera, onde ocorre sob a forma de gás (N_2), correspondendo a cerca de 78% do volume de ar seco. Apesar disso, o nitrogênio não é utilizado de forma direta pela maioria dos seres vivos. Somente algumas bactérias conseguem aproveitar o nitrogênio atmosférico, promovendo o que se chama de **biofixação**. A fixação do nitrogênio pode ocorrer por meios não biológicos, como em procedimentos industriais, por ação de raios e de erupções vulcânicas.

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

A **Figura 4.5** apresenta de maneira simplificada o ciclo do nitrogênio em um ecossistema terrestre.



LUCA NAVARRO

Fonte: RAVEN, P. *et al*. *Biologia vegetal*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

Figura 4.5 Representação esquemática do ciclo do nitrogênio em ambiente terrestre. Esse ciclo também ocorre no ambiente aquático, porém com organismos distintos. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Na biofixação, o gás nitrogênio é reduzido a **íons amônio** (NH_4^+) por bactérias especializadas que vivem livres nos solos ou associadas a raízes de plantas, principalmente leguminosas. Essa associação, chamada **bacteriorriza**, forma nódulos nas raízes; ela é considerada mutualística, pois tanto as bactérias quanto as plantas se beneficiam. As bactérias suprem as plantas com o nitrogênio necessário para a síntese de proteínas e ácidos nucleicos, e as plantas fornecem às bactérias proteção e fonte de energia para seu metabolismo.

Íons amônio produzidos pelas bactérias livres do solo podem ser aproveitados diretamente pelas plantas ou passar por **nitrificação**, realizada por bactérias **nitrificantes**.

A nitrificação ocorre em duas fases: na primeira, íons amônio são oxidados a **íons nitrito** (NO_2^-); na segunda, íons nitrito são oxidados a **íons nitrato** (NO_3^-). Esses íons são absorvidos pelas plantas e/ou lixiviados, ou seja, carregados pela água, para ambientes aquáticos.

Uma vez dentro das plantas, o nitrogênio é incorporado a proteínas e ácidos nucleicos, podendo ser transferido aos demais seres vivos ao longo da cadeia alimentar.

O nitrogênio do corpo dos seres vivos retorna ao meio pelas fezes e urina dos animais e também pela decomposição de organismos mortos. A decomposição é realizada por bactérias decompositoras e por fungos. As moléculas orgânicas complexas são degradadas e transformadas em moléculas simples, e há liberação de íons amônio (**amonificação**). Os íons amônio seguem o trajeto descrito anteriormente.

O retorno do nitrogênio para a atmosfera sob a forma de gás nitrogênio ocorre por meio da **desnitrificação**, realizada por bactérias **desnitrificantes**. A desnitrificação é anaeróbia, ou seja, ocorre na ausência de gás oxigênio. O gás nitrogênio retorna para a atmosfera, dando continuidade ao ciclo.

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

EDIÇÃO DE PROVA

Ciclo do fósforo

O fósforo (P) é um elemento químico fundamental para os seres vivos, porque faz parte dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), de moléculas que atuam nas células como armazenadoras da energia (ATP) e da composição de estruturas como membranas celulares, ossos e dentes. Ele é muito reativo e só é encontrado associado a outros elementos. Para os seres vivos, a forma mais importante é a do íon fosfato (PO_4^{3-}).

O ciclo do fósforo é lento, e o principal reservatório de fósforo na natureza são as rochas. Ao serem erodidas, elas liberam gradualmente o fosfato, muito solúvel em água, que é carregado pelas chuvas para rios, lagos e mares. Grande parte do fosfato fica retida nos sedimentos profundos dos oceanos e dificilmente volta a participar de seu ciclo. Outra parte é absorvida por fotossintetizantes e empregada na síntese de moléculas que passam a fazer parte do corpo dos organismos clorofilados. O fosfato passa, assim, de sua forma inorgânica para a orgânica. Uma vez incorporado ao corpo desses produtores primários, é transferido aos consumidores por meio da cadeia alimentar. O fosfato retorna ao ambiente pela decomposição da matéria orgânica presente nos organismos mortos e pela eliminação de fezes e urina dos animais.

O ciclo do fósforo em um ecossistema terrestre está representado de maneira simplificada na **Figura 4.6**.

Ciclo do potássio

O potássio (K) é um elemento presente na crosta terrestre e, assim como o fósforo, sua principal fonte são as rochas. Nelas, os minerais ricos em fósforo, como a mica e o feldspato, ao passarem pelo processo de intemperismo, originam argilas nas quais íons potássio (K^+) ficam associados. Quando livres no solo, esse íons podem ser absorvidos pelas plantas, que os utilizam em vários processos metabólicos, como respiração, fotossíntese, síntese de proteínas e de carboidratos e regulação osmótica. Íons potássio retornam para o solo principalmente pelo processo de decomposição de organismos mortos, pois o intemperismo é um mecanismo lento. A agricultura interfere nesse ciclo de modo que a adição de potássio acaba sendo necessária especialmente no caso dos solos tropicais, onde seu teor é naturalmente baixo.

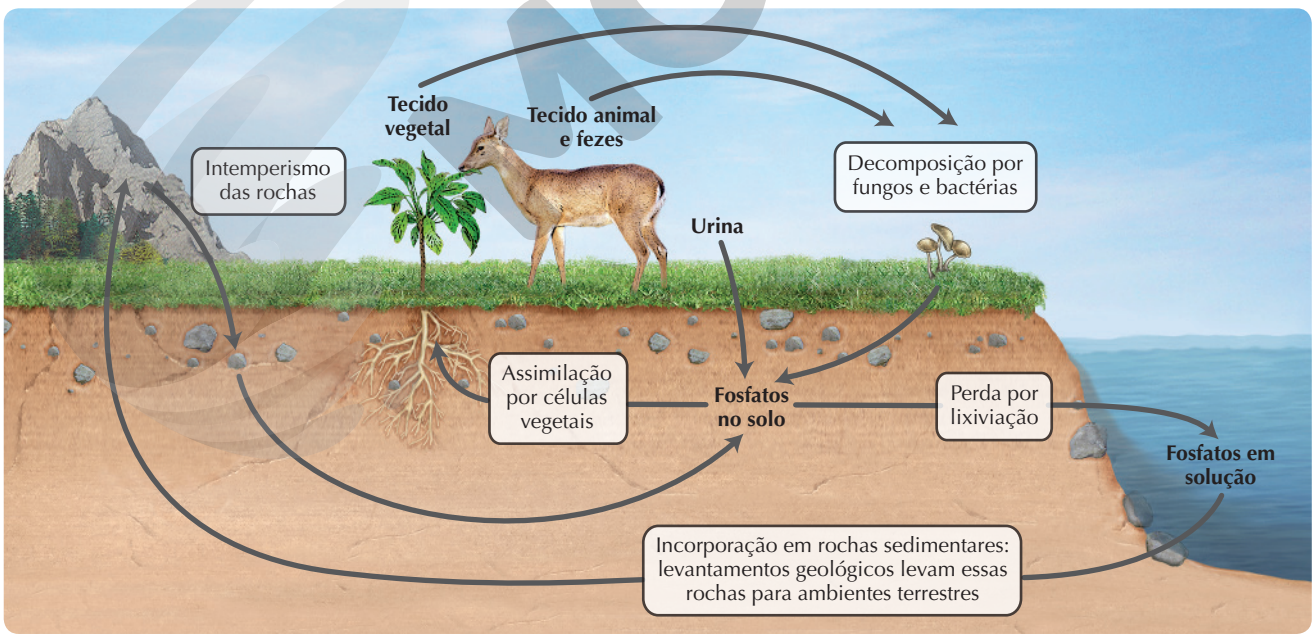
Adubação verde e adubação química

Na agricultura existem várias práticas de adubação que visam aumentar os teores de nutrientes inorgânicos no solo com o objetivo de obter resultados melhores nas colheitas. A adubação verde e a adubação química são duas dessas práticas.

A **adubação verde** emprega leguminosas para enriquecer os solos com nitrogênio, considerando que essas plantas têm bacteriorrizas. Trata-se de uma forma natural de adubação. Nesses casos, as leguminosas podem ser plantadas em períodos alternados com plantas não leguminosas, como o milho, caracterizando a **rotação de culturas**, ou podem ser plantadas com outras plantas não leguminosas, caracterizando a **plantação consorciada**.

A **adubação química** emprega adubos químicos que contêm principalmente nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), macronutrientes cuja falta causa as deficiências mais comuns nas plantas. No entanto, o uso indiscriminado

LUCA NAVARRO



Fonte: RAVEN, P. *et al*. *Biologia vegetal*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

Figura 4.6 Representação esquemática do ciclo do fósforo em ambiente terrestre. Esse ciclo também ocorre no ambiente aquático, porém com organismos distintos. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

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

MODERNA

Para saber mais a respeito da metaemoglobinemia, sugerimos a leitura do artigo FERNÍCOLA, N. G. G.; AZEVEDO, F. A. Metemoglobinemia e nitrato nas águas. *Revista de Saúde Pública*, v. 15, n. 2, 1981. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script5sci_arttext&pid5S0034-89101981000200009>. Acesso em: 18 maio 2020.

de fertilizantes NPK tem levado a uma desregulação dos ciclos desses elementos nos ecossistemas, afetando os solos e trazendo prejuízos como o aumento do teor de sais, que reduz a capacidade da planta de absorver água e de formar flores e frutos. Os adubos químicos podem ser transportados pelas chuvas, atingindo lençóis freáticos, rios, lagos e mares e causando desequilíbrios aos ecossistemas. Além de desequilíbrios, a ingestão de água e de verduras com excesso de nitrato pode causar uma doença chamada **metaemoglobinemia** (que pode ter outras causas), em que a hemoglobina fica alterada e deixa de realizar o transporte de oxigênio. Se não tratada, pode levar à morte.

Hormônios vegetais

O crescimento e o desenvolvimento das plantas são regulados por uma série de fatores genéticos, hormonais e ambientais, que interagem determinando respostas finais. Durante esses processos, as plantas desenvolvem novos tecidos e órgãos, que propiciam a realização de novas funções, processo denominado **morfogênese** (do grego *morfo* = forma; *gênesis* = origem) vegetal.

Os hormônios vegetais ou **fitormônios**, assim como os hormônios dos animais, são sinais químicos que participam da regulação e da coordenação do metabolismo, do crescimento e da morfogênese dos organismos. Eles atuam em concentrações pequenas sobre tecidos e órgãos específicos. Ao contrário dos hormônios animais, no entanto, os fitormônios não são produzidos por glândulas, mas por células de certos tecidos, e podem atuar tanto no tecido que os produziu quanto em outros tecidos para os quais são transportados. Cada tecido ou órgão das plantas tem uma sensibilidade diferente a um dado hormônio, de modo que as respostas são dependentes da concentração hormonal e do tipo de tecido.

Tendo em vista a capacidade de promover, inibir ou mesmo modificar processos morfológicos e fisiológicos em plantas, os fitormônios têm adquirido crescente importância agrícola, sendo utilizados para incremento da produtividade. Dessa forma, vamos analisar a ação de alguns fitormônios, seus locais de produção, como são transportados e seus principais efeitos.

Auxinas

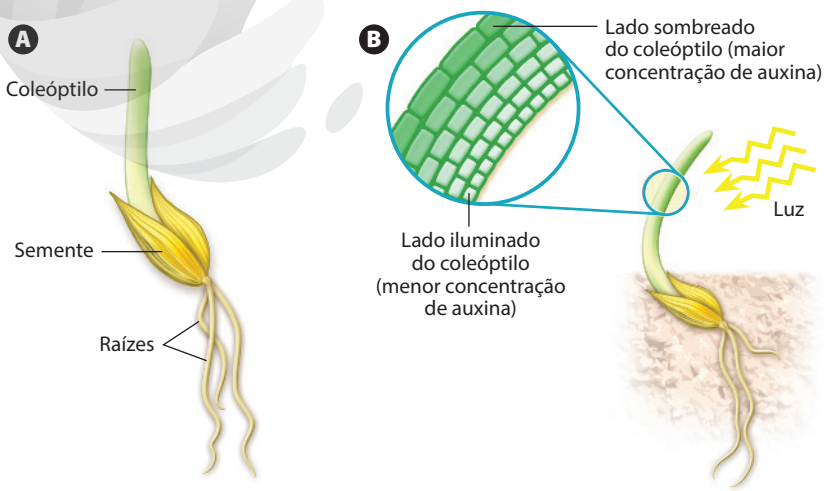
As auxinas foram os primeiros fitormônios a serem identificados. A principal auxina natural é o **ácido-indolil-acético** (**AIA**), que é sintetizado em vários tecidos, mas principalmente no meristema apical de caules, folhas jovens e frutos e sementes em desenvolvimento. Uma vez produzidos, são transportados pelo floema. São várias as funções da auxina, como analisaremos a seguir.

Auxinas e tropismos

Os **tropismos** são movimentos orientados por um estímulo e ocorrem como decorrência do crescimento de partes da planta. Os principais estímulos para as plantas são a luz – **fototropismo** – e a força da gravidade – **gravitropismo**. Quando a planta se movimenta em direção ao estímulo, ocorre o tropismo positivo; quando se movimenta em direção oposta, ocorre o tropismo negativo.

Muitos dos experimentos para compreender os tropismos foram realizados principalmente com coleóptilos de aveia, alpiste e milho (**Fig. 4.7 A**). O coleóptilo é a primeira parte do corpo dessas plantas que emerge do solo na germinação da semente. Ele é uma estrutura celular que protege o ápice caulinar.

No caso do fototropismo (**Fig. 4.7 B**), esses experimentos demonstraram que a auxina produzida no ápice caulinar migra para as partes inferiores do caule, estimulando o alongamento das células. Isso promove o crescimento do caule em direção à fonte de luz. Quando essa fonte é unilateral, a auxina migra para o lado não iluminado. Com isso, as células desse lado alongam-se mais do que as células do lado iluminado, onde a concentração de auxina fica menor. Nessa situação, o caule se volta para a fonte de luz. A percepção da luz é feita por pigmentos especializados que absorvem a luz no comprimento de onda da cor azul.



Fonte: CAMPBELL, N.; REECE, J. B. *et al*. *Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

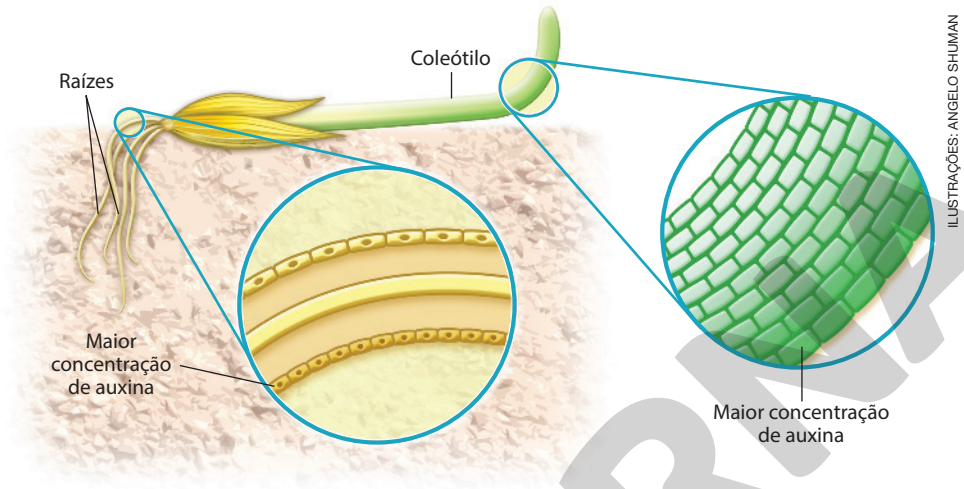
Figura 4.7 **(A)** Representação esquemática de plântula de aveia com quatro dias. **(B)** Representação esquemática do fototropismo em uma plântula de aveia. O detalhe mostra o efeito da concentração da auxina no alongamento celular: quanto maior a concentração desse fitormônio, indicada pela cor verde-escura, maior o alongamento celular. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: ANGELO SHUMAN

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

MODERNA

No caso do gravitropismo (**Fig. 4.8**), os experimentos demonstraram que, em plantas colocadas em posição horizontal, as raízes curvam-se para baixo (gravitropismo positivo) e o caule, para cima (gravitropismo negativo). Esses movimentos se devem à ação da auxina, que passa a se concentrar mais nas regiões voltadas para baixo, tanto no caule quanto na raiz. Uma mesma concentração de auxina, no entanto, tem efeitos diferentes nesses órgãos: na raiz, o aumento de concentração na parte inferior inibe o alongamento celular e no caule, estimula. Assim, a raiz curva-se a favor da força da gravidade e o caule, contra ela.



ILUSTRAÇÕES: ANGELO SHUMAN

Fonte: CAMPBELL, N.; REECE, J. B. *et al*. *Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

Figura 4.8 Representação esquemática do gravitropismo negativo do caule e do gravitropismo positivo da raiz. A maior concentração de auxina no lado inferior inibe o alongamento das células na raiz, mas o estimula no caule. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Outras funções das auxinas

- **Dominância apical**: o AIA produzido pelo meristema apical do caule, ao migrar para as demais partes da planta, inibe as gemas axilares mais próximas do ápice, o que explica por que as plantas começam a se ramificar nas regiões mais distantes do ápice caulinar. Em cultivos de plantas, efetua-se a **poda**, retirando-se a gema apical, para aumentar o desenvolvimento de novos ramos.
- **Desenvolvimento de raízes**: o AIA estimula a formação de raízes laterais e também de raízes adventícias, que se formam a partir do caule. Auxinas sintéticas têm sido usadas na propagação vegetativa de plantas de interesse econômico para estimular a produção de raízes adventícias, facilitando o plantio.
- **Herbicidas**: auxinas sintéticas, como o 2,4-D (2,4-diclorofenoxiacético), quando aplicadas em concentrações elevadas sobre plantações, passam a atuar como herbicidas apenas para algumas plantas de folhas largas. Em razão disso, têm sido empregados em plantações de cereais, como milho e trigo, para evitar o desenvolvimento de outras espécies que possam interferir na produtividade da plantação.
- **Formação do fruto**: o AIA produzido pelas sementes estimula a distensão das células da parede do ovário da flor, contribuindo para a formação do fruto. Na agricultura tem sido possível produzir frutos sem sementes aplicando-se auxinas às flores. Existem plantas que geram frutos naturalmente sem haver formação de sementes, por terem elevada concentração de auxinas nos ovários. Esses frutos são denominados **partenocárpicos**, como é o caso da banana e da laranja-da-Bahia.
- **Abscisão foliar** (queda da folha): as folhas jovens produzem muita auxina, o que impede a sua queda, mas, com o envelhecimento, a quantidade de auxina diminui. Com isso, a concentração de auxina fica inferior à encontrada no caule, o que promove a formação de uma camada de abscisão no ponto de inserção do pecíolo no ramo caulinar, e a folha cai. A abscisão pode ocorrer também em flores e frutos.

Fique por dentro

50 anos depois, agente laranja continua contaminando o solo do Vietnã

Reportagem sobre as consequências socioambientais atuais do uso do agente laranja, uma auxina, durante a Guerra do Vietnã.

CRIADO, M. A. 50 anos depois, agente laranja continua contaminando o solo do Vietnã. *El País*, 16 mar. 2019. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2019/03/16/ciencia/1552710887_506061.html>.

O conhecimento local e a etnopedologia no estudo dos agroecossistemas da comunidade quilombola de Brejo dos Crioulos

MATOS, L. V. *et al*. Sociedade & Natureza, v. 26, n. 3, 2014.

O artigo científico relata o estudo realizado por pesquisadores brasileiros em uma comunidade Quilombola, que buscou identificar, resgatar e valorizar os saberes tradicionais sobre o solo e os agroambientes, estabelecendo uma articulação entre esses conhecimentos tradiocinais e o conhecimento científico.

Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-45132014000300497>.

Acessos em: 2 jun. 2020.

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

Citocininas

São fitormônios produzidos no ápice das raízes e transportados pelo xilema, estimulando a divisão celular das gemas axilares mais basais do caule. Elas retardam o envelhecimento das folhas e, por isso, têm sido aplicadas sobre verduras de interesse econômico, visando aumentar o tempo de armazenamento.

Giberelinas ou ácido giberélico (GA)

São fitormônios produzidos em tecidos jovens do caule e em sementes, sendo conduzidos pelo xilema e pelo floema. Estimulam a divisão e o alongamento de células do caule, promovendo o crescimento dele em altura. Além disso, induzem a germinação de sementes e o crescimento dos frutos, sendo utilizados com essas finalidades na produção de alimentos.

Ácido abscísico (ABA)

Produzido em várias partes do corpo da planta, é transportado pelo xilema e pelo floema. Apesar do nome, sua função não se relaciona com a abscisão. Esse fitormônio inibe o crescimento da planta e a germinação das sementes e promove o fechamento dos estômatos em condições de seca. Na agricultura tem sido empregado, por exemplo, para impedir o brotamento de gemas em tubérculos de batata armazenados.

Gás etileno

É produzido por quase todas as partes da planta e transportado por difusão. Estimula a abscisão de folhas, flores e frutos e promove o amadurecimento de frutos. Frutos bem maduros ou podres liberam muito etileno, o que estimula o amadurecimento mais rápido de frutos verdes ou o apodrecimento mais rápido de frutos maduros. Para retardar o apodrecimento de frutos estocados, deve-se mantê-los em baixas temperaturas e em recipientes com elevadas taxas de gás carbônico, fatores que inibem a síntese de etileno.

Atividades

Registre em seu caderno

1. (Unicamp-SP) A remoção de um anel da casca do tronco de uma árvore provoca um espessamento na região situada logo acima do anel. A árvore acaba morrendo.

a) O que causa o espessamento? Por quê?

b) Por que a árvore morre?

c) Se o mesmo procedimento for feito num ramo, as folhas ou frutos desse ramo tenderão a ser desenvolver mais do que os de um ramo normal. Por que isso ocorre?

d) No inverno, em regiões temperadas, a remoção do anel não causa espessamento nas árvores que perdem folhas. Por quê?

2. Qual dos seguintes mecanismos explica o movimento de açúcares pelo floema da planta desde a folha até as demais partes da planta?

a) Evaporação da água e transporte ativo de açúcar nos órgãos de reserva da planta.

b) Diferença de pressão osmótica entre o local de síntese e o de consumo na planta, sendo a pressão maior no local de síntese e menor no local do consumo de açúcar.

c) Diferença de pressão osmótica entre o local de consumo e o de síntese, sendo a pressão menor no local de síntese e maior na de consumo de açúcar.

d) Adesão e coesão das moléculas de água e transporte ativo de açúcar nas células mortas do floema.

e) Tensão entre as moléculas de água criada pela diferença de pressão osmótica entre as folhas e o local de consumo de açúcar.

3. (UFJF-MG) A poda de plantas é um trato cultural que leva ao desenvolvimento de novos ramos. Esse desenvolvimento ocorre em função:

a) do desenvolvimento de gemas laterais, induzido pela diminuição dos níveis de auxina.

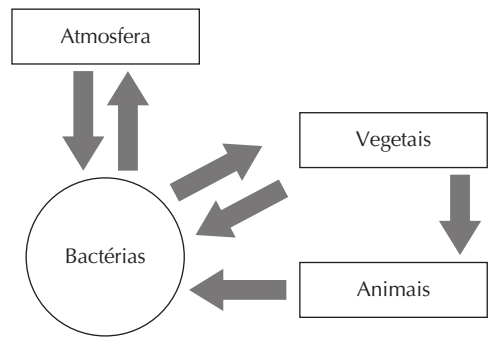
b) da formação de novas gemas, induzida pelo aumento do etileno, produzido em resposta ao dano causado pela poda.

c) da quebra da dormência das gemas, promovida pela redução nos níveis de giberelina.

d) da ativação do metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), induzida pela diminuição nos níveis de etileno.

e) da ativação de gemas apicais, induzida pelo aumento nos níveis de auxina.

4. (Fuvest-SP)



ERICSON GUILHERME LUCIANO

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

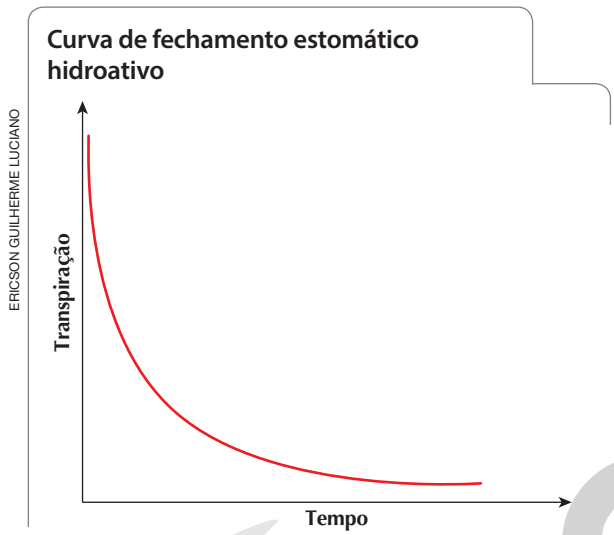
MODERNA

a) O esquema mostra, de maneira simplificada, o ciclo de que elemento químico?

b) Que informação, dada pelo esquema, permite identificar esse elemento químico?

c) Cite duas classes de macromoléculas presentes nos seres vivos que contenham esse elemento químico.

5. Em um experimento controlado, foram retiradas folhas de uma planta que estava em condições adequadas de suprimento de água. Essas folhas foram pesadas imediatamente numa balança de precisão. Depois, de tempos em tempos, em intervalos iguais, essas folhas foram repetidamente pesadas. Com base nos dados, foi avaliada a variação na intensidade da transpiração ao longo do tempo, representada na curva do gráfico a seguir.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

- Analisando o gráfico e considerando o que foi discutido neste Tema a respeito dos movimentos estomáticos, explique a forma da curva obtida.

6. (Fuvest-SP) Dez copos de vidro transparente, tendo no fundo algodão molhado em água, foram mantidos em local iluminado e arejado. Em cada um deles, foi colocada uma semente de feijão. Alguns dias depois, todas as sementes germinaram e produziram raízes, caules e folhas.

Cinco plantas foram, então, transferidas para cinco vasos com terra, e as outras cinco foram mantidas nos copos com algodão. Todas permaneceram no mesmo local iluminado, arejado e foram regadas regularmente com água destilada.

Mantendo-se as plantas por várias semanas nessas condições, o resultado esperado e a explicação correta para ele são:

a) Todas as plantas crescerão até produzir frutos, pois são capazes de obter, por meio da fotossíntese, os micronutrientes necessários para sua manutenção até a reprodução.

b) Somente as plantas em vaso crescerão até produzir frutos, pois, além das substâncias obtidas por meio da fotossíntese, podem absorver, do solo, os micronutrientes necessários para sua manutenção até a reprodução.

c) Todas as plantas crescerão até produzir frutos, pois, além das substâncias obtidas por meio da fotossíntese, podem absorver, da água, os micronutrientes necessários para sua manutenção até a reprodução.

d) Somente as plantas em vaso crescerão até produzir frutos, pois apenas elas são capazes de obter, por meio da fotossíntese, os micronutrientes necessários para sua manutenção até a reprodução.

e) Somente as plantas em vaso crescerão até produzir frutos, pois o solo fornece todas as substâncias de que a planta necessita para seu crescimento e manutenção até a reprodução.

7. Duas folhas de salsão foram cortadas. Uma folha foi colocada em um copo com água sem corante e a outra, em um copo com água e com um corante vermelho usado em culinária. Essa montagem foi deixada por certo período com a intensidade de luz e a temperatura mantidas constantes. Depois de um tempo, as folhas foram retiradas, e suas porções basais foram cortadas. A fotografia a seguir mostra os resultados. Analise a região desses novos cortes e faça o que se pede.

MARTIN LEIGH/OXFORD SCIENTIFIC RM/GETTY IMAGES

Folhas de salsão submetidas a soluções com e sem corante.

a) Qual é a importância de colocar o corante na água nesse experimento?

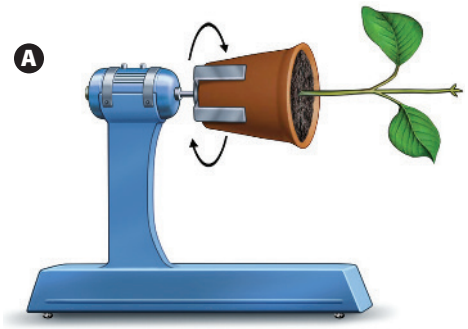
b) A que correspondem os pontos vermelhos que aparecem dentro dos pecíolos do salsão mantido na água com corante vermelho? Por que esses pontos não aparecem na outra folha de salsão?

c) Explique como ocorreu o processo de absorção de água nos pecíolos de salsão.

8. Na montagem experimental a seguir, dois vasos de um mesmo tipo de planta, sob as mesmas condições de luz, temperatura e teor de umidade do solo e do ar, foram colocados em posição horizontal, mas um deles foi acoplado a um disco que ficou girando. Quais são os resultados esperados com relação ao gravitropismo do caule e da raiz em cada um dos vasos? Explique.

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

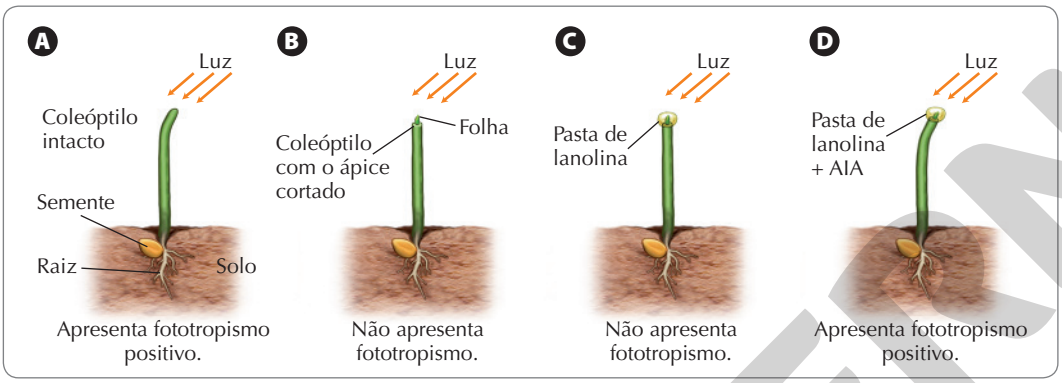
MANUAL DO PROFESSOR



Representação esquemática do experimento sobre crescimento de plantas mantidas na horizontal. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: LUCA NAVARRO

9. Com o objetivo de compreender o fototropismo nas plantas, um pesquisador montou uma série de experimentos utilizando coleóptilos de aveia. Esses experimentos e os resultados obtidos estão esquematizados a seguir. Analise-os e e responda ao que se pede.



LUCA NAVARRO

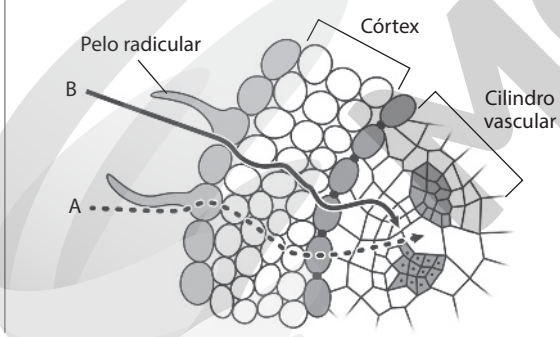
Experimento de manipulação de coleóptilos de aveia. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

a) Explique a importância de ter sido incluído, nessa experimentação, um coleóptilo intacto (A), além dos que foram manipulados (B, C e D).

b) Explique os resultados obtidos em A, B, C e D.

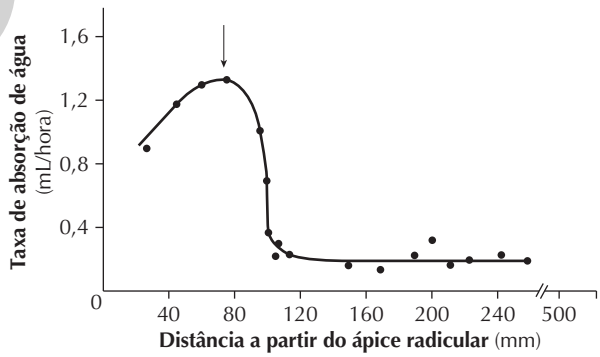
10. (UFC-CE) Analise as Figuras 1 e 2 e responda aos quesitos que se seguem.

Figura 1. Corte transversal de uma raiz primária



ANGELO SHUMAN

Figura 2. Taxa de absorção de água em diferentes regiões da raiz



ERICSON GUILHERME LUCIANO

I. Quais são as vias, indicadas por A e B (Figura 1), através das quais a água é absorvida pela raiz?

II. Por que pela via B a água absorvida não alcança livremente o xilema?

III. Explique o comportamento da taxa de absorção de água (Figura 2) entre as distâncias 40 mm e 80 mm, correlacionando-o com as características morfológicas da raiz.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

MODERNA

TEMA 5

Equilíbrio químico e a produção de fertilizantes nitrogenados

A fertilização ou adubação do solo tem como objetivo a reposição de nutrientes importantes para o desenvolvimento dos vegetais e, por isso, é um dos fatores que mais impactam a produtividade das lavouras, com o acerto do pH do solo. O adubo utilizado pode ser obtido tanto pela decomposição da matéria orgânica – como flores, frutos e esterco – quanto por síntese em laboratório, podendo também ser extraído de rochas.

Entre os nutrientes que necessitam ser repostos ao solo encontram-se o nitrogênio, o fósforo e o potássio (**Fig. 5.1**). Segundo levantamento feito pelo portal *GlobalFert*, a demanda mundial por fertilizantes era de aproximadamente 182 milhões de toneladas em 2017, sendo o nitrogênio o mais consumido.

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6
Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT201; EM13CNT205; EM13CNT301; EM13CHS504; EM13MAT101

Fique por dentro

Ciência, palavra (pouco) feminina
GUIMARÃES, M. *Pesquisa Fapesp*, São Paulo, dez. 2011.
O artigo chama a atenção para a pouca valorização das mulheres cientistas no âmbito da Química e da Física, especialmente em relação a questões como casamento e maternidade. Entre as mulheres destacadas encontra-se Clara Immerwahr, esposa de Fritz Haber.
Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/ciencia-palavra-pouco-feminina/>.

A síntese da amônia: alguns aspectos históricos
CHAGAS, A. P. *Química Nova*, São Paulo, v. 30, n. 1, jan./fev. 2007.
Nesse artigo você encontra mais detalhes sobre o desenvolvimento do processo Haber-Bosch, como a questão da disputa com outros químicos da época e a procura pelo catalisador ideal.
Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000100039>.
Acessos em: 14 maio 2020.

SOFIA COLOMBINI

Figura 5.1 Embalagem de um fertilizante industrializado. Os valores 10, 10 e 10 indicam a porcentagem em massa de nitrogênio total, de pentóxido de difósforo (P_2O_5) e de óxido de potássio (K_2O), respectivamente. Em 2018, o Brasil importou quase 25 milhões de toneladas de fertilizante tipo NPK.

Representação de processos irreversíveis, reversíveis e em equilíbrio

Uma técnica utilizada há mais de 2 mil anos para melhorar as características do solo é o cultivo alternado de plantas leguminosas e não leguminosas. As leguminosas abrigam em suas raízes bactérias do gênero *Rhizobium*, que apresentam o complexo enzimático necessário para converter o gás nitrogênio (N_2) da atmosfera em uma forma solúvel em água, o íon amônio (NH_4^+), utilizável pelas plantas.

$$N_2(g) + 10\,H^+(aq) + 8\,e^- \xrightarrow{\text{nitrogenase}} 2\,NH_4^+(aq) + H_2(g)$$

Em laboratório é possível sintetizar o gás amônia (NH_3), que reage com a água formando o íon amônio, também a partir do nitrogênio atmosférico:

$$N_2(g) + 3\,H_2(g) \overset{\text{catalisador}}{\rightleftharpoons} 2\,NH_3(g)$$

Mas por que setas de reação diferentes foram utilizadas para representar o processo de fixação do nitrogênio pelas bactérias do gênero *Rhizobium* e a síntese em laboratório da amônia?

Se julgar conveniente, comente que nas reações de oxirredução biológicas participam espécies doadoras e aceptoras de elétrons, como o NADPH e o NAD^+. Por questão de simplificidade, optou-se por não representar o doador de elétrons, assim como os ATP que são hidrolisados no processo. As reações de oxirredução biológicas são estudadas na Unidade **Energia e vida**.

Deixe claro que a ocorrência da reversibilidade das reações químicas depende das condições nas quais elas são conduzidas.

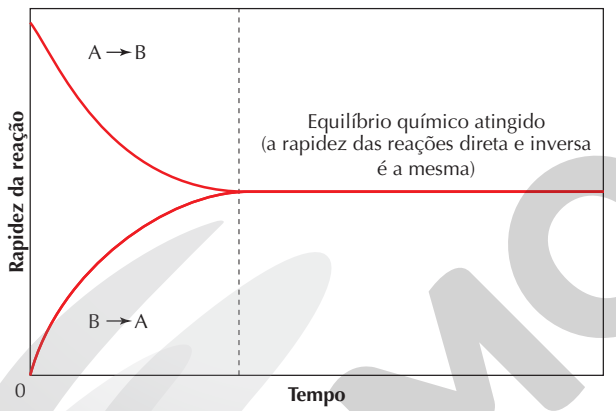
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Comente que é por meio do estudo desse equilíbrio físico que são obtidas informações importantes, como a pressão de vapor, estudada no Tema 5 da Unidade 1.

Muitas vezes, entende-se que uma reação química termina quando todos os reagentes (ou um deles, quando limitante) são consumidos em sua totalidade. Porém, existem condições em que o produto, assim que é formado, começa a regenerar os reagentes que o produziram. Elas são chamadas de **reações reversíveis**, e um exemplo é a síntese da amônia a partir dos gases nitrogênio e hidrogênio em sistema fechado, representada anteriormente. O uso de setas invertidas paralelas é característico das representações de reações reversíveis em que a identificação de reagente e produto é relativa.

Nos processos reversíveis em sistema fechado, há um momento em que a reação parece parar – seja de forma perceptível aos sentidos, como a falta de indícios visuais, seja pelo fato de que a quantidade de todos os reagentes e produtos para de variar. No entanto, mesmo nessa situação, a reação não para de ocorrer, pelo contrário, a rapidez de formação dos produtos (**reação direta**) se torna a mesma que a de regeneração dos reagentes (**reação inversa**). Nessas condições, diz-se que o sistema está em **equilíbrio químico**. A situação é representada pela linha tracejada na **Figura 5.2**.

Figura 5.2 Variação da rapidez das reações direta e inversa



ADILSON SECCO

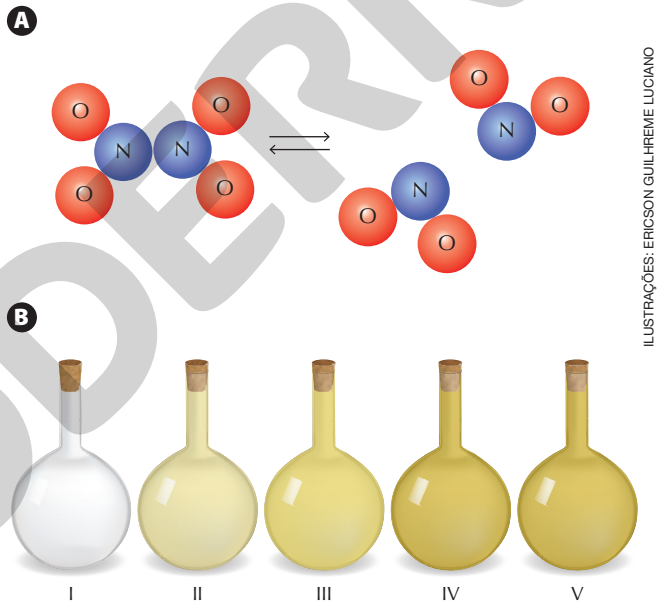
Supondo que o gráfico representa a reação hipotética descrita pela equação química A $\rightleftharpoons$ B, à medida que A é consumida, a rapidez da reação direta (A $\longrightarrow$ B) diminui. Com a formação de B, começa a ocorrer a reação inversa (B $\longrightarrow$ A). Em algum momento, as duas reações passam a acontecer com a mesma rapidez, e o sistema atinge o equilíbrio químico. Para expressar que uma reação química atingiu o equilíbrio, utilizamos outro tipo de seta de reação: A $\rightleftharpoons$ B. É importante perceber que, uma vez que a reação é reversível, o equilíbrio pode ser atingindo tanto a partir de um sistema reacional contendo apenas A quanto de um contendo apenas B, e ainda que se inicie a reação com uma mistura das duas substâncias em qualquer proporção.

O **equilíbrio dinâmico**, situação em que as transformações não cessam, apenas passam a ocorrer a uma taxa constante, não é uma exclusividade dos fenômenos químicos. Conforme você aprendeu no Tema 1 da Unidade 1, as mudanças de fase são processos reversíveis. Assim, quando, por exemplo, a vaporização e a condensação acontecem com a mesma rapidez, podemos dizer que o sistema atingiu o equilíbrio, o qual pode ser representado da seguinte forma:

$$H_2O(l) \rightleftharpoons H_2O(g)$$

Aspectos quantitativos das reações reversíveis em sistemas homogêneos

Vamos analisar a reação de formação do dióxido de nitrogênio (NO_2), um gás castanho-escuro que por vezes é observado no ar poluído, a partir do tetróxido de dinitrogênio (N_2O_4), um gás incolor (**Fig. 5.3**).



ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 5.3 **(A)** Representação da conversão do gás tetróxido de dinitrogênio (N_2O_4) no gás dióxido de nitrogênio (NO_2) de acordo com o modelo atômico de Dalton. As esferas representam os átomos dos elementos químicos que compõem as substâncias envolvidas na transformação. **(B)** Representação esquemática do que ocorre em nível macroscópico durante a reação química. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Considere que uma quantidade conhecida de N_2O_4 seja colocada em um recipiente fechado e transparente em que, inicialmente, tenha sido feito vácuo. Assim, em $t = 0$, o conteúdo do recipiente é incolor, pois só há moléculas de N_2O_4 em seu interior (I). Após algum tempo, uma coloração castanha começa a ser observada em decorrência da formação de moléculas de NO_2 pela dissociação de moléculas de N_2O_4 (II). Assim, há diminuição da concentração de N_2O_4 e aumento simultâneo da concentração de NO_2. A cor castanha vai se intensificando com o passar do tempo (III) até que o equilíbrio químico é alcançado, quando não

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

MODERNA

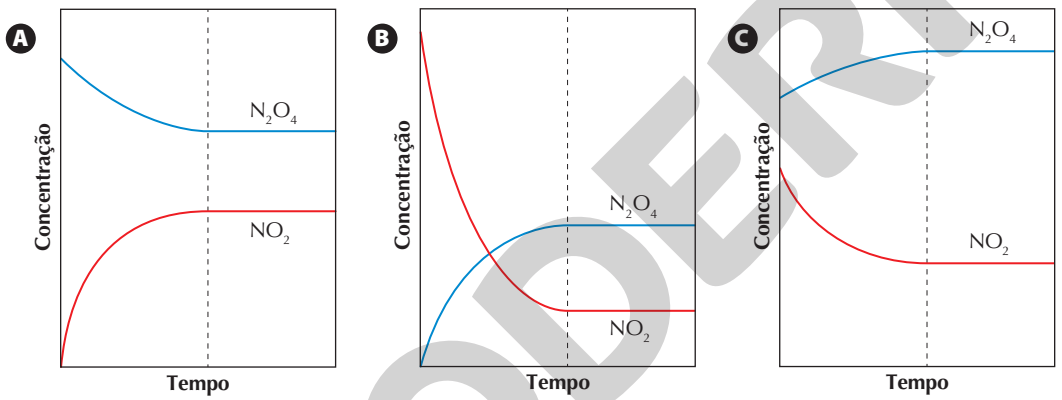
se observa mais mudança na coloração do sistema reacional (IV e V), pois a taxa de síntese do NO_2 e a taxa de decomposição do N_2O_4 se igualaram.

Em contrapartida, se no recipiente, em vez de N_2O_4, for colocada certa quantidade de NO_2, será observado o gradual descoramento do sistema reacional à medida que a colisão efetiva das moléculas de NO_2 for resultando em sua dimerização com consequente formação do N_2O_4. Até que, a partir de certo momento, não ocorrerá mudança na proporção entre os componentes da mistura, e a coloração permanecerá inalterada.

De acordo com o que foi exposto acima, pode-se inferir que, se a reação se iniciar com uma mistura de NO_2 e N_2O_4, a coloração do sistema reacional vai se alterar, tornando-se mais clara ou mais escura, dependendo das concentrações iniciais das duas substâncias. O fenômeno prosseguirá até que, após determinado momento, nenhuma alteração em nível macroscópico seja visível, pois as concentrações de ambas as substâncias se manterão constantes se não houver nenhuma interferência.

As três situações descritas acima podem ser representadas graficamente, como se observa na **Figura 5.4**, para uma mesma condição de temperatura, em que o estabelecimento do equilíbrio químico é indicado pela linha vertical tracejada.

Figura 5.4 Variação temporal das concentrações de diferentes composições iniciais do sistema reacional



Fonte: CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. *Química*. 11. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

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

Note que as variações nas concentrações são proporcionais aos coeficientes estequiométricos (1 N_2O_4 : 2 NO_2).

A constante de equilíbrio

Peça aos estudantes que levantem hipóteses sobre a importância de indicar a temperatura do sistema ao apresentar informações sobre concentração de substâncias em estudos de equilíbrio químico.

A **Tabela 5.1** apresenta alguns resultados experimentais para a reação que estamos analisando.

Tabela 5.1 Sistema reacional NO_2 – N_2O_4 a 25 °C

Concentração inicial (mol L^{-1})		Concentração no equilíbrio (mol L^{-1})		Razão das concentrações no equilíbrio	
$[NO_2]$	$[N_2O_4]$	$[NO_2]$	$[N_2O_4]$	$\frac{[NO_2]}{[N_2O_4]}$	$\frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]}$
0,000	0,670	0,0547	0,643	0,0851	$4{,}65 \cdot 10^{-3}$
0,0500	0,446	0,0457	0,448	0,102	$4{,}66 \cdot 10^{-3}$
0,0300	0,500	0,0475	0,491	0,0967	$4{,}60 \cdot 10^{-3}$
0,200	0,000	0,0204	0,0898	0,227	$4{,}63 \cdot 10^{-3}$

Fonte consultada: CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. *Química*. 11. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

Nota-se que as quantidades dos gases estão indicadas em concentração em quantidade de matéria (mol L^{-1}), não em termos de pressão parcial (atm, por exemplo). Essa concentração pode ser calculada a partir da quantidade de matéria e do volume do recipiente. Nota-se também que as concentrações das espécies químicas no equilíbrio dependem das concentrações iniciais. No entanto, um padrão

Se os estudantes ainda não tiverem estudado escalas termométricas, ajude-os na conversão da temperatura em graus Celsius para a temperatura termodinâmica. Neste tema, utilizaremos para 0 °C o valor aproximado 273 K, embora o Sistema Internacional de Unidades (SI) adote atualmente 273,16 K.

pode ser observado quando obtemos as razões das concentrações no equilíbrio, desde que a concentração de NO_2 esteja elevada ao quadrado: observa-se um valor médio de $4{,}63 \cdot 10^{-3}$ independentemente das concentrações iniciais ou daquelas observadas depois que o equilíbrio químico é atingido. Podemos representar essa situação da seguinte forma:

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = 4{,}63 \cdot 10^{-3}$$

em que K_c é uma constante, a chamada constante de equilíbrio, em termos de concentração em quantidade de matéria para a reação a 25 °C (298 K), e a razão entre as concentrações levando em conta os coeficientes estequiométricos é conhecida como **equação da constante de equilíbrio**.

Peça aos estudantes que elaborem uma hipótese para explicar a necessidade do expoente 2.

Para começar a entender por que o padrão só apareceu quando a concentração do NO_2 estava elevada ao quadrado, devemos retomar a equação química que representa a transformação analisada:

$$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2\,NO_2(g)$$

Observe que o expoente da concentração é igual ao coeficiente estequiométrico da equação química balanceada – reação química representada de forma que atenda às leis ponderais.

Caso as concentrações dos gases tivessem sido fornecidas em termos de pressão parcial, a expressão da constante de equilíbrio poderia ser escrita como:

$$K_p = \frac{p(NO_2)^2}{p(N_2O_4)} = 0{,}113$$

em que K_p é a constante de equilíbrio em termos de pressão parcial para a reação a 25 °C (298 K).

Note que, embora as duas equações sejam matematicamente equivalentes, o valor da constante calculado é diferente. Para explicar essa razão, vamos analisar a equação que permite converter uma constante de equilíbrio químico na outra:

$$K_p = K_c(RT)^{-\Delta n} \text{ e } K_c = K_p(RT)^{\Delta n}$$

em que R é a constante universal dos gases (0,082 atm L mol^{-1} K^{-1}), T é a temperatura termodinâmica (medida em kelvin) e Δn ($n_{produtos} - n_{reagentes}$) é a variação da quantidade de matéria da reação (em mol), levando em conta apenas as substâncias na fase gasosa.

Segundo uma das propriedades da potenciação, se a variação da quantidade de matéria for nula, os termos $(RT)^{-\Delta n}$ e $(RT)^{\Delta n}$ serão iguais a 1 e, somente nesse caso, K_p e K_c terão o mesmo valor.

O primeiro modelo matemático do equilíbrio químico foi publicado em 1864 pelo químico Peter Waage (1833-1900), em colaboração com o matemático Cato Guldberg (1836-1902), ambos noruegueses. Muito embora eles não explicassem o fenômeno do equilíbrio em termos da rapidez das reações químicas, e sim em função da afinidade (forças químicas), conceito já há algum tempo em desuso na área, a abordagem matemática ainda é válida.

Enfatize que a constante universal dos gases assume diferentes valores, dependendo das unidades de medida utilizadas para as variáveis pressão e volume.

Interpretação da constante de equilíbrio químico

Equilíbrio heterogêneo será discutido na Unidade *Análise forense*.

O equilíbrio de sistemas em que todas as substâncias envolvidas estão em uma mesma fase, como nos casos já vistos da formação de NH_3 ou dimerização do NO_2, recebe o nome de **equilíbrio homogêneo**. Para esse tipo de sistema, podemos generalizar a expressão da constante de equilíbrio químico da seguinte forma:

$$a\,A + b\,B \rightleftharpoons c\,C + d\,D$$

$$K_c = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b} \qquad K_p = \frac{p(C)^c p(D)^d}{p(A)^a p(B)^b}$$

De acordo com o valor da constante de equilíbrio da reação, é possível obter informações importantes sobre a composição do sistema. Valores maiores que 1 significam que o numerador é maior que o denominador; portanto, o valor obtido pela multiplicação das concentrações dos produtos no equilíbrio é maior que o da multiplicação das concentrações dos reagentes. Isso significa que a reação favorece a formação de produtos; em contrapartida, se o valor da constante de equilíbrio está entre 0 e 1, significa que a reação favorece a formação dos reagentes. Essa análise, portanto, é uma forma de estimar o **rendimento** de uma reação.

No exemplo da reação de dissociação do N_2O_4 a 25 °C, obteve-se o valor $K_c = 4{,}63 \cdot 10^{-3}$. Esse valor está entre 0 e 1, ou seja, no equilíbrio, a concentração de N_2O_4 é maior que a concentração de NO_2. Logo, a dissociação de N_2O_4, nas condições desse equilíbrio, não apresenta bom rendimento. Volte aos gráficos da **Figura 5.4** e compare a curva relativa a reações que apresentam baixo rendimento (**A**), ou seja, favoráveis ao reagente, com aquela relativa a reações que apresentam bom rendimento (**B**), ou seja, favoráveis ao produto.

Cálculos envolvendo equilíbrio químico

Consideremos a reação química de formação de amônia (NH_3) a partir dos gases nitrogênio (N_2) e hidrogênio (H_2). Suponha que, para uma dada temperatura, foram determinadas as concentrações em quantidade de matéria iniciais dos reagentes (N_2 e H_2), obtendo-se os valores de 1,000 mol L^{-1} para t_0. Em seguida, foram monitoradas as concentrações do produto (NH_3) em diversos tempos ao longo do curso da reação química. Esses dados são mostrados na **Tabela 5.2**.

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

MODERNA

Tabela 5.2 Variação da concentração de gás amônia em função do tempo	
Tempo	**$[NH_3]$ (mol L^{-1})**
t_0	0
t_1	0,252
t_2	0,372
t_3	0,428
t_4	0,438
t_5	0,438
t_6	0,438

Fonte consultada: RUSSEL, J. B. *Química geral*. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2006.

Nota-se que a partir de t_4 a concentração de amônia para de variar, indicando que o sistema atingiu o equilíbrio químico. Seria possível deduzir quais são as concentrações dos gases nitrogênio e hidrogênio na situação de equilíbrio sem precisar medi-las em laboratório?

Conhecendo a concentração ou a pressão parcial de um dos participantes, é possível, com base nos coeficientes estequiométricos, determinar a concentração ou pressão parcial dos outros. No caso estudado, a diferença entre os valores de concentração de amônia, no equilíbrio e no início da reação, resulta na variação de concentração dessa substância que ocorreu até o equilíbrio ser estabelecido. Essa variação também acontece com os demais constituintes da mistura, obedecendo à proporção estequiométrica da reação. Acompanhe o raciocínio a seguir.

Efetue passo a passo o esquema apresentado enfatizando o significado dos valores e as proporções estequiométricas. Dessa forma, os estudantes não vão apenas memorizar o algoritmo de resolução. Em seguida, se julgar conveniente, trabalhe exemplos de reações com diferentes coeficientes estequiométricos. Além disso, peça aos estudantes que construam os gráficos com os valores calculados; isso pode ajudá-los a compreender a evolução do sistema até atingir o equilíbrio.

Reação	**1** $N_2(g)$ +	**3** $H_2(g)$ ⇌	**2** $NH_3(g)$
Inicial (mol L^{-1})	1,000	1,000	0
Variação (mol L^{-1})	$1{,}000 - \left(\frac{1 \cdot 0{,}438}{2}\right)$	$1{,}000 - \left(\frac{3 \cdot 0{,}438}{2}\right)$	$0{,}438 + 0 = 0{,}438$
Equilíbrio (mol L^{-1})	0,781	0,343	0,438

Note que o valor da variação da concentração de amônia (0,438) foi dividido pelo coeficiente estequiométrico dessa substância (**2**) e multiplicado pelo coeficiente estequiométrico da substância cuja concentração queremos determinar (**1**, no caso do N_2, e **3**, no caso do H_2).

Fatores que alteram a composição de uma mistura em equilíbrio

O simples fato de existir uma reação que produza a substância desejada não é suficiente para determinar as possibilidades de sua utilização em escala industrial. Além da questão dos custos da produção, dois aspectos químicos precisam ser levados em consideração: a rapidez com que a reação ocorre e qual é, em condições de equilíbrio, seu rendimento – parâmetro que pode ser calculado como a razão entre a quantidade realmente obtida e a teoricamente calculada a partir da proporção estequiométrica. Não é raro que esses dois parâmetros das reações químicas sejam antagônicos. Há reações que são cineticamente favoráveis, mas a quantidade efetivamente produzida da substância de interesse é baixa, e vice-versa. No entanto, em um equilíbrio químico, existe a possibilidade de favorecer uma das reações – direta ou inversa. Assim, o conhecimento dos fatores que alteram as condições de equilíbrio químico pode ajudar a melhorar o rendimento das reações e sua aplicabilidade do ponto de vista comercial.

É provável que os estudantes já tenham tomado contato com o termo "empírico" durante o Ensino Fundamental, quando estudaram as leis ponderais. Se esse não for o caso, esclareça que regras empíricas são aquelas formuladas com base em dados experimentais.

Em 1884, o químico francês Henri Louis Le Chatelier (1850-1936) propôs uma regra empírica para prever o efeito que fatores externos – como alterações na concentração, na temperatura, na pressão e no volume – teriam na composição de uma mistura que se encontrava em equilíbrio químico. Em 1888, Le Chatelier reformulou o enunciado do princípio de forma que o tornasse mais simples e generalista. No entanto, em 1933, ele reconheceu algumas deficiências dos enunciados anteriores, reformulando-o pela última vez.

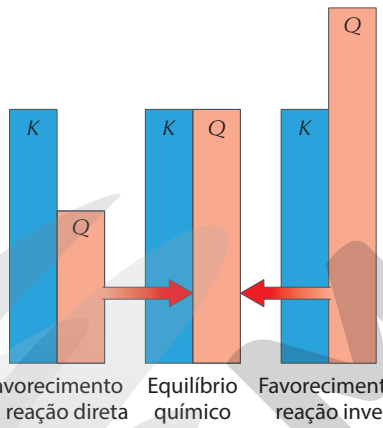
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Embora esse princípio não possa ser aplicado em qualquer situação, seja por limitações impostas pela própria definição da constante de equilíbrio químico, seja pela falta de precisão para prever o resultado de alterações simultâneas que causam efeitos antagônicos, sua ideia geral é útil. De forma simplificada, o **princípio de Le Chatelier** nos diz que a perturbação de um sistema em equilíbrio por fatores externos leva a alterações na composição do sistema reacional de forma que estabelece uma nova situação de equilíbrio químico, minimizando a ação perturbadora externa.

Para avaliar de forma adequada qual reação (direta ou inversa) será favorecida após determinada perturbação do equilíbrio, deve-se obter o **quociente de reação** (*Q*) e compará-lo com o valor conhecido da constante de equilíbrio (*K*) para a temperatura em que se encontra o sistema reacional (**Fig. 5.5**). Para calcular o quociente de reação, basta resolver a equação da constante de equilíbrio, utilizando, no entanto, os valores de concentração em quantidade de matéria ou pressão parcial da situação fora do equilíbrio imposta ao sistema.

ADILSON SECCO

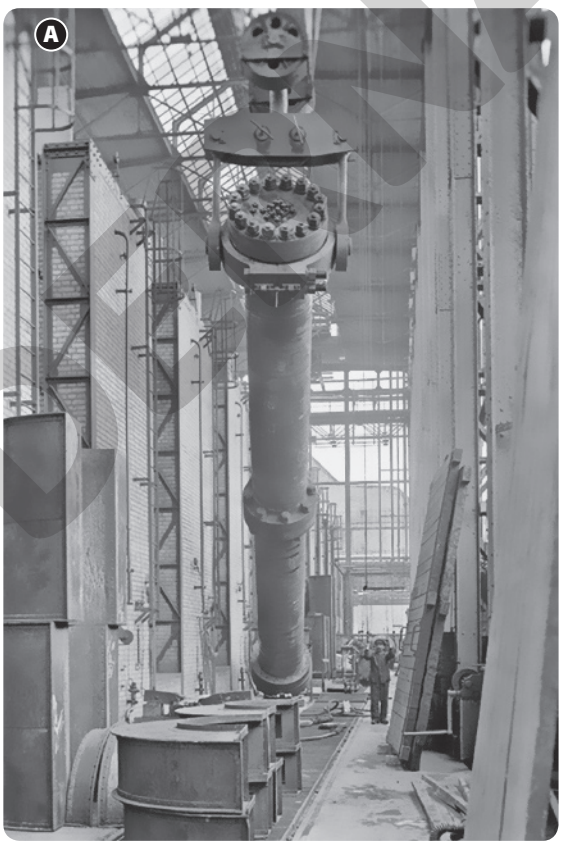
Figura 5.5 Esquema da relação entre quociente de reação e constante de equilíbrio em resposta à perturbação do sistema



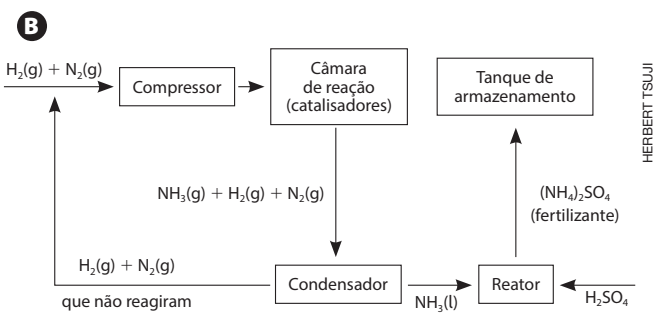
Para melhor compreender a relação entre *Q* e *K*, vamos analisar o caso da síntese da amônia a partir dos gases N_2 e H_2.

O processo produtivo Haber-Bosch

Em 1904, o químico alemão Fritz Haber (1868-1934) iniciou suas pesquisas para sintetizar amônia a partir dos gases nitrogênio e hidrogênio de forma economicamente viável (**Fig 5.6**). Na época, os experimentos anteriores demonstravam baixo rendimento. Haber levou cinco anos para alcançar o objetivo, e, com a ajuda do engenheiro químico alemão Carl Bosch (1874-1940), em 1912 a síntese foi levada à escala industrial, com a produção de mais de 1 tonelada de amônia em um único dia. O processo Haber-Bosch, como ficou conhecida essa rota de síntese, ajudou a Alemanha a tornar-se menos dependente da importação de fertilizantes nitrogenados naturais, como o salitre chileno ($NaNO_3$), garantindo o abastecimento de sua população crescente. Segundo dados do portal *Our World in Data*, estima-se que essa tecnologia seja responsável pela alimentação de metade da população mundial. O desenvolvimento desse processo produtivo foi influenciado por questões políticas: com a eclosão da Primeira Guerra Mundial, em 1914, a produção de amônia garantiu também a fabricação de explosivos, mesmo com o bloqueio marítimo imposto pela Inglaterra. Haber ganhou o Prêmio Nobel de Química em 1918 por seu trabalho com a síntese da amônia, embora tenha participado ativamente do programa de armas químicas alemão durante a guerra, o que foi objeto de críticas. O irônico é que ele acabou expulso da Alemanha em 1933 por ter família judia.



CC-PD-MARK/WIKIMEDIA FOUNDATION, INC.



HERBERT TSUJI

Figura 5.6 (A) Instalação do reator idealizado por Bosch para a síntese de amônia a alta pressão. Esse reator operava a cerca de 200 atm. **(B)** Fluxograma do processo produtivo de Haber-Bosch para a fabricação de fertilizante. O calor liberado na reação é aproveitado para aquecer os gases que entram no processo.

Comente que Bosch também ganhou um Prêmio Nobel em 1931 por sua contribuição na síntese industrial da amônia.

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

Variações na pressão e no volume

Para compreender a solução para o problema proposta por Haber, precisamos entender como se comporta um sistema em fase gasosa. O estado de um gás é caracterizado por três variáveis: a pressão (*p*) que ele exerce sobre as paredes do recipiente no qual está contido, o volume (*V*) por ele ocupado e sua temperatura (*T*). Essas variáveis se relacionam por meio da seguinte expressão:

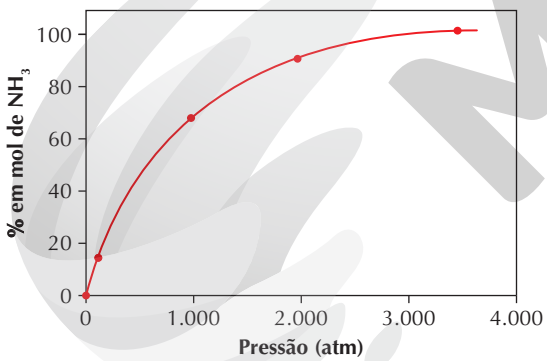
$$\frac{pV}{T} = \text{constante}$$

A análise dessa equação nos informa que pressão e volume são grandezas inversamente proporcionais. Assim, quando um sistema em fase gasosa tem seu volume diminuído a temperatura constante, sua pressão total aumenta e, consequentemente, a pressão parcial de todos os gases também aumenta. Como a pressão é proporcional ao número de moléculas presente, nessas condições é favorecida a reação que produz menor quantidade de substâncias em fase gasosa. Mas, como a pressão parcial de todos os gases aumenta, e não a de apenas um, o valor da constante de equilíbrio permanece o mesmo.

$$N_2(g) + 3\,H_2(g) \underset{}{\overset{\text{catalisador}}{\rightleftharpoons}} 2\,NH_3(g) \quad \Delta H° = -92{,}6\ \text{kJ mol}^{-1}$$

Analisando a equação química da síntese estudada, nota-se que a reação direta fornece 2 mol de gás, enquanto a reação inversa fornece 4 mol de gás. Logo, a redução de volume com aumento da pressão aumentaria o rendimento de formação de amônia. Esse raciocínio está de acordo com medidas experimentais (**Fig. 5.7**).

Figura 5.7 Porcentagem em quantidade de matéria de NH_3 no equilíbrio em função da pressão total dos gases a 425 °C



Fonte: CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. *Química*. 11. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

Os dados mostram que o aumento da pressão aumenta a porcentagem de amônia no meio reacional, conforme o esperado, e que o rendimento máximo é alcançado acima de 3.000 atm. Em geral, no processo industrial, utilizam-se pressões da ordem de 500 atm.

Outra forma de avaliar o efeito da variação no volume e na pressão do sistema é comparar Q_p e K_p. No exemplo da produção de amônia, o aumento da pressão parcial de todos os gases leva a um aumento mais acentuado do denominador da equação da constante de equilíbrio, em razão dos maiores expoentes:

$$Q_p = \frac{p(NH_3)^2}{p(N_2)^1\,p(H_2)^3}$$

Comente que esse é um dos casos em que o princípio de Le Chatelier não fornece uma previsão correta.

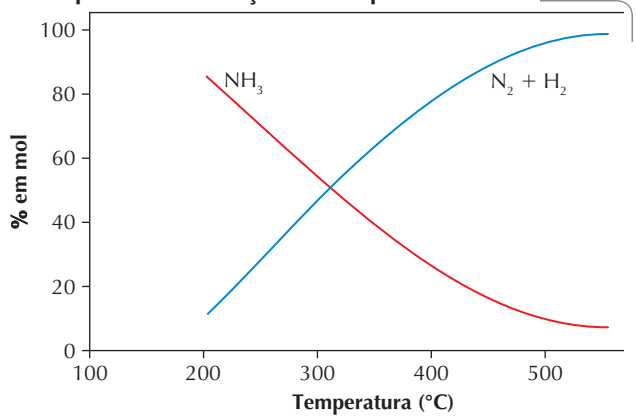
Nesse caso, $Q_p < K_p$ e, portanto, será favorecida a reação direta, levando ao consumo dos reagentes e à produção de mais amônia. Como resultado, o rendimento da reação aumenta.

Você pode estar se questionando se efeito semelhante poderia ser alcançado aumentando-se a pressão, sem alterar o volume do recipiente, por meio da adição de um **gás inerte**, ou seja, um gás que não participa da reação. Nesse caso, a pressão total do sistema aumentaria e as frações em quantidade de matéria dos gases reagentes diminuiriam; no entanto, suas pressões parciais permaneceriam as mesmas. Dessa forma, a adição de gás inerte não teria efeito no equilíbrio químico.

Variações na temperatura

A reação de formação de amônia que estamos estudando é exotérmica, ou seja, apresenta variação de entalpia negativa, indicando que a reação direta se processa a pressão constante com transferência de calor para a vizinhança. Assim, a diminuição da temperatura do sistema reacional favoreceria a reação que compensa essa perturbação, no caso, a formação de amônia. Esse raciocínio é corroborado por dados experimentais (**Fig. 5.8**). No entanto, no processo industrial, a reação é conduzida a 500 °C. A justificativa para essa escolha é cinética. Lembre-se de que a elevação da temperatura aumenta a rapidez das reações químicas e, comercialmente, isso é vantajoso.

Figura 5.8 Composição do sistema reacional no equilíbrio em função da temperatura



Fonte: CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. *Química*. 11. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

Diferentemente do caso da alteração da pressão e do volume discutido anteriormente, a alteração da temperatura do sistema reacional leva ao estabelecimento de uma nova situação de equilíbrio com valor de constante diferente do observado na situação inicial:

MODERNA

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

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

- Nas reações exotérmicas ($\Delta H < 0$), o aumento da temperatura diminui o valor de K.
- Nas reações endotérmicas ($\Delta H > 0$), o aumento da temperatura aumenta o valor de K.

Essas conclusões foram obtidas empiricamente em 1884 pelo físico-químico holandês Jacobus Henricus van't Hoff (1852-1911).

Presença de um catalisador

Como os catalisadores diminuem a energia de ativação tanto da reação direta quanto da inversa, eles não afetam o equilíbrio químico. No entanto, por aumentarem a rapidez da reação, seu uso no processo industrial é vantajoso. Haber iniciou o desenvolvimento do processo com um catalisador de ósmio (Os), que, contudo, não era barato o suficiente para ser utilizado em larga escala.

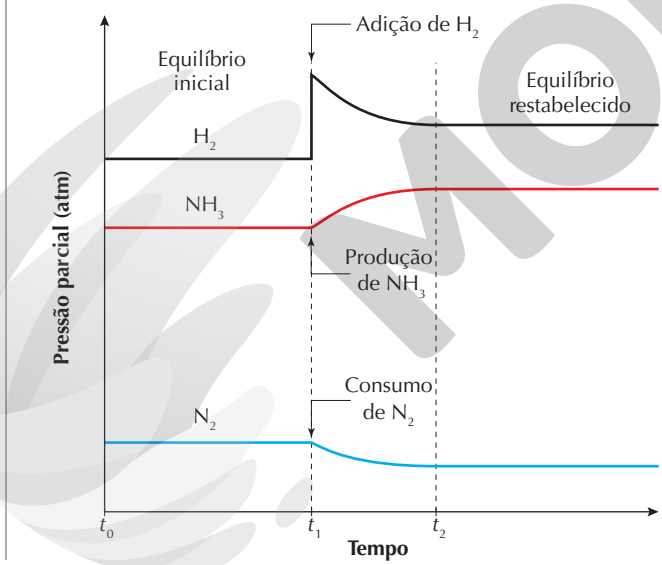
Variações na concentração

Nas instalações industriais, muitas vezes os reatores operam de maneira contínua pela constante remoção do produto formado e inserção de reagentes, obedecendo à proporção estequiométrica. Num sistema em fase gasosa, a remoção do produto pode ser alcançada por um processo de separação de misturas com base em diferenças de temperatura de liquefação, por exemplo. A remoção do produto afeta o equilíbrio químico, favorecendo a reação de interesse. Mas, em um reator que opera por lotes (processo em batelada), que estratégias temos para favorecer a reação de interesse?

A adição de gás hidrogênio (H_2), mantendo a temperatura e o volume do sistema constantes, aumentaria a fração em quantidade de matéria desse gás no sistema e, consequentemente, sua pressão parcial. Nessa nova situação, o denominador da equação da constante de equilíbrio será maior e, consequentemente, Q_p será menor que K_p. Para que o equilíbrio seja restabelecido ($Q_p = K_p$), a pressão parcial de amônia (que corresponde ao numerador da equação) deve aumentar, ou as pressões parciais de nitrogênio e de hidrogênio (o denominador) devem diminuir, ou ambos. Isso só é possível pelo consumo de nitrogênio e de hidrogênio, com a produção de mais amônia. Ou seja, é favorecida a reação direta. Raciocínio similar pode ser estendido para o caso da adição de gás nitrogênio (N_2). Esse comportamento pode ser descrito graficamente (**Fig 5.9**).

Comente que esse é um dos casos em que o princípio de Le Chatelier não fornece uma previsão correta.

Figura 5.9 Comportamento do sistema reacional com a adição de H_2 em volume e temperatura constantes



ADILSON SECCO

Fonte consultada: BROWN, T. L. *et al. Química*: a ciência central. Tradução Eloiza Lopes, Tiago Jonas e Sonia M. Yamamoto. 13. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2016.

A adição de H_2 em t_1 causa perturbação no equilíbrio, o que leva a um novo equilíbrio em t_2, com pressões parciais de reagentes e de produto diferentes das iniciais, mas cujo valor de K_p é o mesmo. No entanto, caso o aumento da concentração de um dos reagentes ocorra a temperatura e pressão constantes, o aumento do volume total levará a uma diminuição da concentração do outro reagente e da amônia.

E se a pressão parcial de um dos reagentes diminuir, a temperatura e volume constantes? Nesse caso, teremos $Q_p > K_p$, e, para que o equilíbrio se restabeleça, deve haver consumo de produto, com consequente regeneração de reagentes, favorecendo a reação inversa.

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

MODENA

Atividades

Registre em seu caderno

1. (UFRN) O equilíbrio químico se caracteriza por ser uma dinâmica em nível microscópico. Para se ter uma informação quantitativa da extensão do equilíbrio químico, usa-se a grandeza constante de equilíbrio. Considere a tirinha a seguir.

FRANK & ERNEST, BOB THAVES © 1991 THAVES/DIST. BY ANDREWS MCMEEL SYNDICATION

(Adaptado de: FELTRE, Ricardo. *Fundamentos da Química*, volume único. São Paulo: Moderna, 1996. p. 351.)

Aplicada ao equilíbrio químico, a ideia que o personagem tem sobre equilíbrio:

a) é correta, pois, no equilíbrio químico, metade das quantidades sempre é de produtos, e a outra metade é de reagentes.

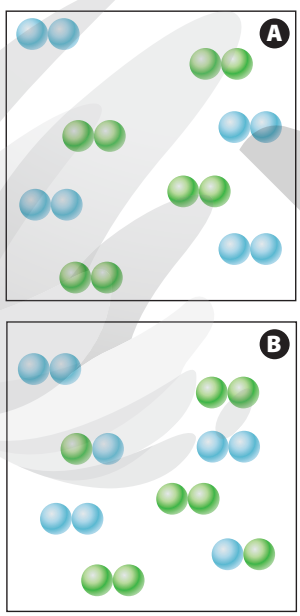
b) não é correta, pois, no equilíbrio químico, as concentrações de produtos e as de reagentes podem ser diferentes, mas são constantes.

c) é correta, pois, no equilíbrio químico, as concentrações de reagentes e as de produtos sempre são iguais, desde que o equilíbrio não seja perturbado por um efeito externo.

d) não é correta, pois, no equilíbrio químico, as concentrações dos produtos sempre são maiores que as dos reagentes, desde que o equilíbrio não seja afetado por um fator externo.

2. Considere uma reação química reversível em que duas substâncias se transformam em uma.

a) Das ilustrações apresentadas a seguir, qual é a que melhor representa essa transformação no equilíbrio químico? Justifique.

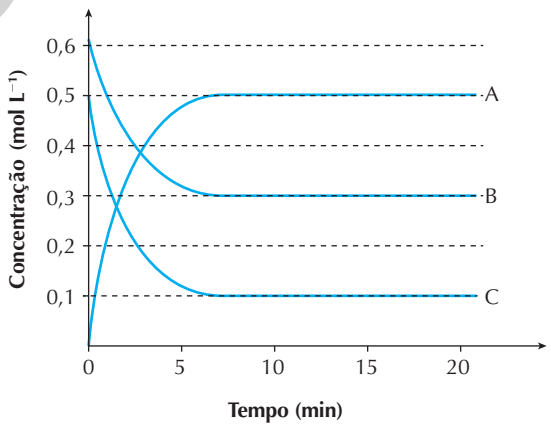


(Imagens sem escala; cores-fantasia.)

b) Supondo que, para essa mesma reação, um novo equilíbrio químico seja estabelecido a uma temperatura diferente, com um rendimento maior, faça uma ilustração que represente essa nova situação.

3. Durante uma reação química genérica, determinaram-se ao longo do tempo as concentrações das substâncias A, B e C envolvidas, e obteve-se o gráfico a seguir.

Variação da concentração das substâncias A, B e C com o tempo



Analise o gráfico e, então:

a) determine a equação química que representa essa transformação.

b) faça uma ilustração, de acordo com o modelo atômico de Dalton, que represente o sistema reacional em $t = 0$ e $t = 10$ min.

c) indique se a reação apresenta bom rendimento ou não. Justifique.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

MODERNA

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

4. Os dados a seguir foram obtidos para a decomposição do pentóxido de dinitrogênio (N_2O_5) a 80 °C.

$$2\ N_2O_5(g) \rightleftharpoons 4\ NO_2(g) + O_2(g)$$

t (min)	$[N_2O_5]$ (mol L^{-1})
0	1,000
1	0,705
2	0,497
3	0,349
4	0,246
5	0,173
6	0,130
7	0,131
8	0,129
9	0,130

a) Sabendo que inicialmente só havia N_2O_5 no sistema reacional e considerando o valor médio de concentração de N_2O_5 no equilíbrio, calcule o valor de K_c para essa reação. Você pode utilizar uma planilha eletrônica para o cálculo do valor médio da concentração.

b) Com base no valor de K_c da reação direta obtido no item anterior, determine o valor aproximado da constante de equilíbrio da reação inversa ($K_{c'}$).

5. Analise a equação química que representa a combustão do gás metano dada a seguir e explique o que acontece com o sistema em equilíbrio quando diminuímos o volume do recipiente, aumentando sua pressão total.

$$CH_4(g) + 2\ O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + 2\ H_2O(g)$$

6. (UFPR) Um estudante de química preparou, em um tubo de ensaio, uma solução aquosa contendo $[CoCl_4]^{2-}$, que é um íon complexo de cobalto. Esse íon, na presença de água, forma um equilíbrio descrito pela equação química a seguir.

$$\underset{\text{Azul}}{[CoCl_4]^{2-}(aq)} + 6\ H_2O(l) \rightleftharpoons \underset{\text{Rosa}}{[Co(H_2O)_6]^{2+}(aq)} + 4\ Cl^-(aq)$$

Ao realizar diversos experimentos, o estudante observou que:

- Quando a temperatura é 25 °C, a solução tem cor azul.
- A cor azul se intensifica após o aquecimento até aproximadamente 100 °C.
- A solução se tornou rosa quando o tubo de ensaio foi colocado num banho de gelo.
- Quando a temperatura é mantida em 25 °C, a coloração azul se intensifica após a adição de NaCl(s) na solução.

A respeito do equilíbrio representado e das observações do estudante, analise os itens a seguir.

01. A reação é endotérmica no sentido direto.
02. A constante de equilíbrio aumenta quando o sistema é resfriado.
04. A constante de equilíbrio diminui quando NaCl(s) é adicionado.
08. A adição de NaCl(s) aumenta a concentração de íons Cl^- em solução, deslocando o equilíbrio no sentido da reação inversa.
16. A adição de um catalisador a 25 °C acelera a reação, deslocando o equilíbrio no sentido da reação direta, intensificando a cor rosa.

Dê como resposta a soma dos números associados às proposições corretas.

7. (Unicamp-SP) Íons como Cu^{2+}, Fe^{3+} e Fe^{2+}, presentes em certos alimentos, como por exemplo maionese, podem causar a sua deterioração através da formação de peróxidos. Para evitar esse problema, em alguns alimentos industrializados pode ser adicionada uma substância que complexa (reage com) esses íons, impedindo a sua ação. Essa substância, genericamente conhecida como "EDTA", é adicionada na forma de seu sal de sódio e cálcio. A reação que ocorre entre os íons "indesejáveis" e o "EDTA" adicionado pode ser representada pela equação:

$$CaEDTA^{2-} + Me^{n+} \rightleftharpoons MeEDTA^{n-4} + Ca^{2+}$$

Os valores dos logaritmos das constantes de equilíbrio para as reações de complexação desses íons com EDTA são:

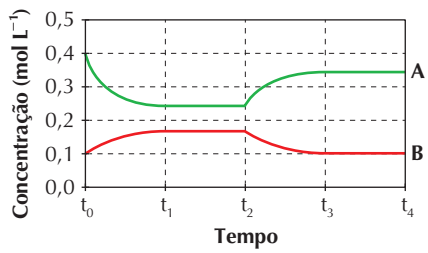
Me^{n+}	$*\log K_{eq}$
Fe^{2+}	14,4
Cu^{2+}	18,8
Fe^{3+}	25,1

$*\log_a a^x = x$

a) Qual dos íons Me^{n+} será removido com mais eficiência? Justifique.

b) Escreva a equação química que representa a reação entre $CaEDTA^{2-}$ e o íon escolhido no item (a) da questão.

8. O gráfico a seguir ilustra a variação da concentração em função do tempo para a reação $2\ A(g) \rightleftharpoons B(g)$. Sabendo que em t_2 a temperatura foi elevada, explique se a reação é endotérmica ou exotérmica.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

MODERNA

TEMA 6

Gravitação e monitoramento por satélites

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6
Habilidades: EM13CNT204; EM13CNT301; EM13CNT308

Além de muito utilizados para determinar posições geográficas com precisão, os satélites vêm sendo usados para captar imagens de grandes áreas, auxiliando no monitoramento ambiental e agrícola (**Fig. 6.1 A**).

ERICSON GUILHERME LUCIANO

GOOGLE EARTH © 2020 GOOGLE IMAGE © 2020 MAXAR TECHNOLOGIES

Figura 6.1 **(A)** Foto de uma região do município de Artur Nogueira, SP, tirada por satélite em 2019. **(B)** Representação artística do satélite WorldView-3.

Mas você já se perguntou como um satélite fica em órbita (**Fig. 6.1 B**)? Para entender essa e várias outras questões envolvendo corpos em órbita, neste Tema iremos estudar a mais antiga lei de força, conhecida como **lei da gravitação universal**, formulada pelo cientista inglês Isaac Newton (1642-1727). Essa lei explica como ocorre a interação gravitacional entre dois corpos que têm certa massa. No entanto, a lei da gravitação foi formulada por Newton devido à contribuição de estudos anteriores, como os realizados pelo astrônomo alemão Johannes Kepler (1571-1630) e pelo físico e matemático italiano Galileu Galilei (1564-1642).

Kepler era assistente do astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601), cujo laboratório astronômico era um dos mais avançados da época. Com base nos estudos de Brahe sobre a órbita de Marte, Kepler desenvolveu um modelo que considerava as órbitas dos planetas elípticas, e não circulares, com os planetas orbitando o Sol. Ao descrever uma órbita elíptica, o planeta aumenta sua velocidade quando se aproxima do Sol e diminui quando se afasta. O modelo de Kepler era como o de Nicolau Copérnico (1473-1543), astrônomo e matemático polonês que perdeu a vida por ser considerado herege, ao defender o heliocentrismo, modelo no qual os planetas giram ao redor do Sol, em oposição ao geocentrismo, no qual todos os outros astros giram ao redor da Terra.

O modelo criado por Kepler para descrever a órbita dos planetas seguia três leis principais, que são conhecidas atualmente como **leis de Kepler**, as quais veremos a seguir.

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

Primeira lei de Kepler

A Terra hoje está rodeada de objetos que a orbitam. Dentre esses objetos há satélites em funcionamento e fragmentos de satélites que não estão em operação. Estes constituem o lixo espacial. Na **Figura 6.2** vemos uma imagem gerada por computador mostrando objetos ao redor do nosso planeta. Apesar de parecer, à primeira vista, uma distribuição aleatória, a distância desses objetos até a Terra, a sua velocidade e o seu período orbital seguem leis muito precisas. Essas leis foram apresentadas por Kepler em 1596. Apesar de terem sido estabelecidas para os planetas que orbitam o Sol, as leis de Kepler valem para qualquer corpo que orbita outro, como a Lua e outros satélites naturais, os cometas e os satélites artificiais, por exemplo.

NASA

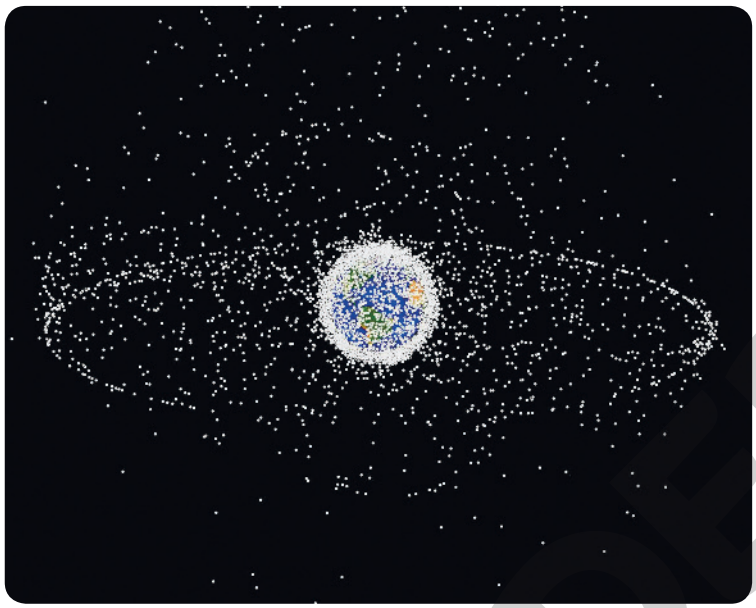


Figura 6.2 Imagem gerada por computador mostrando objetos que orbitam a Terra. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A primeira das leis diz respeito à forma das órbitas. Na **Figura 6.2** podemos ver os diversos pontos, que correspondem aos objetos, em uma órbita com formato elíptico. A **primeira lei de Kepler** afirma que:

Os planetas se movimentam em órbitas elípticas em torno do Sol, que ocupa um dos focos da elipse.

A elipse é uma figura geométrica plana que tem dois eixos perpendiculares entre si, sendo um dos eixos maior que o outro. Sobre o eixo maior definem-se dois pontos chamados de foco (F_1 e F_2), conforme podemos ver na **Figura 6.3**.

Uma propriedade da elipse determina que a soma das distâncias de seus focos (F_1 e F_2) até um ponto (P) qualquer é constante, ou seja:

$d_1 + d_2 = \text{constante}$

Os elementos da elipse (**Fig. 6.4**) são:

- a, semieixo maior.
- b, semieixo menor.
- c, distância entre o centro de simetria O e um dos focos.

A excentricidade (e) da elipse é calculada pela razão $e = \frac{c}{a}$. Quanto maior a excentricidade, mais achatada será a elipse. Quando c for próximo de zero, a elipse terá o formato próximo ao de uma circunferência. Para uma elipse, sempre teremos $a > c$, então podemos concluir que a excentricidade da elipse sempre será um número entre 0 e 1.

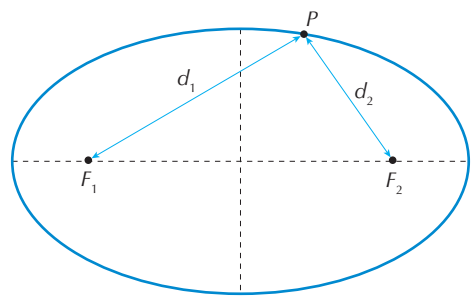


Figura 6.3 Representação de uma elipse mostrando seus focos (F_1 e F_2) e as distâncias (d_1 e d_2) até um ponto P.

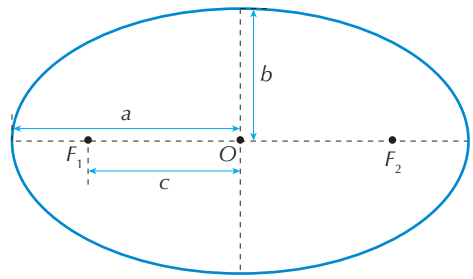


Figura 6.4 Elementos de uma elipse.

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

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

MODERNA

Tabela 6.1 Valores da excentricidade da órbita dos planetas do Sistema Solar

Planeta	Excentricidade da órbita
Mercúrio	0,2056
Vênus	0,0068
Terra	0,0167
Marte	0,0934
Júpiter	0,0485
Saturno	0,0556
Urano	0,0472
Netuno	0,0086

Fonte: OBSERVATÓRIO EDUCATIVO ITINERANTE. O Sistema Solar: característica e dinâmica. *Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul*. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/oei/solar/solar04/solar04.htm>. Acesso em: 29 maio 2020.

Na **Tabela 6.1** são apresentados os valores da excentricidade da órbita dos planetas do Sistema Solar.

No caso da maioria dos planetas do Sistema Solar, o valor da excentricidade é baixo. Assim, a representação de suas órbitas é muito parecida com uma circunferência, mas ainda são elipses. Veja na **Figura 6.5** que a órbita de Mercúrio se assemelha a uma circunferência e sua excentricidade é a maior (0,2056). Observe ainda que o Sol está levemente deslocado da posição central. Agora, quanto a Vênus, essas características são quase imperceptíveis, pois sua órbita apresenta a menor excentricidade (0,0068).

Conforme apresentado na **Figura 6.6**, é possível notar que a distância dos astros até o Sol varia: em determinado período estão mais próximos, em outro estão mais distantes. Com base nessas variações, definiu-se que a posição mais próxima do Sol que um astro pode ocupar é chamada de **periélio** e a mais distante é chamada de **afélio**.

ILUSTRAÇÕES: ERICSSON GUILHERME LUCIANO

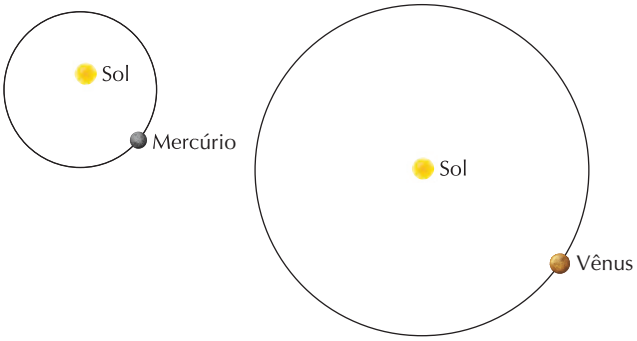


Figura 6.5 Representação esquemática das órbitas de Mercúrio e Vênus. Os dois planetas desenvolvem, respectivamente, a órbita de maior excentricidade (0,2056) e a de menor excentricidade (0,0068). (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

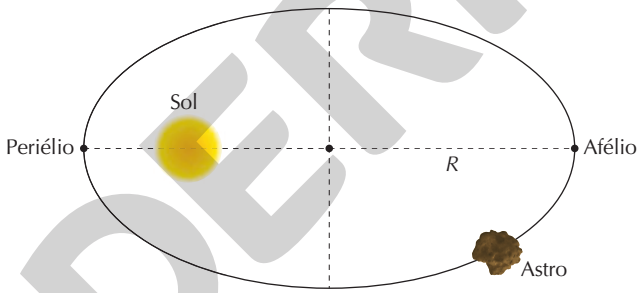


Figura 6.6 Órbita elíptica de um astro ao redor do Sol. O semieixo maior (*R*) da elipse é chamado de raio médio da órbita. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Segunda lei de Kepler

Cometas são astros que, assim como os planetas, orbitam o Sol. Sua composição difere da composição dos planetas – são formados por gelo e rochas –, e sua órbita, também elíptica, tem um formato muito mais alongado do que o formato das órbitas dos planetas. Ao se aproximar do Sol, parte do gelo do cometa sublima, formando parte de sua cauda, conforme a **Figura 6.7**, que mostra o cometa C/2014 Q2. Mas como podemos comparar a velocidade do cometa no **periélio** com a do **afélio**?

ALAN DYER/VWPICS/ALAMY/FOTOARENA

Figura 6.7 Cometa C/2014 Q2 observado pela primeira vez pelo australiano Terry Lovejoy, um astrônomo amador, em 17 de agosto de 2014.

Kepler desenvolveu uma lei que permite responder a essa e outras perguntas relativas à comparação de movimentos de astros em uma órbita ao redor do Sol. Como dito anteriormente, foi verificado que todas as leis de Kepler podem ser aplicadas a qualquer corpo em órbita gravitacional, e não apenas aos corpos em órbita ao redor do Sol. A Lua ou os satélites artificiais ao redor da Terra, a infinidade de rochas que formam os anéis de Saturno, todos esses corpos têm movimentos que podem ser descritos pelas leis de Kepler. A **segunda lei de Kepler**, também conhecida como lei das áreas, afirma que:

Um planeta descreve sua órbita de tal maneira que uma reta imaginária que o une ao Sol "varre" áreas iguais em intervalos de tempo iguais.

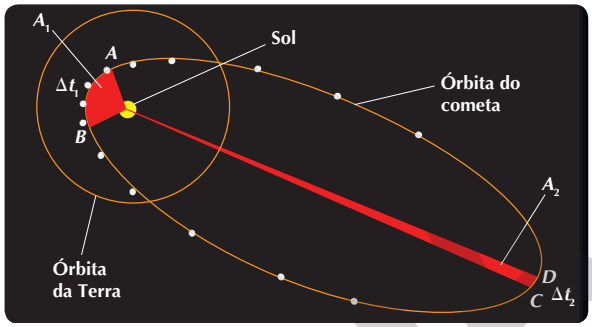
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Isso significa que a velocidade com que um planeta descreve a sua trajetória é maior quando ele está mais próximo do Sol, ou seja, o planeta desenvolve movimento acelerado. Já quando está mais distante do Sol, o planeta desenvolve movimento retardado. Matematicamente, a segunda lei de Kepler é representada pela expressão:

$$\frac{A_1}{\Delta t_1} = \frac{A_2}{\Delta t_2}$$

Vamos tomar o exemplo do cometa próximo do periélio e do afélio considerando a **Figura 6.8**. Nela, vemos duas áreas semelhantes a triângulos representadas em vermelho, uma na região do periélio, outra na do afélio. Medidas em intervalos de tempo iguais, essas duas áreas são iguais, de acordo com a segunda lei de Kepler. Como os pontos *C* e *D* estão a uma distância média do Sol muito maior que os pontos *A* e *B*, para que a área da figura formada entre esses pontos e o Sol seja igual, o comprimento do arco $\overset{\frown}{AB}$ deve ser muito maior que o comprimento do arco $\overset{\frown}{CD}$. Portanto, a velocidade do cometa (e de qualquer astro) próximo do periélio é maior do que a velocidade do cometa próximo do afélio.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 6.8 Em intervalos de tempo iguais ($\Delta t_1 = \Delta t_2$), a reta imaginária que une o planeta ao Sol "varre" áreas iguais ($A_1 = A_2$). (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Terceira lei de Kepler

O satélite CBERS-4 (**Fig. 6.9**) foi lançado por Brasil e China, em cooperação, em 2014. Com previsão de 3 anos, sua missão teve uma duração de pouco mais de 5 anos. Foi construído para fins de sensoriamento remoto com aplicações em diversas áreas, incluindo o monitoramento de áreas agrícolas. Esse satélite operou em uma altitude de cerca de 778 km, completando uma volta em torno da Terra a cada 100 minutos, aproximadamente, com órbita que passava próximo aos polos terrestres.

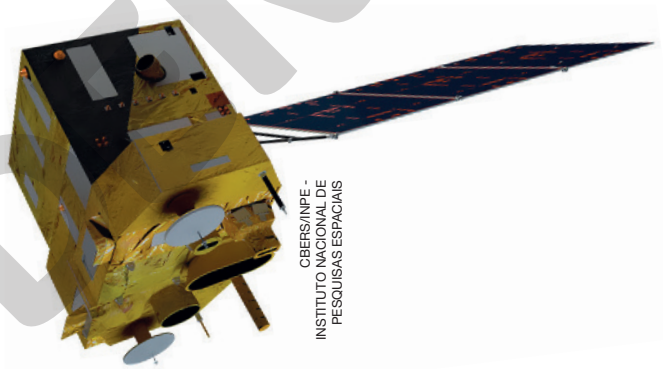

CBERS/INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Figura 6.9 Foto do satélite CBERS-4. Suas imagens permitiram o controle de desmatamento e queimadas na Amazônia Legal e o monitoramento de recursos hídricos e áreas agrícolas, entre outras aplicações.

Outro tipo de satélite, chamado de geoestacionário, completa uma volta em torno da Terra a cada 24 horas (como veremos adiante), tempo igual ao período de rotação da Terra; por isso, para um observador na Terra o satélite estará sempre no mesmo ponto. Os satélites geoestacionários encontram-se a 35.786 km de altitude. O fato de as órbitas **mais distantes** do corpo central **levarem mais tempo para dar sua volta completa** é explicado pela terceira lei de Kepler, que afirma:

A razão entre o quadrado do período orbital e o cubo do raio médio da órbita é uma constante.

Matematicamente, a terceira lei de Kepler é representada pela expressão:

$$\frac{T^2}{R^3} = \text{constante}$$

Por essa lei, quanto mais afastado do Sol um planeta estiver, maior será seu período de translação, ou seja, maior será o intervalo de tempo para dar uma volta completa.

Vamos ver um exemplo envolvendo o planeta Marte. Sabendo que a distância entre Marte e o Sol é de 1,52 vez a distância entre a Terra e o Sol, podemos calcular o tempo que ele leva para dar uma volta ao redor do Sol.

Aplicando-se as distâncias na terceira lei de Kepler, temos:

$$\frac{T'^2}{R'^3} = \frac{T^2}{R^3} \Rightarrow \frac{T'^2}{(1{,}52 \cdot R)^3} = \frac{1^2}{R^3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{T'^2}{3{,}511 \cdot \cancel{R^3}} = \frac{1^2}{\cancel{R^3}} \Rightarrow T'^2 = 3{,}511$$

$$\therefore T' = 1{,}87 \text{ ano}$$

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

Portanto, o tempo que Marte leva para dar uma volta completa ao redor do Sol é maior que o tempo que a Terra leva, no caso, 1 ano.

A **Tabela 6.2** contém os valores do raio orbital médio e do período orbital relativo aos planetas do Sistema Solar. O raio orbital médio é calculado com base na unidade astronômica (ua), que é a medida do raio orbital médio do planeta Terra, ou seja:

$$1 \text{ ua} = 1{,}49 \cdot 10^8 \text{ km}$$

Tabela 6.2 Valores do raio orbital médio (R) e do período orbital (T) relativos aos planetas do Sistema Solar e à razão $\left(\frac{T^2}{R^3}\right)$

Planeta	Raio médio da órbita em ua (R)	Período orbital em anos terrestres (T)	Razão $\left(\frac{T^2}{R^3}\right)$
Mercúrio	0,387	0,241	1,002
Vênus	0,723	0,616	1,004
Terra	1,000	1,000	1,000
Marte	1,523	1,882	1,003
Júpiter	5,205	11,866	0,998
Saturno	9,582	29,443	0,985
Urano	19,200	83,805	0,992
Netuno	30,050	163,835	0,989

Fontes consultadas: HYPERPHYSICS. Solar orbit. *Georgia State University*. Disponível em: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/solorb.html> e NASA. Planetary fact sheet. Disponível em: <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/>. Acessos em: 29 maio 2020.

Considerando que em um sistema planetário um planeta orbita determinada estrela e sabendo que o planeta descreve $\frac{1}{8}$ de volta da sua órbita em 20 dias terrestres, qual é o período de translação desse planeta em torno de sua estrela?

O período de translação é dado por:

$\frac{1}{8} \cdot T = 20$ dias terrestres $\therefore T = 160$ dias terrestres

Em horas, o período é dado por:

$T = 160 \cdot 24 \therefore T = 3.840$ h

Considerando que a órbita do planeta é aproximadamente circular, com diâmetro de 10.000 km, qual é a razão $\left(\frac{\Delta A}{\Delta t}\right)$?

A razão pode ser obtida usando-se o período calculado anteriormente:

$$\frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{\pi \cdot (5.000 \text{ km})^2}{3.840 \text{ h}} \therefore \frac{\Delta A}{\Delta t} \simeq 20.453 \text{ km}^2 \text{ h}^{-1}$$

Muitos satélites naturais têm alguma sincronização entre seus períodos de rotação e translação. Na Lua, por exemplo, o período de rotação é igual ao de translação.

:: Força de atração gravitacional

Conforme vimos até agora, os trabalhos de Kepler eram descritivos, isto é, eles descreviam como eram os movimentos dos planetas, sem elucidar suas causas. Isaac Newton (1643-1727) foi quem desenvolveu a teoria que explicava os movimentos dos astros, com base no conceito de **força**. Para tanto, ele desenvolveu não apenas uma **lei da gravitação**, como também toda a **dinâmica**, que explica como as forças alteram o movimento dos corpos, publicando sua teoria em 1687 na obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, que se tornou referência para os estudos de Física, de Astronomia e de Matemática.

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

A teoria da gravitação universal de Newton explica por que a natureza da força que mantém um objeto preso à superfície da Terra é a mesma da força que mantém um satélite natural ou artificial girando ao redor de um planeta, e este girando em torno de sua estrela.

A **lei da gravitação** é enunciada como:

Todos os corpos que têm massa atraem corpos que têm massa por meio da ação de forças diretamente proporcionais ao produto das massas dos corpos e inversamente proporcionais ao quadrado da distância entre eles.

Considerando, por exemplo, a **Figura 6.10**, em que temos a Terra com massa m_1, e outro corpo, no caso um satélite artificial de massa m_2, podemos demonstrar que a força gravitacional entre esses corpos, separados por uma distância d, é dada por:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

em que $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \text{N m}^2\ \text{kg}^{-2}$ é a chamada **constante gravitacional**.

Satélites artificiais podem ser usados no fornecimento de informações meteorológicas, que são muito importantes para o planejamento de safras na agricultura, como é o caso do satélite Meteosat-8 (**Fig. 6.11**). Sabendo que esse satélite tem massa de aproximadamente $m_s = 2.000$ kg, que a massa da Terra é de $m_T = 5{,}97 \cdot 10^{24}$ kg e que a distância entre o satélite e o centro da Terra é de aproximadamente $d = 40.000$ km, calcule a intensidade da força de atração gravitacional entre ambos.

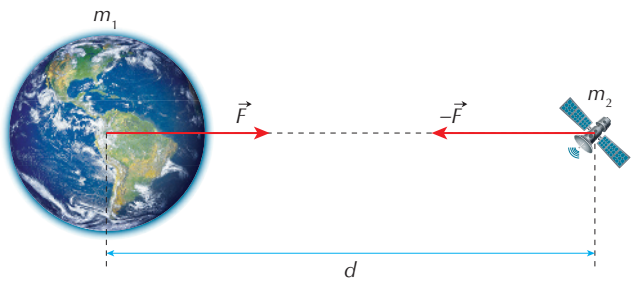


Figura 6.10 A força de atração gravitacional depende da massa dos corpos e da distância entre eles. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

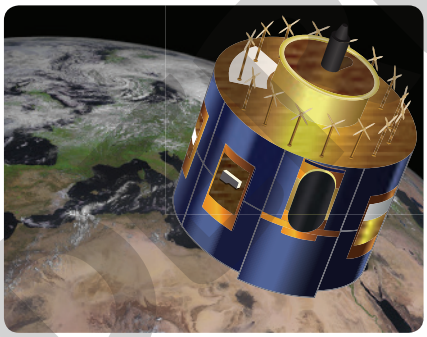


Figura 6.11 Representação artística do satélite Meteosat-8. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Primeiro, transformando $d = 40.000$ km em metros, temos $d = 4 \cdot 10^7$ m. Considerando $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \text{N m}^2\ \text{kg}^{-2}$, podemos calcular a força de atração gravitacional da seguinte forma:

$$F = G \cdot \frac{m_T \cdot m_s}{d^2} \Rightarrow F = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \text{N m}^2\ \text{kg}^{-2} \cdot \frac{5{,}97 \cdot 10^{24}\ \text{kg} \cdot 2 \cdot 10^3\ \text{kg}}{(4 \cdot 10^7\ \text{m})^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 7{,}5 \cdot 10^{12}\ \text{N} \Rightarrow F = 50 \cdot 10^1\ \text{N} \therefore F = 500\ \text{N}$$

Como foi mencionado anteriormente, corpos que têm massa se atraem por meio da força gravitacional. Imagine que dois satélites similares ao Meteosat-8 foram construídos e estejam guardados separadamente, esperando para serem lançados. Se estão a uma distância de 50 m um do outro, os satélites atraem-se com que intensidade? Qual seria a aceleração dos satélites em decorrência da ação exclusiva dessas forças?

A força de atração gravitacional entre os dois satélites pode ser calculada como:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2} \Rightarrow F = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \text{N m}^2\ \text{kg}^{-2} \cdot \frac{2 \cdot 10^3\ \text{kg} \cdot 2 \cdot 10^3\ \text{kg}}{(50\ \text{m})^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{4 \cdot 10^6}{2{,}5 \cdot 10^3}\ \text{N} \Rightarrow F = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 1{,}6 \cdot 10^3\ \text{N} \therefore F \simeq 10{,}7 \cdot 10^{-8}\ \text{N}$$

Para calcular a aceleração dos satélites sob a ação das forças, podemos aplicar a segunda lei de Newton:

$$F = m \cdot a \Rightarrow 10{,}7 \cdot 10^{-8}\ \text{N} = 2 \cdot 10^3\ \text{kg} \cdot a \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{10{,}7 \cdot 10^{-8}}{2 \cdot 10^3}\ \text{m s}^{-2} \therefore a \simeq 5{,}4 \cdot 10^{-11}\ \text{m s}^{-2}$$

Ou seja, uma aceleração extremamente pequena.

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

:: Campo gravitacional

Um corpo de massa M gera um **campo gravitacional** ao seu redor em uma região do espaço. No momento em que colocamos outro corpo de massa m nessa região, ambos ficam sujeitos à ação da força gravitacional. Portanto, campo gravitacional é o nome dado à região de perturbação gravitacional que um corpo gera ao seu redor. O campo gravitacional é responsável por ficarmos "presos" à superfície da Terra, por manter os satélites em órbita ao redor da Terra (**Fig. 6.12**) e a Terra em órbita ao redor do Sol.

NASA

Figura 6.12 Astronauta em órbita junto com a Estação Espacial Internacional. Seu movimento nos dá a falsa impressão de que nesse ponto não há gravidade, mas há, pois é a gravidade gerada pela Terra que os mantém em órbita.

Conforme vimos anteriormente, a intensidade da força que um corpo de massa M exerce sobre um corpo de massa m, separados um do outro por uma distância d, é dada pela lei da gravitação universal de Newton:

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{d^2}$$

Todos os corpos que têm massa geram um campo gravitacional, de forma que, ao colocar um objeto com massa na região de atuação desse campo, é estabelecida uma força gravitacional entre ambos. Matematicamente, o campo gravitacional é definido pela equação:

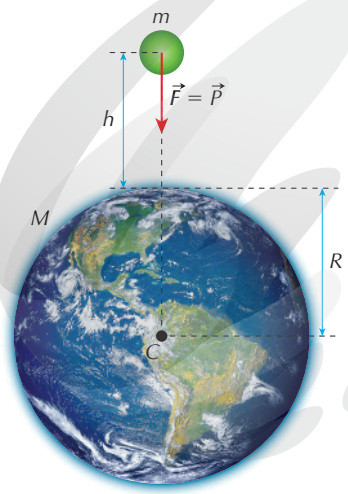
$$g = \frac{F}{m} \Rightarrow g = G \cdot \frac{M \cdot \cancel{m}}{d^2 \cdot \cancel{m}} \therefore g = \frac{GM}{d^2}$$

Com base na equação acima, podemos, por exemplo, determinar o campo gravitacional na superfície da Terra, isto é, em uma distância igual ao raio da Terra. Considerando que a massa da Terra é de $5{,}97 \cdot 10^{24}$ kg, que o raio médio da Terra é de $6{,}37 \cdot 10^{6}$ m e que $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \text{N m}^2\ \text{kg}^{-2}$, temos:

$$g = G \cdot \frac{M_{\text{Terra}}}{R^2_{\text{Terra}}} \Rightarrow g = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\,\text{N m}^2\,\text{kg}^{-2} \cdot \frac{5{,}97 \cdot 10^{24}\,\text{kg}}{(6{,}37 \cdot 10^{6}\,\text{m})^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow g = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 1{,}47 \cdot 10^{11}\,\text{m s}^{-2} \therefore g \simeq 9{,}80\,\text{m s}^{-2}$$

Conclui-se, então, que todos os corpos massivos na superfície terrestre ficam sujeitos à força gravitacional da Terra, que chamamos de força peso ($P = m \cdot g$). Além disso, é possível observar que, com o aumento da altitude, ocorre a diminuição no valor do campo gravitacional da Terra e, portanto, a diminuição da força peso. Assim, por exemplo, em uma altitude h (**Fig. 6.13**), o valor da força peso do corpo será:



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 6.13 A força de atração gravitacional da Terra sobre um corpo de massa m é equivalente ao peso desse corpo. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

$$P = m \cdot g'$$

Sendo:

$$g' = G \cdot \frac{M_{\text{Terra}}}{(R_{\text{Terra}} + h)^2}$$

Por exemplo, na altitude da Estação Espacial Internacional, 408 km, a gravidade exercida pela Terra vale:

$$g' = G \cdot \frac{M_{\text{Terra}}}{(R_{\text{Terra}} + h)^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow g' = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \text{m}^3\,\text{kg}^{-1}\,\text{s}^{-2} \cdot \frac{5{,}97 \cdot 10^{24}\,\text{kg}}{(6{,}37 \cdot 10^{6}\,\text{m} + 4{,}08 \cdot 10^{5}\,\text{m})^2}$$

$$\therefore g' = 8{,}66\,\text{m s}^{-2}$$

Vamos ver outro exemplo envolvendo o planeta Júpiter, que é o maior planeta do Sistema Solar. Ele tem raio médio cerca de 11,2 vezes maior que o da Terra, e sua massa é aproximadamente 318 vezes maior que a da Terra (**Fig. 6.14**).

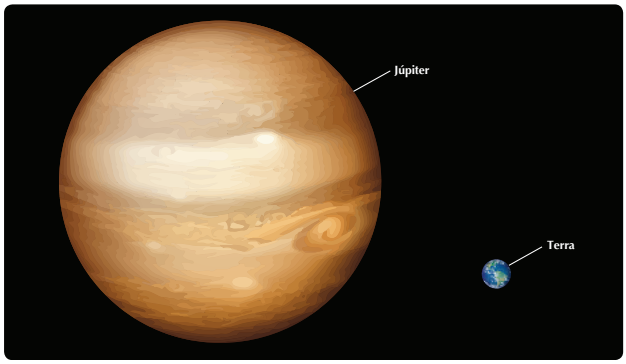
Qual é o valor da aceleração na superfície de Júpiter? Como ela se compara à aceleração na superfície da Terra?

Considerando $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\,\text{m}^3\,\text{kg}^{-1}\text{s}^{-2}$ e $g = 10\,\text{m s}^{-2}$, temos:

$$g_{\text{Terra}} = G \cdot \frac{M_{\text{Terra}}}{R^2_{\text{Terra}}} \text{ e } g_{\text{Júpiter}} = G \cdot \frac{M_{\text{Júpiter}}}{R^2_{\text{Júpiter}}}$$

MODERNA

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



ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 6.14 Representação esquemática da comparação entre o tamanho da Terra e o tamanho de Júpiter. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Substituindo os valores relativos a Júpiter, temos:

$$g_{\text{Júpiter}} = G \cdot \frac{M_{\text{Júpiter}}}{R^2_{\text{Júpiter}}} \Rightarrow g_{\text{Júpiter}} = G \cdot \frac{318\, M_{\text{Terra}}}{\left(11{,}2\, R_{\text{Terra}}\right)^2} \Rightarrow g_{\text{Júpiter}} = \frac{318}{125{,}44} \cdot G \cdot \frac{M_{\text{Terra}}}{R^2_{\text{Terra}}} \Rightarrow$$

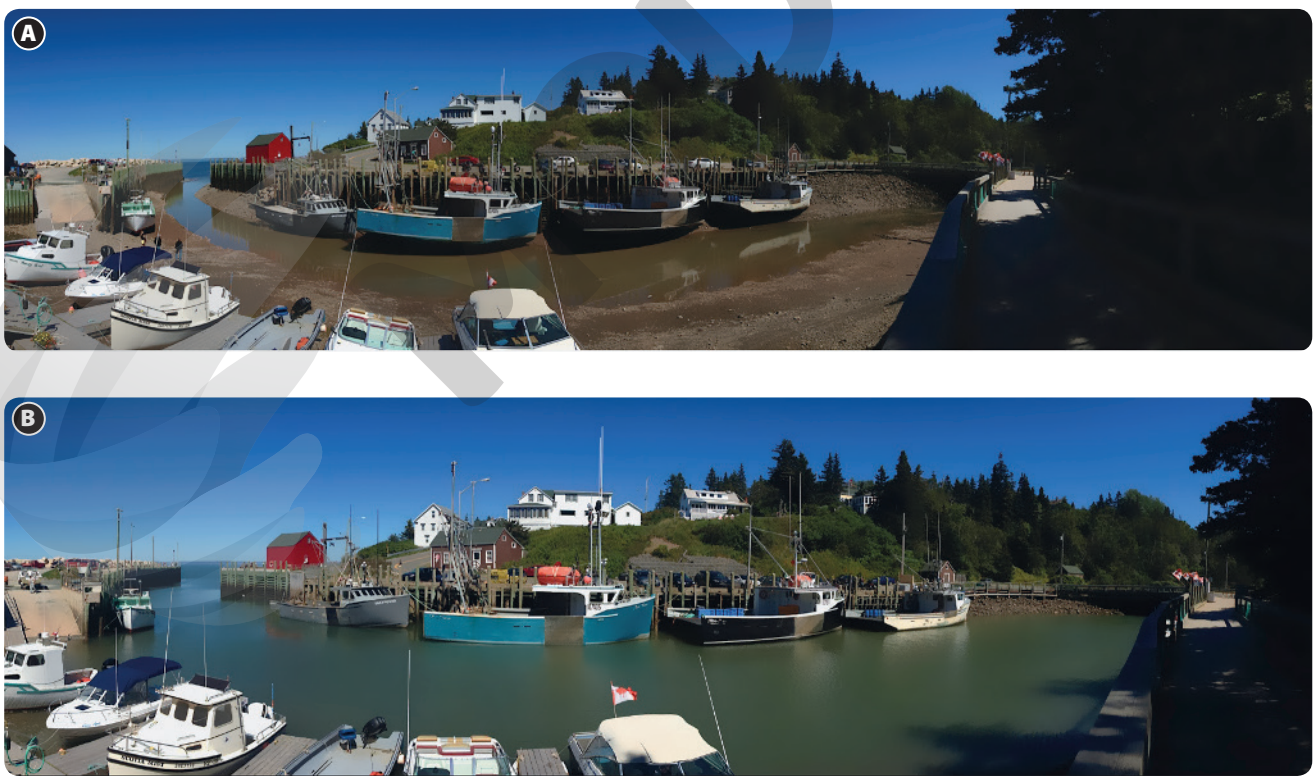
$$\Rightarrow g_{\text{Júpiter}} = \frac{318}{125{,}44} \cdot g_{\text{Terra}} \Rightarrow g_{\text{Júpiter}} \simeq 2{,}53 \cdot 10 \therefore g_{\text{Júpiter}} \simeq 25{,}3\ \text{m s}^{-2}$$

Como a aceleração na superfície da Terra é aproximadamente $g_{\text{Terra}} = 10\ \text{m s}^{-2}$, temos:

$$\frac{g_{\text{Júpiter}}}{g_{\text{Terra}}} = \frac{25{,}3\ \text{m s}^{-2}}{10\ \text{m s}^{-2}} \therefore g_{\text{Júpiter}} \simeq 2{,}5 \cdot g_{\text{Terra}}$$

Marés

A atração gravitacional que a Lua exerce sobre a Terra e, em menor grau, a atração gravitacional que o Sol exerce sobre a Terra resultam nas **marés**, que podem impactar as atividades pesqueiras, por exemplo. Como decorrência da atração gravitacional, o nível das águas dos oceanos varia periodicamente; quando baixa, temos a **maré baixa** (**Fig. 6.15 A**); quando sobe e atinge seu ponto máximo, temos a **maré alta** (**Fig. 6.15 B**).



DRSDAS/CC BY-SA 3.0/PANORAMIO

DRSDAS/CC BY-SA 3.0/PANORAMIO

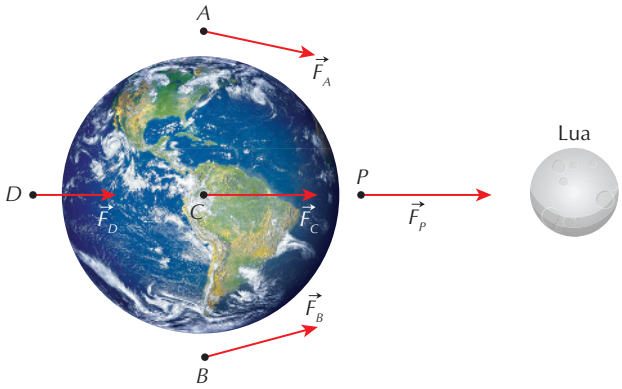
Figura 6.15 **(A)** Maré baixa e **(B)** maré alta no porto de Hall's Harbour (Canadá, 2014).

Para compreender como ocorrem as marés, vamos considerar toda a água líquida do planeta um "corpo flexível".

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

MODERNA

Observando a **Figura 6.16**, notamos que a intensidade da força gravitacional lunar é maior no ponto *P*, já que esse ponto está mais próximo da Lua, seguido pela força no ponto *C*, que é o centro da Terra, e pela força no ponto *D*. Isso faz com que a água, considerada um "corpo flexível", deforme-se e ocorram marés altas nos pontos *P* e *D* e marés baixas nos pontos *A* e *B* (**Fig. 6.17**).



ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 6.16 A Lua exerce força gravitacional sobre a Terra. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

HONÓRIO MOREIRA/OIMP/D. A. PRESS

Figura 6.17 Em 2015, no município de São Luís do Maranhão (MA), a força da maré derrubou postes e causou estragos na orla.

Satélites artificiais

Vimos até agora várias aplicações dos satélites artificiais, mas como essa história se iniciou? As pesquisas para colocar objetos e seres humanos em órbita começaram após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), durante a década de 1950. O cenário político pós-guerra caracterizava-se pela disputa de poder estratégico e militar entre a então União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) e os Estados Unidos, processo que ficou conhecido como Guerra Fria (1946-1991). As tentativas de cada um dos blocos de superar o poderio do outro tiveram várias consequências, como o aumento da produção de artefatos nucleares e a chamada corrida espacial.

Com as pesquisas espaciais, foi possível desenvolver satélites de comunicação, meteorológicos, geoestacionários, entre outros, que utilizamos até mesmo sem perceber. Os dispositivos de localização presentes nos telefones celulares, por exemplo, resultam da comunicação entre esses aparelhos e os satélites.

Qualquer mecanismo, sonda, telescópio ou estação espacial que esteja em órbita em torno de um astro é chamado de **satélite artificial**. Quando um satélite tem período de movimento orbital igual ao período de rotação do astro que orbita, é chamado de **satélite estacionário**. No caso da Terra, que tem período de rotação aproximado de 24 horas, chamamos de estacionário ou geoestacionário o satélite cujo período orbital é de 24 horas. Isso significa que, uma vez colocado em órbita, o satélite permanece sobre o mesmo ponto da superfície da Terra.

ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 6.18 Representação esquemática dos satélites que compõem o sistema de posicionamento global. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

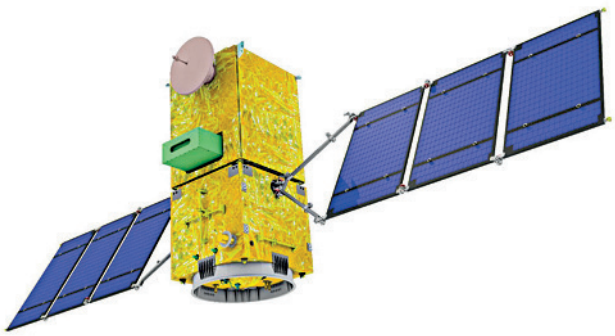
Fonte: GPS.GOV. Space segment. *Official U.S. government information about the Global Positioning System (GPS) and related topics*. Disponível em: <https://www.gps.gov/systems/gps/space/>. Acesso em: 29 maio 2020.

Entre os satélites que orbitam a Terra, há aqueles utilizados para navegação e obtenção de medidas precisas de posições geográficas. Conhecido popularmente pela sigla GPS (do inglês ***g****lobal* ***p****ositioning* ***s****ystem*) (**Fig. 6.18**), o sistema de posicionamento global foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, colocado em operação em 1973 e disponibilizado para uso mundial em 1995. Sua atuação se dá em três principais segmentos: o espacial, que é formado por cerca de 30 satélites; o de controle, que é formado por centros de controle que ficam em terra e monitoram os satélites; e o do usuário, composto de uma antena e um receptor para captar e decodificar os sinais enviados pelos satélites, fornecendo ao usuário informações sobre o seu posicionamento, sua velocidade e sua direção de deslocamento.

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

MODERNA

No Brasil, com a finalidade de monitorar o desmatamento, especialmente da região amazônica, e extensas áreas agrícolas em todo o território nacional, cientistas brasileiros desenvolveram vários satélites. Um deles, o Amazônia-1 (**Fig. 6.19**), foi completamente projetado e testado no Brasil.



INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Figura 6.19 Representação artística do satélite Amazônia-1. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

O telescópio Hubble (**Fig. 6.20 A**), por exemplo foi lançado em 1990 e orbita a Terra a uma altitude de aproximadamente 550 km, ou seja, acima da atmosfera, o que reduz a distorção da luz provocada pelas camadas atmosféricas. Assim, as imagens captadas pelo Hubble são muito superiores às captadas pelos telescópios terrestres. Para 2021, está previsto o lançamento do telescópio James Webb (**Fig. 6.20 B**), composto de lentes maiores e com recursos mais avançados, que substituirá o Hubble.

NASA

CHRIS GUNN/NASA

Figura 6.20 **(A)** Telescópio Hubble (2015). **(B)** Etapa da construção do telescópio James Webb (EUA, 2018).

Satélites de monitoramento na agricultura

Além de todas as aplicações mostradas anteriormente, os satélites artificiais podem contribuir com a produtividade agrícola, fornecendo imagens amplas de fazendas, zonas de plantio, boletins meteorológicos (**Fig. 6.21 A**) e desmatamentos. Dessa forma, é possível monitorar áreas da plantação (**Fig. 6.21 B**) que apresentem, por exemplo, menor produtividade, ajudando na identificação de possíveis falhas em sistemas de irrigação, pragas ou outros problemas, como identificar espécies de plantas, incluindo as de plantio proibido. Por meio das imagens de satélite, a detecção de problemas se torna mais eficiente, ajudando os produtores a tomarem medidas de prevenção e correção ao longo da safra.

A Embrapa, empresa brasileira pública vinculada ao Ministério da Agricultura, oferece acesso à base de dados Satélites de Monitoramento, com informações sobre as missões e os satélites ativos utilizados para pesquisas na área agrícola e ambiental. Outro órgão que atua com o monitoramento via satélite é o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

MONOPOLY919/SHUTTERSTOCK

GOOGLE EARTH © 2020 GOOGLE IMAGE © 2020 MAXAR TECHNOLOGIES

Figura 6.21 **(A)** O produtor pode obter boletins meteorológicos utilizando programas de computador. **(B)** Imagem obtida pelo satélite de observação da Terra GeoEye.

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

MODERNA

:: Velocidade orbital

O centro de lançamento de Alcântara (**Fig. 6.22**), no Maranhão, é muito bem posicionado por estar próximo da linha do equador. Como a própria Terra está em rotação, qualquer corpo na sua superfície está em movimento circular uniforme em relação ao centro terrestre. Sendo que um corpo na linha do equador tem movimento com velocidade maior do que teria em outras latitudes. A velocidade é uma variável fundamental para a colocação de um satélite em órbita, uma vez que a intensidade da força centrípeta é dependente dela $\left(F_{cp} = \frac{mv^2}{R}\right)$. Parte significativa do gasto de combustível em um lançamento se dá no ajuste da velocidade ideal para a órbita em questão.

Vejamos agora qual é a velocidade necessária para que um satélite, a determinada distância da Terra, fique em órbita estável (**Fig. 6.23**).

Considerando que um satélite em órbita execute movimento circular uniforme (MCU), a força resultante que atua sobre ele será a força centrípeta.

FAB - BRAZILIAN AIR FORCE/ PICTURE ALLIANCE/DPA /GLOW IMAGES

Figura 6.22 Lançamento do VLS-1 realizado em 1999 no centro de lançamento de Alcântara, no Maranhão.

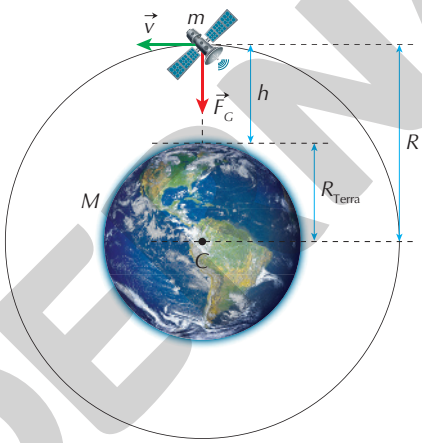


Figura 6.23 Representação esquemática de um satélite em órbita ao redor da Terra. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

ERICSON GUILHERME LUCIANO

Assim, a força gravitacional exercida pelo astro sobre o satélite tem a mesma intensidade da força centrípeta. Para calcular a velocidade orbital de um satélite de massa m que está à altura h da superfície da Terra e considerando a massa M da Terra, temos:

$$F = F_{cp} \Rightarrow G \cdot \frac{m \cdot M}{(R_{Terra} + h)^2} = m \cdot \frac{v^2}{(R_{Terra} + h)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{G \cdot M}{(R_{Terra} + h)} = v^2 \therefore v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{(R_{Terra} + h)}}$$

A velocidade calculada corresponde à **velocidade orbital** do satélite. Perceba que a velocidade orbital não depende da massa do satélite e é constante em trajetórias circulares, já que depende somente de valores constantes, G, M, R_{Terra} e h.

Também podemos deduzir a terceira lei de Kepler fazendo $R = R_{Terra} + h$, lembrando que $v = \frac{2\pi R}{T}$ e substituindo R e v na equação da velocidade orbital:

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{R}} \Rightarrow \frac{2\pi R}{T} = \sqrt{\frac{G \cdot M}{R}} \Rightarrow \frac{4\pi^2 R^2}{T^2} = \frac{G \cdot M}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{R^3}{T^2} = \frac{G \cdot M}{4\pi^2} \therefore \frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M}$$

Vejamos um exemplo com base na terceira lei de Kepler: qual é a duração dos períodos de rotação e de translação da Lua em dias? Além disso, compare os períodos de translação e rotação. Considere a velocidade angular de rotação $\omega_{rot} = 2{,}66 \cdot 10^{-6}$ rad s^{-1}, o raio orbital médio da Lua $R = 3{,}84 \cdot 10^8$ m, a massa da Terra $m_{Terra} = 5{,}97 \cdot 10^{24}$ kg, a massa da Lua $m_{Lua} = 0{,}01 \cdot m_{Terra}$ e a constante gravitacional $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ m^3 kg^{-1} s^{-1}.

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

O período de rotação da Lua pode ser calculado como:

$$\omega_{rot} = \frac{2\pi}{T_{rot}} \Rightarrow T_{rot} = \frac{2\pi \text{ rad}}{2{,}66 \cdot 10^{-6} \text{ rad s}^{-1}} \therefore T_{rot} \simeq 2{,}36 \cdot 10^{6} \text{ s}$$

Pela terceira lei de Kepler, podemos encontrar o período de translação da Lua:

$$T_{trans}^2 = \frac{4\pi^2}{G \cdot (m_{Terra} + m_{Lua})} R^3 \Rightarrow T_{trans}^2 = \frac{4\pi^2}{G \cdot (m_{Terra} + 0{,}01 \cdot m_{Terra})} R^3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_{trans}^2 = \frac{4\pi^2}{G \cdot (1{,}01 \cdot m_{Terra})} R^3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_{trans}^2 = \frac{4\pi^2}{6{,}67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{s}^{-2} \cdot (1{,}01 \cdot 5{,}97 \cdot 10^{24} \text{ kg})} \cdot (3{,}84 \cdot 10^{8} \text{ m})^3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_{trans}^2 = \frac{39{,}48 \cdot 56{,}62 \cdot 10^{24} \text{ m}^3}{40{,}22 \cdot 10^{13} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}} \Rightarrow T_{trans}^2 = 55{,}58 \cdot 10^{11} \text{ s}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_{trans}^2 = 5{,}56 \cdot 10^{12} \text{ s}^2 \therefore T_{trans} \simeq 2{,}36 \cdot 10^{6} \text{ s}$$

Portanto, temos:

$$T_{rot} = T_{trans} \simeq 2{,}36 \cdot 10^{6} \text{ s}$$

Transformando em dias:

$$T_{rot} = T_{trans} \simeq 2{,}36 \cdot 10^{6} \text{ s} \Rightarrow T_{rot} = T_{trans} \simeq \frac{2{,}36 \cdot 10^{6}}{24 \cdot 60 \cdot 60} \therefore T_{rot} = T_{trans} \simeq 27{,}31 \text{ dias}$$

Agora vamos ver um exemplo envolvendo satélites geoestacionários, que são aqueles que apresentam o mesmo período de rotação da Terra ($T_{Terra} = 8{,}64 \cdot 10^4$ s). Qual é sua distância h da superfície da Terra e sua velocidade orbital?

Como o satélite é geoestacionário, temos:

$$T_{satélite} = T_{Terra} = 8{,}64 \cdot 10^4 \text{ s}$$

Considerando $M_{Terra} = 5{,}97 \cdot 10^{24}$ kg, $R_{Terra} = 6{,}37 \cdot 10^{6}$ m e $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$, e utilizando a terceira lei de Kepler, temos:

$$\frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{G \cdot M} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{G \cdot M} \cdot R^3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R^3 = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{s}^{-2} \cdot 5{,}97 \cdot 10^{24} \text{ kg} \cdot (8{,}64 \cdot 10^4 \text{ s})^2}{4\pi^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R^3 = \frac{2.972{,}54 \cdot 10^{21} \text{ m}^3}{4\pi^2} \Rightarrow R = \sqrt[3]{75{,}3 \cdot 10^{21} \text{ m}^3} \therefore R = 4{,}22 \cdot 10^{7} \text{ m}$$

Como $R = R_{Terra} + h$, podemos fazer:

$$R = R_{Terra} + h \Rightarrow 4{,}22 \cdot 10^{7} \text{ m} = 6{,}37 \cdot 10^{6} \text{ m} + h$$

$$\therefore h = 3{,}583 \cdot 10^{7} \text{ m ou } h = 35.830 \text{ km}$$

Para a velocidade, temos:

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{(R_{Terra} + h)}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{s}^{-2} \cdot 5{,}97 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{4{,}22 \cdot 10^{7} \text{ m}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{9{,}43 \cdot 10^{6} \text{ m s}^{-2}} \therefore v \simeq 3.070 \text{ m s}^{-1} \text{ ou } v \simeq 11.052 \text{ km h}^{-1}$$

Imponderabilidade e alimentação no espaço

O campo gravitacional da Terra diminui com o quadrado da distância do centro do planeta, ou seja, quanto maior for a distância do centro do planeta, menor será o valor do campo gravitacional. Como vimos, há uma força gravitacional aplicada na estação e nos astronautas. Ela é menor do que a aplicada na superfície da Terra, porém suficiente para manter a órbita. Assim, é importante notar que não é a ausência de atração gravitacional que faz com que os astronautas flutuem. A sensação de ausência de peso ocorre porque tanto a espaçonave como os astronautas estão em órbita em torno da Terra, isto é, todos eles têm a mesma aceleração centrípeta. O mesmo raciocínio pode ser empregado em relação a uma pessoa dentro de um elevador em queda livre: tanto

Fique por dentro

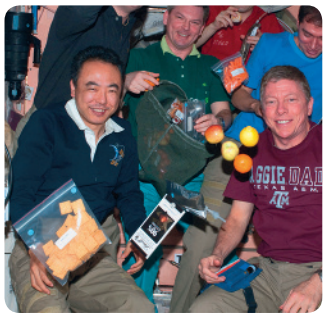
Laboratório de Força Gravitacional: Básico
Nesse simulador, altere o valor das massas de dois objetos para visualizar a variação da intensidade da força gravitacional entre eles.
Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/gravity-force-lab>.

Gravidade e Órbitas
Com esse simulador, você altera a massa do Sol, da Terra, da Lua e da estação espacial para verificar a variação em sua órbita e na força gravitacional.
Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_pt_BR.html>.

Satélites de Monitoramento
Base de dados Satélites de Monitoramento, da Embrapa, com informações sobre missões e satélites ativos.
Disponível em: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/satelites>.
Acessos em: 29 maio 2020.

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

MODERNA



JAXA/NASA

Figura 6.24 Astronautas com alimentos na Estação Espacial Internacional (2011).

a pessoa quanto o elevador estariam caindo com a mesma aceleração, e a pessoa teria a sensação de ausência de peso, pois a força normal de interação com o elevador seria nula. Essa sensação de ausência de peso (**Fig. 6.24**) provocada pela ausência da força normal é chamada de **imponderabilidade**, causando consequências sobre a estrutura e funcionamento do organismo.

Por causa da imponderabilidade, os astronautas precisam de menos energia para exercer as suas atividades e, por isso, consomem menos calorias do que normalmente consumiriam caso estivessem na Terra. Os astronautas do Projeto Espacial Gemini, por exemplo, consumiam 500 calorias a menos que o normal. A comida tinha 99% menos umidade, para reduzir seu peso, cerca de 17% de proteínas, 32% de gordura e 51% de carboidratos.

Nas missões do Programa Espacial Apollo, a comida era conservada por meio de um processo chamado **liofilização**, no qual os alimentos são congelados e depois desidratados por meio da sublimação. As **Figuras 6.25 A**, **B** e **C** mostram exemplos de como a comida era embalada.

FOTOS: ERIC LONG/NATIONAL AIR AND SPACE MUSEUM, SMITHSONIAN INSTITUTION-WASHINGTON, DC

Figura 6.25 Exemplos de comida liofilizada levada a bordo das missões do Programa Espacial Apollo. **(A)** Bolo de abacaxi. **(B)** Bife com vegetais. **(C)** Pudim de chocolate.

Atividades

Registre em seu caderno

1. A órbita de um planeta em torno de uma estrela varre uma área A em um intervalo de tempo de 10 dias e uma área B em um intervalo de tempo Δt_B. Sendo a área B igual à área A, calcule em quanto tempo o planeta percorre a área B.

2. Qual seria o período de translação de um planeta que, orbitando o Sol, tivesse o raio médio orbital 10 vezes menor que o raio médio orbital da Terra?

3. Qual é a intensidade da força de atração gravitacional entre duas pessoas com massas iguais a 70 kg separadas por uma distância de 50 cm?

4. A maior proximidade entre o planeta Júpiter e o planeta Terra é dada pela distância de $6 \cdot 10^{-11}$ m. Sabendo que a massa de Júpiter é $m_J = 2{,}0 \cdot 10^{27}$ kg e que a massa da Terra é $m_T = 6{,}0 \cdot 10^{24}$ kg, qual é o módulo da força entre Júpiter e a Terra nesse momento de maior proximidade? Considere $G = 6{,}7 \cdot 10^{-11}\ \text{N m}^2\ \text{kg}^{-2}$.

5. (Unicamp-SP) A primeira lei de Kepler demonstrou que os planetas se movem em órbitas elípticas, e não circulares. A segunda lei mostrou que os planetas não se movem a uma velocidade constante.

(Adaptado de: PERRY, Marvin. *Civilização ocidental:* uma história concisa. São Paulo: Martins Fontes, 1999. p. 289.)

É correto afirmar que as leis de Kepler:

a) confirmaram as teorias definidas por Copérnico e são exemplos do modelo científico que passou a vigorar a partir da Alta Idade Média.

b) confirmaram as teorias defendidas por Ptolomeu e permitiram a produção das cartas náuticas usadas no período do descobrimento da América.

c) são a base do modelo planetário geocêntrico e se tornaram as premissas científicas que vigoram até hoje.

d) forneceram subsídios para demonstrar o modelo planetário heliocêntrico e criticar as posições defendidas pela Igreja naquela época.

6. (FGV-SP) A nave norte-americana New Horizons passou recentemente bem perto da superfície de Plutão, revelando importantes informações a respeito desse planeta-anão. Ela orbitou a uma distância d do centro de Plutão, cuja massa é 500 vezes menor que a da Terra, com uma velocidade orbital $v_{\text{Plutão}}$. Se orbitasse ao redor da Terra, a uma distância $2d$ de seu centro, sua velocidade orbital seria v_{Terra}. A relação $\frac{v_{\text{Terra}}}{v_{\text{Plutão}}}$ entre essas velocidades valeria $\sqrt{10}$ multiplicada pelo fator:

a) 2. **c)** 4. **e)** 10.

b) 3. **d)** 5.

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

MODERNA

7. (UFRGS-RS) Considerando que o módulo da aceleração da gravidade na Terra é igual a 10 m s^{-2}, é correto afirmar que, se existisse um planeta cuja massa e cujo raio fossem quatro vezes superiores aos da Terra, a aceleração da gravidade seria de:

a) 2,5 m s^{-2}.
b) 5 m s^{-2}.
c) 10 m s^{-2}.
d) 20 m s^{-2}.
e) 40 m s^{-2}.

8. Com base nas informações da tabela a seguir e considerando os algarismos significativos, é possível calcular em porcentagem a diferença entre o termo $\frac{4\pi^2}{G \cdot (m_1 + m_2)}$, referente à terceira lei de Kepler, do planeta mais massivo e do menos massivo do Sistema Solar?

(Considere: massa da Terra: $m_{Terra} = 5{,}97 \cdot 10^{24}$ kg, constante gravitacional $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ $m^3\,kg^{-1}\,s^{-2}$, $m_{Sol} = 1{,}99 \cdot 10^{30}$ kg e $\pi = 3{,}14$)

Valores das massas dos planetas do Sistema Solar com relação à massa da Terra (m_{Terra})

Planeta	Massa (m_{Terra})
Mercúrio	0,055
Vênus	0,815
Terra	1,000
Marte	0,107
Júpiter	317,900
Saturno	95,200
Urano	14,600
Netuno	17,200

9. Calcule a razão entre a força gravitacional que o Sol exerce sobre a Terra e a força gravitacional que a Lua exerce sobre a Terra. Considere $a_{Lua} = 3{,}84 \cdot 10^5$ km, $a_{Sol} = 1{,}49 \cdot 10^8$ km, $m_{Lua} = 7{,}35 \cdot 10^{22}$ kg e $m_{Sol} = 1{,}99 \cdot 10^{30}$ kg.

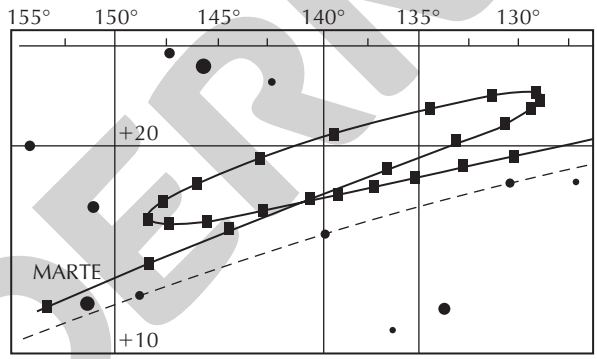
10. (UFPA) O Brasil possui um centro de lançamento de satélites em Alcântara (MA), pois, devido à rotação da Terra, quanto mais próximo da linha do equador for lançado um foguete, menor a variação de velocidade necessária para que este entre em órbita. A esse respeito, considere um sistema de referência inercial em que o centro da Terra está em repouso, estime tanto o módulo da velocidade $v_{equador}$ de um ponto da superfície da Terra na linha do equador quanto o módulo da velocidade $v_{satélite}$ de um satélite cuja órbita tem um raio de $1{,}29 \cdot 10^4$ km. É correto afirmar que $v_{equador}$ é aproximadamente:

(Considere que o perímetro da Terra no equador é 40.080 km, que a aceleração da gravidade na órbita do satélite é $3{,}1 \cdot 10^4$ km/h^2 e que a Terra dá uma volta completa a cada 24 horas.)

a) 1% de $v_{satélite}$.
b) 2% de $v_{satélite}$.
c) 4% de $v_{satélite}$.
d) 6% de $v_{satélite}$.
e) 8% de $v_{satélite}$.

11. (Enem) A característica que permite identificar um planeta no céu é o seu movimento relativo às estrelas fixas. Se observarmos a posição de um planeta por vários dias, verificaremos que sua posição em relação às estrelas fixas se modifica regularmente. A figura destaca o movimento de Marte observado em intervalos de 10 dias, registrado da Terra.

ERICSON GUILHERME LUCIANO



(Adaptado de: PROJECTO FÍSICA. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980.)

Qual a causa da forma da trajetória do planeta Marte registrada na figura?

a) A maior velocidade orbital da Terra faz com que, em certas épocas, ela ultrapasse Marte.
b) A presença de outras estrelas faz com que sua trajetória seja desviada por meio da atração gravitacional.
c) A órbita de Marte, em torno do Sol, tem uma forma elíptica mais acentuada que a dos demais planetas.
d) A atração gravitacional entre a Terra e Marte faz com que este planeta apresente uma órbita irregular em torno do Sol.
e) A proximidade de Marte com Júpiter, em algumas épocas do ano, faz com que a atração gravitacional de Júpiter interfira em seu movimento.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

MODERNA

Como a integração entre o conhecimento tradicional e o conhecimento científico pode auxiliar na solução de problemas e na melhoria de vida da população?

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 2; 4; 7; 9
Habilidades: EM13CNT301; EM13CNT302; EM13LP32

Reflita sobre a questão acima e registre suas ideias. Em seguida, leia o texto e responda às questões.

"Nunca deixe seus chinelos virados para baixo!" Certamente, você já ouviu alguém dar esse conselho ou viu alguma mensagem com esse alerta. Tenha calma e saiba que ninguém vai morrer por causa da posição dos seus calçados. Essa expressão é mais antiga do que se imagina e possivelmente surgiu por questões de higiene, já que não deixar os chinelos virados para baixo ajuda a manter limpa a parte do chinelo que fica em contato com a sola dos pés.

Como o caso dos chinelos, há vários outros exemplos de ditos populares que são passados de geração em geração. Esse conjunto de informações recebe o nome de **senso comum** ou **conhecimento tradicional**. Eles são transmitidos e compartilhados pelo contato e convívio social e são baseados em crenças, hábitos ou tradições de grupos sociais dos quais nós fazemos parte, mas alguns deles carecem de fundamentação científica.

O conhecimento tradicional sempre despertou o interesse das diversas áreas do conhecimento. Diferentes pesquisas foram e são conduzidas para verificar sua validade, ajudando a construir o **conhecimento científico**. Os estudos etnobotânicos de identificação e registro de plantas, formas terapêuticas e seus usos por grupos humanos, por exemplo, têm servido de fonte para muitos estudos básicos e aplicados, especialmente nos campos da fitoquímica e da farmacologia, validando os efeitos informados pela população tradicional e buscando a identificação de princípios ativos, ambas as etapas para a produção comercial de novos medicamentos.

O xarope caseiro de folhas de guaco (*Mikania* sp.) e mel ainda é usado para tratar a tosse. De acordo com os estudos conduzidos por Freitas e colaboradores (2012), sabe-se que as folhas do guaco têm algumas substâncias bioativas que atuam no organismo dos seres humanos. A cumarina, a principal substância encontrada nas folhas dessa planta, apresenta ação anti-inflamatória e broncodilatadora comprovada, auxiliando efetivamente no tratamento contra tosse.

Em contrapartida, nem todo conhecimento tradicional tem fundamentação científica. Atualmente, com a rápida circulação de ideias por meio de grupos virtuais, somos apresentados a novas informações diariamente, e essa grande quantidade de informação pode chegar até nós sem que sua veracidade tenha sido comprovada. São as chamadas *fake news* (do inglês, "notícias falsas").

Um exemplo de *fake news* que chamou a atenção nos anos 2010, por exemplo, foi a divulgação e a venda de um suposto suplemento mineral para o tratamento de crianças que apresentavam transtornos do espectro autista. O "suplemento mineral milagroso" ou MMS (do inglês *miracle mineral supplement*) é composto de uma solução de clorito de sódio ($NaClO_2$) e de um ativador, que é uma solução ácida. Ao reagir, forma-se o dióxido de cloro (ClO_2), encontrado em produtos alvejantes e para tratamento de água. Por ser uma substância corrosiva, é prejudicial à mucosa, além de causar náuseas, vômitos, queda de pressão arterial e levar à morte. Em 2019, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) proibiu a venda do material com base na ausência de estudos científicos comprobatórios da ação medicamentosa desse composto.

Felizmente, da mesma forma e com a mesma facilidade com que as notícias duvidosas circulam, o conhecimento científico também perpassa as diferentes mídias, tornando-se cada vez mais acessível a todos.

Atividades

Registre em seu caderno

1. Quando os cientistas conduzem investigações, muitas vezes elas se iniciam com a observação de um fenômeno ou a identificação de um problema. Em seguida, os cientistas levantam uma ou mais hipóteses sobre como o fenômeno observado funciona ou por que ele ocorre, quais são as causas do problema identificado e como ele poderia ser solucionado. Numa etapa posterior, os cientistas podem planejar um experimento para testar a validade das hipóteses levantadas, revisando-as após a coleta e a análise dos dados.

   No parágrafo sobre o xarope caseiro com folhas de guaco, comenta-se o trabalho de alguns cientistas. Após retomar os registros feitos no início da seção e reavaliar suas ideias iniciais, identifique qual foi a observação que deu origem à investigação científica em questão, qual hipótese foi testada e quais foram os resultados obtidos.

2. Entreviste parentes e outros adultos de sua comunidade para identificar o uso de plantas com finalidade terapêutica. Registre os nomes populares, as formas de uso e as propriedades terapêuticas associadas a elas. Escolha uma das plantas citadas na entrevista e busque artigos científicos que indiquem sua ação terapêutica. Informações sobre plantas com finalidades terapêuticas podem ser encontradas em:

Continua

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

MODERNA

- ANVISA. *Farmacopeia brasileira*, 6. ed. v. 2. Brasília, 2019. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33832/259143/Plantas+medicinais+Pronto.pdf/1b7220eb-a371-4ad4-932c-365732a9c1b8>. Acesso em: 12 maio 2020.
- CABALZAR, A. *et al. Manual de etnobotânica*: plantas, artefatos e conhecimentos indígenas. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2017. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/publications/Manual_de_Etnobotanica_baixa.pdf>. Acesso em: 12 maio 2020.

Lembre-se de comparar as ações terapêuticas citadas pelos entrevistados com as mencionadas nos artigos científicos. Em seguida, com base nas informações pesquisadas, elabore um rápido relato, que possa ser lido em um minuto ou menos, sobre a planta (fitoterápico) escolhida. Essas apresentações rápidas, na forma de discursos curtos e objetivos, são bastante utilizadas no mundo corporativo e são chamadas de *pitch*. Nessa técnica, o tempo para argumentar e concluir a fala é curto, e o propósito é chamar a atenção para um assunto. Você notará que um minuto passa muito rápido e, por isso, seu *pitch* deverá trazer apenas informações essenciais, como a sua identificação, a apresentação do fitoterápico e do artigo científico e sua conclusão sobre o trabalho realizado. Agora, compartilhe suas ideias com os colegas de modo a combater os estereótipos estabelecidos entre o conhecimento tradicional e o conhecimento científico.

Pensamento crítico e argumentação

Registre em seu caderno

Remédio para a agricultura ou veneno no prato? Os argumentos em torno de um debate sobre os agrotóxicos

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 5; 7
Habilidades: EM13CNT104; EM13CNT203; EM13CNT303; EM13CNT304; EM13CNT310 ; EM13LP30; EM13CHS302

Na Unidade anterior, vimos que o emissor de um argumento pode usar técnicas de persuasão com o intuito de influenciar o receptor. Essas estratégias, apoiadas em diferentes vieses, como os de estereótipos de gênero e raça, por exemplo, levam a diferentes erros de raciocínio, algumas vezes difíceis de detectar, colocando em xeque a credibilidade de um argumento. Você se lembra de algumas das estratégias discutidas na Unidade anterior?

O raciocínio argumentativo é usado na defesa de uma ideia, almejando o convencimento. Quando o raciocínio argumentativo é feito de forma incoerente, ele pode ser considerado um argumento falacioso. A **falácia** ocorre quando um argumento não tem lógica, quando não está embasado na racionalidade, mas sustentado sobre vieses ou vícios morais, crenças, estereótipos e outros desvios de pensamento que desafiam a razão. Em um primeiro momento, sob um olhar mais desatento, um raciocínio falacioso pode até parecer coerente, mas um olhar crítico é capaz de detectá-lo. Há muitas formas de construir um argumento falacioso, o que pode ocorrer tanto por alterações na estrutura do argumento (dado, conclusão e justificativa) quanto na linguagem usada. Exploraremos, a seguir, algumas das falácias associadas à linguagem cotidiana e que também aparecem em debates que mobilizam temas científicos.

Algumas categorias de argumentos falaciosos

Categoria	Descrição	Exemplo geral
Apelo à popularidade	O argumento se baseia na premissa de que as ações de uma maioria são corretas. Considerando que tantas pessoas pensam de uma mesma forma, presume-se que o argumento esteja correto.	*Já que a maioria acha que esse candidato é bom, é provável que ele seja a melhor opção.*
Semântica	O argumento é construído com base em uma palavra que pode ter vários significados. O emissor usa com uma intenção, mas o receptor pode entender com outra.	*Ele chegou à conclusão de que fazer arte estressa.* (Não temos certeza se *arte* diz respeito à expressão da criatividade ou a um comportamento.)
Apelo à emoção	O argumento é construído com linguagem que apela para a emoção, mobilizando sentimentos como medo, pena, rancor, inveja etc.	*Você deveria pensar em todas as pessoas que passam fome no mundo e comer esse jiló sem reclamar.*
Pergunta carregada	O emissor faz uma pergunta ao receptor para causar o sentimento de culpa. A pergunta pode não estar relacionada com o argumento original do emissor.	*Ana queria sair para jogar bola, mas sua avó perguntou em tom de acusação como andava a lição de casa.*
Ônus da prova	O emissor considera seu argumento correto até que o receptor prove o contrário.	*Como, até o momento, ninguém mostrou que não vivemos dentro do sonho de um gato, essa ideia deve ser verdadeira.*

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

Continuação

Categoria	Descrição	Exemplo geral
Apelo à autoridade	O argumento é construído apenas com base na posição de autoridade de alguém ou de alguma instituição. Nem sempre a autoridade é a melhor figura para justificar o argumento em questão, pois pode não ser especialista no tema.	*Eu conheço um engenheiro que também questiona a teoria da evolução.*
Falso dilema	O argumento apresenta apenas dois fatos como alternativos, ainda que existam outros.	*Ou você gosta de mim, ou você gosta dele.*
Anedótica	Quando se usa um exemplo isolado ou uma experiência pessoal como forma de fornecer uma prova para uma situação mais geral.	*Eu nunca fui assaltado, é claro que a nossa cidade é segura.*
Falsa causa	O argumento traz relações de causa e efeito que não podem ser provadas ou não são representativas.	*Uma pesquisa apontou que 6 em cada 10 pessoas que usam nosso produto têm a pele hidratada, logo nosso creme é bom para a pele.*

Agora que já conhecemos algumas falácias associadas à linguagem, vamos exercitar sua identificação em um contexto polêmico de grande relevância para o Brasil: o uso dos agrotóxicos. Para tal, a turma será dividida em dois grupos e o professor vai indicar o vídeo a que cada grupo deverá assistir (A ou B). Individualmente, cada estudante também vai receber o nome da categoria de argumento falacioso que deverá exercitar.

- **Vídeo A:** MENTEN, J. O. *USP Talks #21*. Agrotóxicos: benefícios e segurança. (16 min) Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MTjj5-ZyfM8>. Acesso em: 16 abr. 2020.
- **Vídeo B:** MEIRELLES, L. C. *USP Talks #21*. Agrotóxicos: riscos e insegurança. (16 min) Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Q6pwMqbbJ10>. Acesso em: 16 abr. 2020.

1. Retome o quadro *Algumas categorias de argumentos falaciosos*. Conforme as instruções do professor, assista ao vídeo indicado (A ou B) e faça o que se pede.

- Encontre no vídeo um exemplo de falácia que se enquadra na categoria que você recebeu.
- Registre o argumento falacioso em uma folha à parte. No verso da folha, escreva a categoria da falácia. Caso a categoria trabalhada por você não tenha exemplos no vídeo, elabore um argumento falacioso utilizando as informações exibidas.
- Fixe o argumento falacioso no mural correspondente (mural do vídeo A ou mural do vídeo B).
- Vá ao mural do outro vídeo, analise as falácias escritas e procure identificar a categoria de cada uma delas. Anote os exemplos e as categorias que você identificou. Caso seja necessário, faça marcações nos exemplos que não estejam plenamente condizentes com a definição da categoria identificada.
- Agora, volte ao mural do vídeo a que você assistiu e escolha um argumento falacioso escrito por outro membro do seu grupo. Dê preferência a uma categoria de falácia diferente da sua.
- Responda: onde está a falácia e por que o argumento é falacioso?

2. Escolha dois outros argumentos falaciosos presentes em qualquer um dos murais e reescreva-os (evitando as falácias) atendendo à estrutura dado-conclusão-justificativa e considerando as informações mencionadas nos vídeos pelos especialistas.

3. As falácias podem ser usadas para manipular pensamentos, condicionando nosso comportamento. A publicidade sabe usar isso a favor das ideias que estão sendo vendidas e divulgadas. Avalie, por exemplo, a pergunta central da seção *Remédio para a agricultura ou veneno no prato?*.

a) A que tipo de falácia essa pergunta pode ser relacionada?

b) Com base nos vídeos, como ela poderia ser respondida do ponto de vista dos (i) defensores dos "fitossanitários" e (ii) dos defensores da agricultura orgânica? Em sua resposta, procure formular um argumento completo (com dados, conclusão e justificativas), sem reproduzir falácias. Complemente a sua resposta assistindo ao debate entre os dois pesquisadores dos vídeos A e B (*USP Talks #21*. Agrotóxicos – debate. 28 min 49 s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HTvzJ-02PoU>. Acesso em: 12 maio 2020) ou consultando o texto "Agrotóxicos na berlinda" (VASCONCELOS, Y. *Revista Fapesp*, n. 271, set. 2018. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/agrotoxicos-na-berlinda/>. Acesso em: 12 maio 2020).

A montagem dos murais pode ser feita dividindo o quadro de giz ao meio e identificando cada uma das metades.

Valores e atitudes

Registre em seu caderno

Em setembro de 2015, durante a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável, a Organização das Nações Unidas (ONU) apresentou os **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)** como parte de uma nova agenda de desenvolvimento sustentável mundial.

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 2; 7; 10
Habilidades: EM13CNT105; EM13CNT203; EM13CNT206; EM13CNT301; EM13CNT303

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

EM MODERNA

Um dos objetivos, o de número 12, tem foco no consumo e na produção responsáveis. A meta 12.3 prevê reduzir pela metade o desperdício de alimentos *per capita* mundial, no âmbito dos varejistas e dos consumidores, além de reduzir as perdas de alimentos ao longo das cadeias de produção e de abastecimento, incluindo as perdas pós-colheita.

Leia a seguir as considerações de Raúl Osvaldo Benítez, representante regional da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) para a América Latina e o Caribe, sobre as perdas e os desperdícios de alimentos nessas regiões.

Perdas e desperdícios de alimentos na América Latina e no Caribe

No âmbito mundial, entre um quarto e um terço dos alimentos produzidos anualmente para o consumo humano se perde ou é desperdiçado. Isso equivale a cerca de 1,3 bilhão de toneladas de alimentos, o que inclui 30% dos cereais, entre 40 e 50% das raízes, frutas, hortaliças e sementes oleaginosas, 20% da carne e produtos lácteos e 35% dos peixes. A FAO calcula que esses alimentos seriam suficientes para alimentar dois bilhões de pessoas.

As perdas se referem à diminuição da massa disponível de alimentos para o consumo humano nas fases de produção, pós-colheita, armazenamento e transporte. O desperdício de alimentos está relacionado com as perdas derivadas da decisão de descartar alimentos que ainda têm valor e se associa, principalmente, ao comportamento dos maiores e menores vendedores, serviços de venda de comida e consumidores. [...]

As perdas e desperdícios têm grande impacto na sustentabilidade dos sistemas alimentares, reduzem a disponibilidade local e mundial de alimentos, geram menores recursos para os produtores e aumentam os preços para os consumidores. Além disso, têm um efeito negativo sobre o meio ambiente devido à utilização não sustentável dos recursos naturais. Por tudo isso, enfrentar essa problemática é fundamental para avançar na luta contra a fome [...].

No Brasil, a fome afeta 14 milhões de pessoas. Na venda, o país desperdiça 22 bilhões de calorias, o que seria suficiente para satisfazer as necessidades nutricionais de 11 milhões de pessoas e permitiria reduzir a fome em níveis inferiores de 5%. [...]

Mas isso representa somente uma fração das perdas e desperdícios totais, já que estas acontecem em todas as fases da cadeia alimentar: 28% pelos consumidores, 28% na produção, 17% no mercado e na distribuição, 22% durante o manejo e o armazenamento e 6% no processamento. [...]

Existem formas de evitar as perdas e os desperdícios em todos os escalões da cadeia, principalmente com o investimento em infraestrutura e capital físico. É necessário melhorar a eficiência dos sistemas alimentares e a governança sobre o tema, por meio de marcos normativos, investimentos, incentivos e alianças estratégicas entre o setor público e o privado. [...]

A sensibilidade pública também é chave. Campanhas dirigidas a cada um dos atores da cadeia alimentar devem ser realizadas. [...]

Erradicar a fome na região requer que todos os setores da sociedade façam esforços para reduzir as perdas e os desperdícios. O benefício potencial é incalculável. Não só teria um efeito direto nas vidas de milhões de pessoas, mas também implicaria uma mudança profunda de mentalidade, um passo fundamental a modelos de consumo e produção verdadeiramente sustentáveis que garantam que nenhum menino, menina, homem ou mulher sofra com a fome em um mundo onde a comida é abundante.

Fonte: BENÍTEZ, R. O. *Perdas e desperdícios de alimentos na América Latina e no Caribe*. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Disponível em: <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/239394/>. Acesso em: 12 maio 2020.

JEAN GALVÃO

1. Após a leitura do texto, de que maneira você diferenciaria perda de alimentos e desperdício de alimentos? Justifique sua resposta mencionando onde a perda e o desperdício acontecem.
2. Quais são os impactos socioambientais relacionados à perda e ao desperdício de alimentos?
3. A fome mundial é decorrente da produção insuficiente de alimentos ou da má distribuição e do mal aproveitamento dos alimentos produzidos? Escreva um parágrafo sobre seu posicionamento.
4. O que pode ser feito no âmbito individual para reduzir a perda e o desperdício de alimentos e os impactos ambientais decorrentes, como a degradação dos biomas e as mudanças climáticas? Proponha medidas para diminuir o desperdício de alimentos praticado por você e pelos demais moradores de sua residência.

Revise e amplie!

Registre em seu caderno

Agora que o trabalho com a Unidade foi finalizado, é o momento de autoavaliar seu aprendizado e identificar novos interesses para continuar aprendendo. Para tanto, reflita sobre as questões abaixo.

- O que eu aprendi sobre a temática Produção e conservação de alimentos?
- O que mais eu gostaria de saber sobre essa temática?

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

ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

1																	18
1 **H** hidrogênio 1,008	2		legenda: número atômico **símbolo** nome massa atômica									13	14	15	16	17	2 **He** hélio 4,003
3 **Li** lítio 6,94	4 **Be** berílio 9,012											5 **B** boro 10,81	6 **C** carbono 12,01	7 **N** nitrogênio 14,01	8 **O** oxigênio 16,00	9 **F** flúor 19,00	10 **Ne** neônio 20,18
11 **Na** sódio 22,99	12 **Mg** magnésio 24,31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 **Al** alumínio 26,98	14 **Si** silício 28,09	15 **P** fósforo 30,97	16 **S** enxofre 32,06	17 **Cl** cloro 35,45	18 **Ar** argônio 39,95
19 **K** potássio 39,10	20 **Ca** cálcio 40,08	21 **Sc** escândio 44,96	22 **Ti** titânio 47,87	23 **V** vanádio 50,94	24 **Cr** crômio 52,00	25 **Mn** manganês 54,94	26 **Fe** ferro 55,85	27 **Co** cobalto 58,93	28 **Ni** níquel 58,69	29 **Cu** cobre 63,55	30 **Zn** zinco 65,38	31 **Ga** gálio 69,72	32 **Ge** germânio 72,63	33 **As** arsênio 74,92	34 **Se** selênio 78,97	35 **Br** bromo 79,90	36 **Kr** criptônio 83,80
37 **Rb** rubídio 85,47	38 **Sr** estrôncio 87,62	39 **Y** ítrio 88,91	40 **Zr** zircônio 91,22	41 **Nb** nióbio 92,91	42 **Mo** molibdênio 95,95	43 **Tc** tecnécio	44 **Ru** rutênio 101,1	45 **Rh** ródio 102,9	46 **Pd** paládio 106,4	47 **Ag** prata 107,9	48 **Cd** cádmio 112,4	49 **In** índio 114,8	50 **Sn** estanho 118,7	51 **Sb** antimônio 121,8	52 **Te** telúrio 127,6	53 **I** iodo 126,9	54 **Xe** xenônio 131,3
55 **Cs** césio 132,9	56 **Ba** bário 137,3	57–71 lantanídios	72 **Hf** háfnio 178,5	73 **Ta** tântalo 181,0	74 **W** tungstênio 183,8	75 **Re** rênio 186,2	76 **Os** ósmio 190,2	77 **Ir** irídio 192,2	78 **Pt** platina 195,1	79 **Au** ouro 197,0	80 **Hg** mercúrio 200,6	81 **Tl** tálio 204,4	82 **Pb** chumbo 207,2	83 **Bi** bismuto 209,0	84 **Po** polônio	85 **At** astato	86 **Rn** radônio
87 **Fr** frâncio	88 **Ra** rádio	89-103 actinídios	104 **Rf** rutherfórdio	105 **Db** dúbnio	106 **Sg** seabórgio	107 **Bh** bóhrio	108 **Hs** hássio	109 **Mt** meitnério	110 **Ds** darmstádtio	111 **Rg** roentgênio	112 **Cn** copernício	113 **Nh** nihônio	114 **Fl** fleróvio	115 **Mc** moscóvio	116 **Lv** livermório	117 **Ts** tennesso	118 **Og** oganessônio

57 **La** lantânio 138,9	58 **Ce** cério 140,1	59 **Pr** praseodímio 140,9	60 **Nd** neodímio 144,2	61 **Pm** promécio	62 **Sm** samário 150,4	63 **Eu** európio 152,0	64 **Gd** gadolínio 157,3	65 **Tb** térbio 158,9	66 **Dy** disprósio 162,5	67 **Ho** hôlmio 164,9	68 **Er** érbio 167,3	69 **Tm** túlio 168,9	70 **Yb** itérbio 173,1	71 **Lu** lutécio 175,0
89 **Ac** actínio	90 **Th** tório 232,0	91 **Pa** protactínio 231,0	92 **U** urânio 238,0	93 **Np** netúnio	94 **Pu** plutônio	95 **Am** amerício	96 **Cm** cúrio	97 **Bk** berquélio	98 **Cf** califórnio	99 **Es** einstênio	100 **Fm** férmio	101 **Md** mendelévio	102 **No** nobélio	103 **Lr** laurêncio

Fonte consultada: IUPAC. *Periodic table of the elements*. Disponível em: <https://iupac.org/wp-content/uploads/2018/12/IUPAC_Periodic_Table-01Dec18.jpg>. Acesso em: 24 jul. 2020.

MODERNA

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

Respostas

UNIDADE 1

Tema 1

2. A – irradiação, B – convecção e C – condução.

3. c

4. $\phi \simeq 8{,}3 \text{ cal s}^{-1}$

5. $\Delta T \simeq 38\ ^\circ\text{C}$

6. $Q_{total} \simeq 57{,}4 \text{ kcal}$

7. $Q = 160.000 \text{ cal}$

8. $m_{água} = 500 \text{ kg}$

9. a) $T_{fusão} = 60\ ^\circ\text{C}$ e $T_{vapor} = 180\ ^\circ\text{C}$

b) $c_{substância} \simeq 0{,}44 \text{ cal g}^{-1}\ ^\circ\text{C}^{-1}$

c) $L_{fusão} \simeq 53{,}3 \text{ cal g}^{-1}$

d) $L_{vapor} = 80 \text{ cal g}^{-1}$

Tema 2

4. a

5. b

Tema 3

1. b

2. $HBr(g) \xrightarrow{H_2O} H^+(aq) + Br^-(aq)$

$Br_2(g) \xrightarrow{H_2O} Br_2(aq)$

3. a) 55 g; solução saturada com corpo de fundo.

4. d

5. a) A – $FeCl_3$; B – $FeCl_2$.

b) $FeCl_3(s) + 3\ H_2O(l) \rightleftharpoons Fe(OH)_3(s) + 3\ H^+(aq) + 3\ Cl^-(aq)$

solução de caráter ácido

6. a

7. a

8. b) 10 vezes.

10. b) Aproximadamente 51 mg.

11. a) 1 – gás oxigênio; 2 – gás nitrogênio; 3 – gás hélio.

b) A 1 atm.

Tema 4

4. a

6. e

Tema 5

1. a

2. b

4. e

7. a) i = 1

b) i = 1, 81

8. a) Situação III.

9. e

10. c

Tema 6

2. $m = 1.080 \text{ kg}$

3. a) $p = 5{,}3 \cdot 10^4 \text{ N m}^{-2}$

b) $p = 1{,}0 \cdot 10^4 \text{ N m}^{-2}$

5. d.

7. $p = 2{,}5 \cdot 10^5 \text{ N m}^{-2}$

10. c

11. b

UNIDADE 2

Tema 1

1. b

2. b

3. a

4. b

9. e

10. a

11. c

Tema 2

6. a) 1

b) 3

c) 0

7. a) $0{,}3 \text{ mol s}^{-1}$

b) 5 mol

8. c) Segunda ordem em relação a B; ordem zero em relação a A; ordem global da reação = 2.

d) Mecanismo 2.

9. a) I – baixa; II – intermediária; III – elevada.

c) Oxigênio – vermelha; nitrogênio – azul; hidrogênio – verde.

Tema 3

3. a) $M_T = 4{,}031882 \text{ u}$

b) $M_T = 14{,}112976 \text{ u}$

c) $M_T = 239{,}934482 \text{ u}$

4. c

5. 6,25%

6. c

8. a

9. d

Tema 4

2. b

3. a

6. b

Tema 5

1. b

2. a) Ilustração B.

3. a) $3\ B + 4\ C \rightleftharpoons 5\ A$

4. a) $K_c \simeq 236$

b) $K_{c'} \simeq 4 \cdot 10^{-3}$

6. 02 + 08 = 10

7. a) Fe^{3+}

b) $CaEDTA^{2-} + Fe^{3+} \rightleftharpoons FeEDTA^- + Ca^{2+}$

Tema 6

1. $\Delta t_B = 10 \text{ dias}$

2. $T_{planeta} \simeq 0{,}03 \text{ ano}$

3. $F \simeq 1{,}3 \cdot 10^{-6} \text{ N}$

4. $F = 2{,}2 \cdot 10^{18} \text{ N}$

5. d

6. d

7. a

9. $\frac{F_{Terra,Sol}}{F_{Terra,Lua}} \simeq 1{,}80 \cdot 10^2$

10. e

11. a

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

MODERNA

Por dentro da BNCC

A BNCC é um documento que apresenta os conhecimentos mínimos que todos os estudantes do Brasil devem aprender durante a Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio). Esses conhecimentos estão estruturados em competências e habilidades. Há 10 competências gerais, e cada área de conhecimento possui competências específicas e habilidades.

Cada habilidade, além do texto que a define, possui um código alfanumérico, como o mostrado a seguir. Veja o que cada parte do código significa.

EM 13 CNT 103

O primeiro par de letras indica a etapa de **Ensino Médio**.

O primeiro par de números (13) indica que as habilidades descritas podem ser desenvolvidas em qualquer série do Ensino Médio, conforme definição dos currículos.

A segunda sequência de letras indica a área (três letras) ou o componente curricular (duas letras):
LGG = Linguagens e suas Tecnologias
LP = Língua Portuguesa
MAT = Matemática e suas Tecnologias
CNT = Ciências da Natureza e suas Tecnologias
CHS = Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Os números finais indicam a competência específica à qual se relaciona a habilidade (1º número) e a sua numeração no conjunto de habilidades relativas a cada competência (dois números).

Vale destacar que o uso de numeração sequencial para identificar as habilidades não representa uma ordem ou hierarquia esperada das aprendizagens, em função de seus contextos locais.

Na tabela a seguir, você pode verificar o texto das competências e das habilidades que estão sendo mobilizadas no desenvolvimento das unidades deste volume.

Competências gerais da Educação Básica
1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
8. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
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.

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

MODERNA

Competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias
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.
(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.
(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.
(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.
(EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
(EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.
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.
(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).
(EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).
(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.
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).
(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.

Continua

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

EM MODERNA

Continuação

(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.
(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.

Competências específicas e habilidades de 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.
(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.
Competência específica 3 Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem e promovam a consciência, a ética socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.
(EM13CHS301) Problematizar hábitos e práticas individuais e coletivos de produção, reaproveitamento e descarte de resíduos em metrópoles, áreas urbanas e rurais, e comunidades com diferentes características socioeconômicas, e elaborar e/ou selecionar propostas de ação que promovam a sustentabilidade socioambiental, o combate à poluição sistêmica e o consumo responsável.
(EM13CHS302) Analisar e avaliar criticamente os impactos econômicos e socioambientais de cadeias produtivas ligadas à exploração de recursos naturais e às atividades agropecuárias em diferentes ambientes e escalas de análise, considerando o modo de vida das populações locais – entre elas as indígenas, quilombolas e demais comunidades tradicionais –, suas práticas agroextrativistas e o compromisso com a sustentabilidade.
(EM13CHS304) Analisar os impactos socioambientais decorrentes de práticas de instituições governamentais, de empresas e de indivíduos, discutindo as origens dessas práticas, selecionando, incorporando e promovendo aquelas que favoreçam a consciência e a ética socioambiental e o consumo responsável.
Competência específica 5 Identificar e combater as diversas formas de injustiça, preconceito e violência, adotando princípios éticos, democráticos, inclusivos e solidários, e respeitando os Direitos Humanos.
(EM13CHS504) Analisar e avaliar os impasses ético-políticos decorrentes das transformações culturais, sociais, históricas, científicas e tecnológicas no mundo contemporâneo e seus desdobramentos nas atitudes e nos valores de indivíduos, grupos sociais, sociedades e culturas.

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

MODERNA

Competências específicas e habilidades de Matemática e suas Tecnologias
Competência específica 1 Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, das questões socioeconômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a contribuir para uma formação geral.
(EM13MAT101) Interpretar criticamente situações econômicas, sociais e fatos relativos às Ciências da Natureza que envolvam a variação de grandezas, pela análise dos gráficos das funções representadas e das taxas de variação, com ou sem apoio de tecnologias digitais.
Competência específica 3 Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente.
(EM13MAT313) Utilizar, quando necessário, a notação científica para expressar uma medida, compreendendo as noções de algarismos significativos e algarismos duvidosos, e reconhecendo que toda medida é inevitavelmente acompanhada de erro.

Competências específicas e habilidades de Linguagens e suas Tecnologias
Competência específica 1 Compreender o funcionamento das diferentes linguagens e práticas culturais (artísticas, corporais e verbais) e mobilizar esses conhecimentos na recepção e produção de discursos nos diferentes campos de atuação social e nas diversas mídias, para ampliar as formas de participação social, o entendimento e as possibilidades de explicação e interpretação crítica da realidade e para continuar aprendendo.
(EM13LGG102) Analisar visões de mundo, conflitos de interesse, preconceitos e ideologias presentes nos discursos veiculados nas diferentes mídias, ampliando suas possibilidades de explicação, interpretação e intervenção crítica da/na realidade.
Habilidades de Língua Portuguesa
(EM13LP18) Utilizar *softwares* de edição de textos, fotos, vídeos e áudio, além de ferramentas e ambientes colaborativos para criar textos e produções multissemióticas com finalidades diversas, explorando os recursos e efeitos disponíveis e apropriando-se de práticas colaborativas de escrita, de construção coletiva do conhecimento e de desenvolvimento de projetos.
(EM13LP28) Organizar situações de estudo e utilizar procedimentos e estratégias de leitura adequados aos objetivos e à natureza do conhecimento em questão.
(EM13LP30) Realizar pesquisas de diferentes tipos (bibliográfica, de campo, experimento científico, levantamento de dados etc.), usando fontes abertas e confiáveis, registrando o processo e comunicando os resultados, tendo em vista os objetivos pretendidos e demais elementos do contexto de produção, como forma de compreender como o conhecimento científico é produzido e apropriar-se dos procedimentos e dos gêneros textuais envolvidos na realização de pesquisas.
(EM13LP32) Selecionar informações e dados necessários para uma dada pesquisa (sem excedê-los) em diferentes fontes (orais, impressas, digitais etc.) e comparar autonomamente esses conteúdos, levando em conta seus contextos de produção, referências e índices de confiabilidade, e percebendo coincidências, complementaridades, contradições, erros ou imprecisões conceituais e de dados, de forma a compreender e posicionar-se criticamente sobre esses conteúdos e estabelecer recortes precisos.
(EM13LP44) Analisar formas contemporâneas de publicidade em contexto digital (*advergame*, anúncios em vídeos, *social advertising*, *unboxing*, narrativa mercadológica, entre outras), e peças de campanhas publicitárias e políticas (cartazes, folhetos, anúncios, propagandas em diferentes mídias, *spots*, *jingles* etc.), identificando valores e representações de situações, grupos e configurações sociais veiculadas, desconstruindo estereótipos, destacando estratégias de engajamento e viralização e explicando os mecanismos de persuasão utilizados e os efeitos de sentido provocados pelas escolhas feitas em termos de elementos e recursos linguístico-discursivos, imagéticos, sonoros, gestuais e espaciais, entre outros.

Fonte: BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018.

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

MODERNA

Bibliografia

AFONSO, J. C. *et al*. Atividades experimentais simples para o entendimento de conceitos de cinética enzimática: *Solanum tuberosum* – uma alternativa versátil. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 1, 2013. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_1/05-RSA-104-11.pdf>. Acesso em: 5 maio 2020.

O artigo propõe uma atividade experimental que aborda o conceito de cinética química em situações observadas no cotidiano.

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de Física: usando simulações do PhET. *Física na Escola*, v. 11, n. 1, p. 27-31, 2010. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol11/Num1/a08.pdf>. Acesso em: 8 maio 2020.

O artigo aborda os aspectos e as estratégias do uso de simuladores computacionais no ensino de Física.

ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de Química*: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Tradução: Ricardo Bicca de Alencastro. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

Este livro apresenta os principais conceitos fundamentais estudados em Química. É utilizado, principalmente, por estudantes dos anos iniciais do curso de graduação em Química.

BROWN, T. L. *et al*. *Química*: a ciência central. Tradução de Eloiza Lopes; Tiago Jonas; Sonia M. Yamamoto. 13. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2016.

O livro apresenta os conceitos da Química, estimulando os estudantes dessa ciência a pensar como pesquisadores.

CAMPBELL, N. A. *et al*. *Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

O livro trata de diversos temas relacionados à área das Ciências Biológicas e é amplamente ilustrado com imagens que facilitam a compreensão do texto.

CAMPBELL, N. A. *et al*. *Biology*: concepts and connections. 6. ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2009.

O livro apresenta conceitos referentes à área da Biologia, sendo ricamente ilustrado com imagens que contribuem para o aprendizado.

CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). *Parasites Ascaris*. Disponível em: <https://www.cdc.gov/parasites/ascariasis/biology.html>. Acesso em: 30 abr. 2020.

O *site* (em inglês) apresenta diversas informações sobre ascaridíase, como distribuição geográfica, apresentação clínica, entre outras.

CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. *Química*. 11. ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.

O livro, que há muitos anos vem sendo utilizado por estudantes da área das Ciências da Natureza, aborda os aspectos gerais da Química, introduzindo os conceitos fundamentais dessa ciência.

COMPANHIA de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp). *Tratamento de água*. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/Tratamento_Agua_Impressao.pdf>. Acesso em: 5 maio 2020.

O documento apresenta as etapas de tratamento da água captada, descrevendo como são realizadas e a importância científica de cada uma delas.

CURTIS, H.; BARNES, S. N. *Biology*. 5. ed. Nova York: Worth Publisher, 1989.

O livro aborda concepções da área da Biologia, como fisiologia de plantas e animais. É ricamente ilustrado com fotografias e ilustrações.

FIORUCCI, A. R.; FILHO, E. B. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. *Química Nova na Escola*, n. 22, 2005.

O artigo apresenta conceitos acerca da solubilidade do gás oxigênio em ambientes aquáticos, dando destaque, também, aos resultados obtidos com a coleta de efluentes industriais e domésticos.

FRANCISCO, A. R.; PATERNIANI, J. E. S.; MAYURUNA, J. de S. Técnicas alternativas de tratamento de água voltadas para indígenas do Vale do Javari. *Revista Inclusão Social*, Brasília (DF), v. 12, n. 1, p. 19-29, jul./dez. 2018. Disponível em: <http://revista.ibict.br/inclusao/article/view/4389/3847>. Acesso em: 5 maio 2020.

O artigo descreve uma pesquisa desenvolvida com a finalidade de reduzir as dificuldades encontradas por uma comunidade indígena em obter água potável.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

O livro apresenta os elementos necessários para a elaboração de um projeto de pesquisa, bem como esclarece os procedimentos adotados para os diferentes tipos de pesquisa.

GREF – Grupo de Reelaboração de Ensino de Física. *Física 2*: Física térmica. 4. ed. São Paulo: Edusp, 1999.

O livro apresenta os assuntos de Física para destacar sua relevância prática e universalidade; além disso, a maioria dos exercícios e atividades práticas envolve situações e elementos do cotidiano, mantendo sempre o formalismo pertinente.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física*: mecânica. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 1.

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

O livro apresenta os fundamentos da mecânica clássica, permitindo assim a compreensão dos conceitos e das principais ideias do tema.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física*: óptica e Física moderna. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 4.

O livro apresenta os fundamentos da óptica e da Física moderna, permitindo a compreensão, por exemplo, dos elementos da Física atômica e nuclear.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

O livro aborda conceitos e princípios básicos da Física por meio de uma abordagem conceitual.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil*: compatível com a escala 1 : 250.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101676.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.
O relatório mostra os fundamentos teóricos, conceituais e metodológicos que nortearam a elaboração dos mapas sobre os biomas e o sistema costeiro-marinho. Além disso, traz dados e fotos das expedições realizadas em campo.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *Terra Brasilis*. Mapa de desmatamento. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/app/map/deforestation?hl5pt-br>. Acesso em: 30 abr. 2020.
O *site* apresenta uma base de dados e mapas sobre o desmatamento nos biomas brasileiros.

JOHN, L. *Sabor e conservação à moda baniwa*. Disponível em: <https://amazonia.org.br/2013/04/sabor-e-conserva%C3%A7%C3%A3o-%C3%A0-moda-baniwa/>. Acesso em: 5 maio 2020.
O texto apresenta uma das especiarias utilizadas pelos índios baniwa para a conservação de alimentos.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; WEAVER, G. C. *Química geral e reações químicas*. São Paulo: Cengage Learning, 2011. v. 1.
O livro introduz a Química no nível superior com uma linguagem simples, que facilita a aprendizagem e cria uma base para melhor aprofundamento.

LIDE, D. R. *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 90. ed. Boca Raton: CRC Press, 2010.
Manual de referências bibliográficas que auxilia pesquisadores quanto à utilização de dados e resultados científicos na elaboração de textos com elevado padrão de confiabilidade. Compila dados de constantes, resultados experimentais e propriedades físicas e químicas, permitindo ao leitor a consulta de valores de medidas e constantes atualizados pela comunidade científica.

LIDE, D. R. (editor da versão para internet). *Handbook of Chemistry and Physics*. 96. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.
Manual de referências bibliográficas que auxilia pesquisadores quanto à utilização de dados e resultados científicos na elaboração de textos com elevado padrão de confiabilidade. Compila dados de constantes, resultados experimentais e propriedades físicas e químicas, permitindo ao leitor a consulta de valores de medidas e constantes atualizados pela comunidade científica.

MARIETTA COLLEGE. *The Physical Properties of Water*. Disponível em: <http://w3.marietta.edu/~biol/biomes/water_physics.htm>. Acesso em: 5 maio 2020.
O *site* apresenta os principais conceitos físicos e químicos que envolvem as propriedades apresentadas pela água.

MAUSETH, J. *Botany*. Burlington: Jones & Bartlett Publishers, 1988.
O livro trata de assuntos relacionados à Biologia vegetal, abordando conceitos botânicos, como fisiologia e desenvolvimento das plantas, biotecnologia e pesquisas botânicas recentes.

NASA. What are phytoplankton? *Earth Observatory*. Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/Phytoplankton>. Acesso em: 30 abr. 2020.
O *site* (em inglês) apresenta o que são fitoplânctons, sua importância na teia alimentar e padrões e ciclos globais que ocorrem nos oceanos.

NASA. *Webb vs Hubble Telescope*. Disponível em: <https://www.jwst.nasa.gov/content/about/comparisonWebbVsHubble.html>. Acesso em: 7 maio 2020.
A página, elaborada por pesquisadores, aborda as principais diferenças entre os telescópios Hubble e Webb, permitindo a compreensão dos conceitos físicos que os diferem, além de oferecer outros textos e recursos audiovisuais sobre o tema.

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de Física básica*. São Paulo: Edgard Blücher, 2002. v. 1.
O livro aborda os fundamentos básicos da Física, especialmente na área da mecânica, permitindo o desenvolvimento de conceitos como a gravitação.

OKUNO, E. *Radiação*: efeitos, riscos e benefícios. Oficina de Textos, 2018.
O livro apresenta conceitos e princípios da Física, em especial de Física nuclear e radiações, permitindo a compreensão dos riscos e dos benefícios do uso de radiação no cotidiano.

PATERNINA, E. *et al*. Estudio cinético de la descomposición catalizada de peróxido de hidrógeno sobre carbón activado. *Química Nova*, v. 32, n. 4, p. 934-938, 2009.
O artigo cita resultados de um estudo cinético da decomposição de peróxido de hidrogênio catalisado por carvão ativado, variando parâmetros como temperatura e concentração de reagentes.

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

MODERNA

POSTLETHWAIT, J. H.; HOPSON, J. L. *Modern Biology*. Austin: Holt, Rinehart and Winston, 2006.

O livro trata de assuntos referentes às Ciências Biológicas, como genética, saúde e doenças, entre outros, e é rico em imagens que facilitam a compreensão dos temas.

RADI, H. A.; RASMUSSEN, J. O. *Principles of physics*: for scientists and engineers. Springer Science & Business Media, 2013.

O livro é uma compilação de notas de aula para a graduação em Física, com diversos tópicos, como calor e propriedades da matéria, permitindo, por meio de exemplos resolvidos e exercícios, a compreensão dos conceitos e princípios físicos.

RAVEN, P. *et al. Biologia vegetal*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

O livro trata de conceitos relacionados à Biologia vegetal, como relações evolutivas, fisiologia vegetal, ciclos biogeoquímicos, entre outros. Possui inúmeras ilustrações e fotografias que auxiliam no aprendizado.

REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. *Águas doces no Brasil*: capital ecológico, uso e conservação. 4. ed. São Paulo: Escrituras, 2015.

O livro aborda questões relativas ao uso e à qualidade da água no Brasil. Além disso, apresenta informações sobre a demanda mundial da água e o desenvolvimento sustentável como alternativa para preservar esse recurso natural.

REECE, J. B. *et al. Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

O livro trata de diversos assuntos relacionados à Biologia, como evolução, células, metabolismo, fotossíntese, genética, diversidade biológica, entre outros. É ricamente ilustrado com imagens que facilitam a compreensão do texto.

RUSSEL, J. B. *Química geral*. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2006.

O livro aborda conceitos das áreas de Química, com inúmeros exemplos de aplicações para a área industrial.

SCHOLTE, R. G. C. *et al*. Predictive risk mapping of schistosomiasis in Brazil using Bayesian geostatistical models. *Acta Tropica*, v. 132, p. 57-63, 2014.

O artigo trata do mapeamento preditivo de risco de esquistossomose no Brasil usando modelos geoestatísticos.

SCIENCE for a changing world. USGS. Disponível em: <https://water.usgs.gov/water-resources/software/DOTABLES/>. Acesso em: 5 maio 2020.

O *site* apresenta um banco de dados com informações científicas que auxiliam no gerenciamento de recursos hídricos, biológicos, energéticos e naturais.

SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. *Princípios de Física:* mecânica clássica e relatividade. São Paulo: Cengage Learning, 2015. v. 1 e 2.

O livro apresenta conceitos e princípios básicos da Física, em especial das áreas da mecânica clássica, da relatividade, da termodinâmica e da mecânica dos fluidos, abordando exemplos práticos para demonstrar o papel da Física em diversas áreas do conhecimento e suas aplicações a situações do cotidiano.

SOLOMON, E. P. *et al. Biology*. 9. ed. California: Brooks/Cole, 2011.

O livro aborda assuntos relacionados à área da Biologia, como evolução, transmissão de informações biológicas, fluxo de energia, doenças relacionadas aos seres humanos, entre outros.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Physics for scientists and engineers*. 6. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2008.

Coletânea que aborda diversos tópicos de Física, como gravitação, radioatividade, calor e propriedades da matéria, além de possuir exemplos resolvidos, exercícios, problemas conceituais e apontamentos de aplicações tecnológicas atuais.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

O livro aborda conceitos relacionados a Microbiologia e doenças relacionadas a microrganismos, bem como interação entre hospedeiro e micróbios.

UNITED STATES BUREAU OF RECLAMATION. *Reverse Osmosis*. Disponível em: <https://www.usbr.gov/lc/yuma/facilities/ydp/yao_ydp_operations_ro.html>. Acesso em: 6 maio 2020.

O texto aborda como é realizada a dessalinização da água na usina de Yuma, cidade localizada no estado do Arizona, nos Estados Unidos.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. *Física I, Sears e Zemansky*: mecânica. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

O livro aborda princípios e conceitos básicos de mecânica, abordando uma gama de exercícios e exemplos práticos, para demonstrar aplicações tecnológicas modernas e aplicações em outras áreas do conhecimento.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. *Física IV, Sears e Zemansky*: ótica e Física moderna. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

O livro aborda os princípios físicos da ondulatória e da termodinâmica, elaborados de uma perspectiva conceitual e com exemplos de aplicações tecnológicas e/ou em outras áreas do conhecimento.

MODERNA

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

MODERNA

ISBN 978-65-5779-048-9

MODERNA