

Miguel Thompson
Eloci Peres Rios

Walter Spinelli
Hugo Reis
Blaidi Sant'Anna

Vera Lúcia Duarte de Novais
Murilo Tissoni Antunes

MATERIAL DE DIVULGAÇÃO.
VERSÃO SUBMETIDA À AVALIAÇÃO.

Código da coleção:
0199P21203
Código da obra:
0199P21203133

CONEXÕES

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

Matéria e energia



Área do conhecimento:
Ciências da Natureza
e suas Tecnologias

**MANUAL DO
PROFESSOR**

 **MODERNA**



MODERNA

MIGUEL THOMPSON

Doutor em Ciências (Área de concentração: Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências (Área de concentração: Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo. Bacharel em Ciências (Biologia) pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Professor.

ELOCI PERES RIOS

Doutora em Ciências (Área de concentração: Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências (Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo. Bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Professora.

WALTER SPINELLI

Doutor em Educação (Área de concentração: Educação – Opção: Ensino de Ciências e Matemática) pela Universidade de São Paulo. Mestre em Educação (Área de concentração: Educação – Opção: Ensino de Ciências e Matemática) pela Universidade de São Paulo. Professor.

HUGO REIS

Doutor em Ciências (Área de concentração: Física de Partículas Elementares) pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências (Área de concentração: Física de Partículas Elementares) pela Universidade de São Paulo. Bacharel em Física pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Professor.

BLAIDI SANT'ANNA

Licenciado em Física pela Universidade de São Paulo. Diretor, coordenador pedagógico e professor.

VERA LÚCIA DUARTE DE NOVAIS

Mestre em Educação (Área de concentração: Currículo) pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Bacharela e licenciada em Química pela Universidade de São Paulo. Professora.

MURILO TISSONI ANTUNES

Licenciado em Química pela Universidade de São Paulo. Professor.

CONEXÕES

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

Matéria e energia

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

MANUAL DO PROFESSOR

1ª edição

São Paulo, 2020

Coordenação geral: Maria do Carmo Fernandes Branco
Edição executiva: Gláucia Teixeira, Rita Helena Bröckelmann
Edição: Thiago Macedo de Abreu Hortêncio, Daniel Hohl, Kátia Paulilo Mantovani, Juliana Albuquerque, Ana Carolina de Almeida Yamamoto, Lara Vieira Leite, Paula Hirata
Assessoria didático-pedagógica: Fernando Luis Leite Carreiro, Nedir Soares, Priscilla Andressa de Sousa Silva, Lilian Patricia Lima, Luciana Keler Machado
Assistência editorial: Elizangela Gomes Marques
Gerência de design e produção gráfica: Everson de Paula
Coordenação de produção: Patricia Costa
Suporte administrativo editorial: Maria de Lourdes Rodrigues
Coordenação de design e projetos visuais: Marta Cerqueira Leite
Projeto gráfico: Bruno Tonel
Capa: Daniela Cunha
Ilustrações: Otávio dos Santos, Daniela Cunha
IhorZigor/Shutterstock; Sazhnieva Oksana/Shutterstock; A-spring/Shutterstock
Coordenação de arte: Aderson Oliveira, Wilson Gazzoni
Edição de arte: Marcel Hideki Yonamine, Eliazar Alves Cavalcanti Junior, Nilza Shizue Yoshida
Editoração eletrônica: Setup Bureau Editoração Eletrônica
Edição de infografia: Giselle Hirata, Priscilla Boffo
Coordenação de revisão: Camila Christi Gazzani, Elaine Cristina del Nero, Maristela S. Carrasco
Revisão: Elza Doring, Fausto Barreira, Janaína Mello, Lilian Xavier, Luciana Baraldi, Sirlene Prignolato, Leandra Trindade, Renato da Rocha
Coordenação de pesquisa iconográfica: Sônia Oddi, Luciano Baneza Gabarron
Pesquisa iconográfica: Fabiana Nogueira, Enio Lopes, Vanessa Trindade, Márcia Mendonça, Camila D'Angelo, Renata Martins
Suporte administrativo editorial: Flávia Bosqueiro
Coordenação de bureau: Rubens M. Rodrigues
Tratamento de imagens: Joel Aparecido, Luiz Carlos Costa, Marina M. Buzzinaro
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)

Conexões : ciências da natureza e suas tecnologias :
manual do professor / Miguel Thompson ...
[et al.]. -- 1. ed. -- São Paulo : Moderna, 2020.

Outros autores: Eloci Peres Rios, Walter Spinelli,
Hugo Reis, Blaidi Sant'Anna, Vera Lúcia Duarte
de Novais, Murilo Tissoni Antunes

Área do conhecimento: Ciências da natureza e suas
tecnologias

Obra em 6 vol.

Conteúdo: Matéria e energia -- Energia e ambiente
-- Saúde e tecnologia -- Conservação e transformação
-- Terra e equilíbrios -- Universo, materiais e
evolução

1. Biologia (Ensino médio) 2. Ciências (Ensino
médio) 3. Física (Ensino médio) 4. Química (Ensino
médio) I. Thompson, Miguel. II. Rios, Eloci Peres.
III. Spinelli, Walter. IV. Reis, Hugo. V. Sant'Anna,
Blaidi. VI. Novais, Vera Lúcia Duarte de. VII.
Antunes, Murilo Tissoni

20-39326

CDD-373.19

Índices para catálogo sistemático:

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

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

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

Orientações gerais

Introdução IV

Legislação educacional IV

A BNCC do Ensino Médio e as áreas de conhecimento V
 Interdisciplinaridade V

As competências e habilidades segundo a BNCC VI

A BNCC e as culturas juvenis VII

Temas contemporâneos transversais (TCTs) VIII

Pressupostos teórico-metodológicos IX

A contextualização e a problematização em Ciência e Tecnologia IX

O tratamento matemático XI

A experimentação XII

A segurança no laboratório de Ciências XII

O papel do professor XIII

Trabalho em grupo: como e quando fazer XIV

Estudantes de diferentes perfis: como lidar XV
 Trabalhando temáticas de direitos humanos, inclusão e respeito ao longo do ano XV

As TDICs e a educação XVII

O pensamento computacional XVII

Planejamento de aula XVIII

Cronogramas XIX

Organização bimestral XIX

Organização trimestral XIX

Organização semestral ou anual XIX

Avaliação XIX

Tipos de avaliação e avaliações para diferentes perfis XXI

Avaliação referente a norma XXI

Avaliação referente a critério XXI

Avaliação somativa XXI

Avaliação formativa XXI

Avaliação personalizada XXI

Organização da obra XXII

Estruturação de cada volume XXII

Ponto de partida XXII

Para começo de conversa XXII

Interligações XXII

Caixa de ferramentas XXII

Atividades XXII

Atividades práticas XXIII

Atenção XXIII

Comunicando ideias XXIII

Fique por dentro XXIII

Atividades finais XXIII

Próximos passos XXIII

Ponto final XXIII

Bibliografia XXIV

Orientações específicas XXVII

Introdução

Este **Suplemento do Professor** propõe-se a contribuir para um melhor aproveitamento da obra e para a contínua formação dos professores nos termos dos aspectos didático-pedagógicos do ensino, possibilitando atualização e reflexão sobre as práticas de ensino. Para tanto, são descritos a organização geral da coleção, as estratégias e os recursos de ensino, os pressupostos teóricos que a fundamentam e os objetivos da proposta didático-pedagógica da obra. Além disso, oferece orientações que buscam concretizar o trabalho por área de conhecimento na escola, com possibilidades de articular os conteúdos dos volumes entre si, com outros componentes curriculares e com outras áreas do conhecimento.

No material, diferentes instrumentos de avaliação são apresentados ao professor como possibilidade de utilização ao longo do processo de ensino e aprendizagem. E ainda são oferecidos recursos complementares na forma de indicações de *sites*, livros e filmes e de atividades de ampliação temática que não constam no **Livro do Estudante**.

Legislação educacional

O Ensino Médio é a etapa final da Educação Básica e, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional-LDB (Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996), tem como pressuposto desenvolver no estudante uma formação “indispensável para o exercício da cidadania”, além de “fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (art. 22).

Com a finalidade de alcançar tais objetivos, desde 2009, o MEC implantou o Programa Ensino Médio Inovador-ProEMI (instituído pela Portaria nº 971, de 9 de outubro de 2009), que busca integrar as ações do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), com a intenção de apoiar e fortalecer propostas inovadoras em termos curriculares, que atendam às expectativas e demandas dos estudantes e às necessidades da atual sociedade, de modo a promover melhorias na qualidade do Ensino Médio.

O ProEMI responde à necessidade de traçar políticas educacionais para os adolescentes e jovens propondo um Ensino Médio cujas políticas estejam afinadas com uma organização curricular para o desenvolvimento de ações que promovam uma educação científica e humanística em que se valoriza a cultura, a relação teoria-prática, o uso de recursos de tecnologia e estratégias que prezam pelo desenvolvimento da autonomia intelectual.

Na edição mais recente do ProEMI, tem-se buscado compatibilidade entre as diretrizes e metas do Plano Nacional de Educação (2014-2024) – PNE (Lei nº 13.005/2014) e a reestruturação proposta para o Ensino Médio apresentada na Medida Provisória nº 746, instituída em 22 de setembro de 2016. Nessa nova proposta curricular, a organização dos arranjos curriculares depende do contexto local, sendo formados segundo as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e dos itinerários formativos. Isso foi regulamentado pela Lei nº 13.415 de 16 de fevereiro de 2017, que alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. A organização das etapas do Ensino Médio ficou definida como apresentada no quadro a seguir.



Fontes: TODOS PELA EDUCAÇÃO. *Ensino Médio: reestruturação da proposta de escola*. Disponível em: <<https://todospelaeducacao.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2020/09/Grafica-07-02-2020.pdf>>; CONSELHO NACIONAL DE SECRETARIAS DE EDUCAÇÃO. *Guia de implementação do Novo Ensino Médio*. Disponível em: <<http://novoensinomedio.mec.gov.br/resources/downloads/pdf/Guia.pdf>>. Acessos em: 12 abr. 2021.

Com isso, considera-se a perspectiva de uma formação integral dos estudantes no que se refere aos aspectos físicos, cognitivos e socioeconômicos.

Esta coleção assume os princípios orientadores da legislação educacional brasileira, atentando para as recentes mudanças apontadas pelas discussões a respeito da qualidade no Ensino Médio e para a importância da conclusão da Educação Básica. Entende-se que, nesta etapa da escolarização, consolida-se o preparo dos estudantes para a vida, sua qualificação para a cidadania e sua capacitação para o aprendizado permanente, de modo que prossigam seus estudos e entrem no mundo do trabalho.

Este material busca colaborar com a atualização formativa do professor e propõe uma organização curricular com a intenção de alcançar os objetivos esperados para esta etapa do ensino, em termos das aprendizagens essenciais que, aos estudantes, devem ser garantidas em todas as etapas da Educação Básica. Ele foi concebido para os quatro campos de conhecimento: trabalho, ciência, cultura e tecnologia, para que os estudantes ampliem sua visão a respeito de aspectos sociais, econômicos e políticos.

● A BNCC do Ensino Médio e as áreas de conhecimento

A Base Nacional Comum Curricular é o documento normativo mais recente da educação brasileira e visa orientar a organização do currículo a ser desenvolvido pelas escolas ao longo da Educação Básica. Essa norma foi apresentada como um “conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais” (MEC, 2017, art. 1, p. 50) que todos os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica escolar. Entendida como um documento que pretende conduzir as equipes pedagógicas na construção dos currículos locais, a BNCC não deve ser compreendida como o currículo em si, mas como uma ferramenta normativa que visa instruir a construção de um currículo que possibilitará uma formação humana e integral dos estudantes.

Para a etapa do Ensino Médio, a BNCC define as aprendizagens fundamentais para o desenvolvimento dos estudantes, preparando-os para o exercício de sua cidadania e qualificando-os para o trabalho. No artigo 2º da Resolução nº 4 de 17 de dezembro de 2018, são apresentadas as aprendizagens essenciais, sendo elas “conhecimentos, habilidades, atitudes, valores e a capacidade de os mobilizar, articular e integrar” (BRASIL, 2018, p. 2). A intenção é que essas aprendizagens sejam expressas na forma de competências que, no artigo 3º do mesmo documento, são definidas como “a mobilização de conhecimento (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas cognitivas e socioemocionais), e atitudes e valores, para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018, p. 3-4).

A organização da BNCC do Ensino Médio é por áreas do conhecimento, sendo que o currículo desta etapa do processo de escolarização deve ser fomentado com o “contexto histórico, econômico, social, ambiental, cultural local, do mundo do trabalho e da prática social” (art. 10), implicando o fortalecimento da contextualização para a compreensão dos fenômenos. A sistematização dos conteúdos entrelaçando diferentes áreas de conhecimentos possibilita o diálogo entre os saberes dos componentes curriculares que as constituem enquanto área e favorece o entendimento dos fenômenos de estudo, conside-

rando suas complexidades. Dessa forma, ainda que se tenha uma intersecção na formação dos estudantes, as especificidades e os saberes próprios de cada uma delas são preservados.

Para cada área de conhecimento prevista para o Ensino Médio, são descritas as competências específicas que devem ser desenvolvidas ao longo dessa etapa de ensino. A organização do currículo por área não desconsidera o papel e a importância de cada disciplina (ou componente curricular), mas considera fundamentalmente o diálogo entre elas e as relações interdisciplinares.

Interdisciplinaridade

O trabalho interdisciplinar pressupõe uma prática pedagógica em que o conteúdo específico de cada disciplina não é propriedade reservada, exclusiva dela, pois esse mesmo conteúdo pode receber as contribuições de outras disciplinas. Nesse contexto, é importante que o planejamento da sequência de ensino seja feito não apenas individualmente pelos professores, mas que também haja um planejamento coletivo entre os professores de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e os das outras áreas do conhecimento, construído de forma cooperativa, pensando nas necessidades dos estudantes.

Desta forma, a interdisciplinaridade busca superar a fragmentação das disciplinas, sem desconsiderar a importância de cada uma delas. Para os estudantes não é diferente, pois essa abordagem do conhecimento provoca neles a percepção de que existe uma relação entre as disciplinas; por isso, podemos dizer que temos áreas de conhecimento, possibilitando um estudo com conexão, relação.

Com relação à interdisciplinaridade, a resolução CNE/CEB nº 3/98 orienta as escolas ao mencionar que:

II – o ensino deve ir além da descrição e procurar constituir nos alunos a capacidade de analisar, explicar, prever e intervir, objetivos que são mais facilmente alcançáveis se as disciplinas, integradas em áreas de conhecimento, puderem contribuir, cada uma com sua especificidade, para o estudo comum de problemas concretos, ou para o desenvolvimento de projetos de investigação e/ou de ação.

No caso específico da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o documento normativo orienta para a análise dos fenômenos naturais e dos processos tecnológicos, a elaboração de argumentos para explicar as situações-problema e a tomada de decisões éticas e responsáveis, “utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais, nacionais 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)” (art. 11).

A ciência e a tecnologia são indispensáveis para o desenvolvimento da sociedade. Elas estão presentes em todos os setores produtivos, desde a extração de materiais da natureza até o processamento dos produtos finais. São também determinantes na área da saúde, dos transportes, da educação e da cultura. Diversos objetos, como os celulares, equipamentos eletrônicos e uma infinidade de utensílios de plástico, metais, cerâmicas, entre outros, estão cada vez mais inseridos em nosso dia a dia e têm influenciado nosso modo de vida.

Debater essa questão e a forma como a produção, o consumo e o descarte de materiais têm provocado impactos ambientais e sociais já justificam o seu estudo no Ensino Médio.

A dificuldade principal do currículo fragmentado em disciplinas é reduzir o ensino à exposição oral dos conteúdos factuais e ao material informativo do livro didático, sem considerar o processo de investigação, os modos de pensar a que as disciplinas recorrem, a funcionalidade desses conteúdos para a análise de problemas e situações concretas e para a vida cotidiana. É daí que se postula que uma atitude interdisciplinar mobiliza o professor a transitar do conhecimento integrado ao especializado e deste ao integrado, do território da disciplina às suas fronteiras e vice-versa.

Conhecer as necessidades do passado, do presente e do futuro requer mais do que especialização em um único campo do saber, pois demanda versatilidade, harmonizando formação especializada com saberes que requerem sólida cultura geral e grande capacidade de aprender (autoaprendizagem). Nessa mesma concepção, a interdisciplinaridade consiste em metodologia de ensino, o que implica a postura de um professor que não fica fechado em seu campo de conhecimento, reconhecendo nos demais a possibilidade de aprender e interagir, o que inclui uma postura de humildade, reconhecendo-se um eterno estudante que pouco sabe, diante do imenso universo de conhecimentos que cresce diariamente de modo exponencial. Na interação com outros professores, a integração pode se dar de modo recíproco, o que inclui objetivos, conceitos, conteúdos – temas de projeto com olhares disciplinares distintos –, estratégias, recursos e formas de organização e sistematização de procedimentos.

Atitude interdisciplinar

A atitude interdisciplinar requer uma mudança conceitual no pensamento e na prática docentes, pois os estudantes não conseguirão pensar interdisciplinarmente se o professor lhes oferecer um saber fragmentado e descontextualizado. Uma mudança de atitudes dos professores diante da rigidez da organização disciplinar implica compreender a prática da interdisciplinaridade em três sentidos: como atitude, como forma de organização administrativa e pedagógica e como prática curricular (LIBÂNEO, 2007).

A organização escolar interdisciplinar é um modo de efetivar a atitude interdisciplinar que se expressa na elaboração coletiva do projeto pedagógico e nas práticas de organização da escola. Como prática curricular, há muitas formas de viabilização, conforme as sugestões a seguir.

Reunir disciplinas cujos conteúdos permitam tratamento pedagógico-didático interdisciplinar, após levantamento de características da realidade local e da identificação de problemas mais significativos para o grupo de estudantes.

Propor temas geradores que possibilitem a compreensão mais globalizante da realidade dos estudantes por meio da contribuição de várias disciplinas.

Desenvolver práticas de ensino não convencionais que ajudem os estudantes a aprender a pensar, a ter maior flexibilidade de raciocínio.

Orientar o estudo de um assunto para abordá-lo em todos os seus aspectos, ligações, relações internas e externas, e fazer a correlação com os problemas sociais e cotidianos.

As competências e habilidades segundo a BNCC

Conforme mencionado no tópico anterior, a BNCC define um conjunto de aprendizagens essenciais que os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas da Educação Básica. Esse conjunto de aprendizagens essenciais deve assegurar o desenvolvimento de dez competências gerais que perpassam por todas as áreas de conhecimento e pelas etapas da Educação Básica.

As dez competências gerais descritas na BNCC trabalham não só o desenvolvimento intelectual dos estudantes, mas também o social, o físico, o emocional e o cultural, buscando promover a educação integral. Resumidamente, pretende-se com as dez competências uma formação que considera a/o:

1. valorização dos conhecimentos historicamente construídos;
2. exercício do ensino por investigação, cujas premissas são investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver situações-problema;
3. valorização e participação das/nas diferentes manifestações artísticas e culturais;
4. utilização das diferentes linguagens verbal (oral ou visual-motora e escrita), corporal, visual, sonora e digital, além das linguagens artística, matemática e científica;
5. compreensão, utilização e criação de tecnologias digitais de informação e comunicação de forma reflexiva e ética;
6. valorização da diversidade de saberes e vivências culturais;

7. argumentação com base em fatos, dados e informações confiáveis para formulação, negociação e defesa de ideais, pontos de vista e decisões comuns;
8. autoconhecimento e autoapreciação e cuidado com a saúde física e emocional;
9. exercício da empatia, do diálogo e da cooperação para resolução de conflitos;
10. ação pessoal e coletiva com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação.

Adentrando no âmbito das áreas de conhecimento, o documento da BNCC traz, ainda, a descrição das competências específicas e habilidades a serem desenvolvidas para cada uma das áreas. As competências específicas para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias **resumidamente** trabalham a:

1. análise de fenômenos naturais e processos tecnológicos com base nas interações e relações entre matéria e energia, buscando diminuir impactos e promovendo melhorias nas condições de vida;
2. elaboração de interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para a construção de argumentos, realização de conjecturas e tomada de decisões éticas e responsáveis;
3. investigação de situações-problema e avaliação das aplicações do conhecimento científico e tecnológico no mundo e suas implicações, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza.

As competências gerais estão relacionadas com o que se espera que os estudantes adquiram ao longo de todo seu percurso na Educação Básica. As competências específicas, por outro lado, são degraus de cada etapa dessa trajetória. Para cada uma das competências específicas são apontadas as habilidades esperadas, que são desdobramentos delas e estão mais direcionadas para o desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Portanto, cada competência específica envolve a mobilização de várias habilidades para o seu desenvolvimento.

O ensino com base em competências e habilidades exige da escola e do professor uma mudança de paradigma em relação ao processo de ensino, agora não mais calcado nos conteúdos conceituais, mas sim nas competências gerais e nas específicas e suas habilidades. O foco não é mais só o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, mas o desenvolvimento das habilidades práticas e socioemocionais, das atitudes e dos valores para resolver demandas complexas.

A BNCC e as culturas juvenis

A juventude deve ser considerada em suas múltiplas dimensões, com suas particularidades, as quais não estão relacionadas às dimensões biológicas e etárias, mas articuladas com diversos atravessamentos sociais e culturais, culminando em variadas culturas juvenis e, por consequência, muitas juventudes. Ao considerar esse posicionamento, para alcançar o protagonismo juvenil, tanto a escola quanto o professor necessitam criar um ambiente e situações que promovam a participação dos estudantes.

Segundo o documento do MEC PGM 3: *Mobilização e Participação na Escola Jovem*:

[...] é essencial que os alunos tenham voz (e vez) na escola, através da concepção e elaboração de projetos curriculares, da organização de atividades que levem à reflexão e busca de soluções de forma coletiva e compartilhada.

Muitas são as competências construídas quando os alunos se mobilizam e têm espaço para participar do cotidiano da escola: saber ouvir e respeitar a opinião do outro, trabalhar em grupo, interagindo com o diferente, selecionar o que é significativo, aprender a aprender, experimentar, argumentar, criticar, tomar decisões.

Uma das maneiras de estimular sua participação é integrar à vivência escolar aspectos de suas culturas. É preciso que os jovens tenham identidade com a escola. Neste sentido, é necessário que ela conheça seus alunos e os novos padrões culturais dos jovens, articulando-os aos seus desenhos curriculares.

[...]

Fonte: BRASIL. Ministério da Educação. *Mobilização e participação na Escola Jovem*. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/mobiliza.pdf>>. Acesso em: 9 jun. 2020.

Nesse cenário, é desejável que o professor valorize todas as etapas de atividades que desenvolvam o protagonismo juvenil (criação, pesquisa, organização, envolvimento etc.), e não somente o produto final. Essas atividades podem contemplar apresentação oral, comunicação de ideias, comunicação de projetos, artigo de opinião, produções coletivas, discussão oral, debate, simulação de júri, projeto de intervenção social e ambiental, carta aberta, carta de reclamação, parecer, enquête, entre outras.

Outro aspecto que precisa ser considerado é o que se denomina culturas juvenis – conjunto de múltiplas formas de expressão cultural dos grupos juvenis das sociedades contemporâneas. Por serem sujeitos em transformação e em estado de inquietação e entusiasmo, os jovens experimentam e transitam por diferentes grupos e constantemente reelaboram suas identidades, posturas e visões de mundo, produzindo práticas e significados muitas vezes carregados de mensagens. Transformam sua forma de vestir, falar, agir em modos e formas de se afirmar perante o mundo ou extravasar angústias e dúvidas. Conhecendo essa realidade, a escola e o professor precisam reconhecer essa pluralidade e acolher as diversidades promovendo o respeito e o direito à sua manifestação.

Por fim, olhar para os estudantes dessa etapa da Educação Básica como sujeitos em transformação, protagonistas das próprias histórias e com aspirações presentes e futuras, significa também assegurar condições para que eles possam definir e desenvolver seus projetos de vida.

[...] o projeto de vida é o que os estudantes almejam, projetam e redefinem para si ao longo de sua trajetória [...] é papel da escola auxiliar os estudantes a aprender a se reconhecer como sujeitos, considerando suas potencialidades e a relevância dos modos de participação e intervenção social na concretização de seu projeto de vida. É, também, no ambiente escolar que os jovens podem experimentar, de forma

mediada e intencional, as interações com o outro, com o mundo, e vislumbrar, na valorização da diversidade, oportunidades de crescimento para seu presente e futuro.

Fonte: BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC/SEB, 2018.

Entendendo esse contexto, o professor no desenvolvimento das competências gerais, das competências específicas e das habilidades da área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, bem como os conteúdos conceituais, socioemocionais, os valores e atitudes, deve colaborar

[...] para formar esses jovens como sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis, cabe às escolas de Ensino Médio proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e a tomada de decisões éticas e fundamentadas. O mundo deve lhes ser apresentado como campo aberto para investigação e intervenção quanto a seus aspectos políticos, sociais, produtivos, ambientais e culturais, de modo que se sintam estimulados a equacionar e resolver questões legadas pelas gerações anteriores – e que se refletem nos contextos atuais –, abrindo-se criativamente para o novo.

Fonte: BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC/SEB, 2018.

● Temas contemporâneos transversais (TCTs)

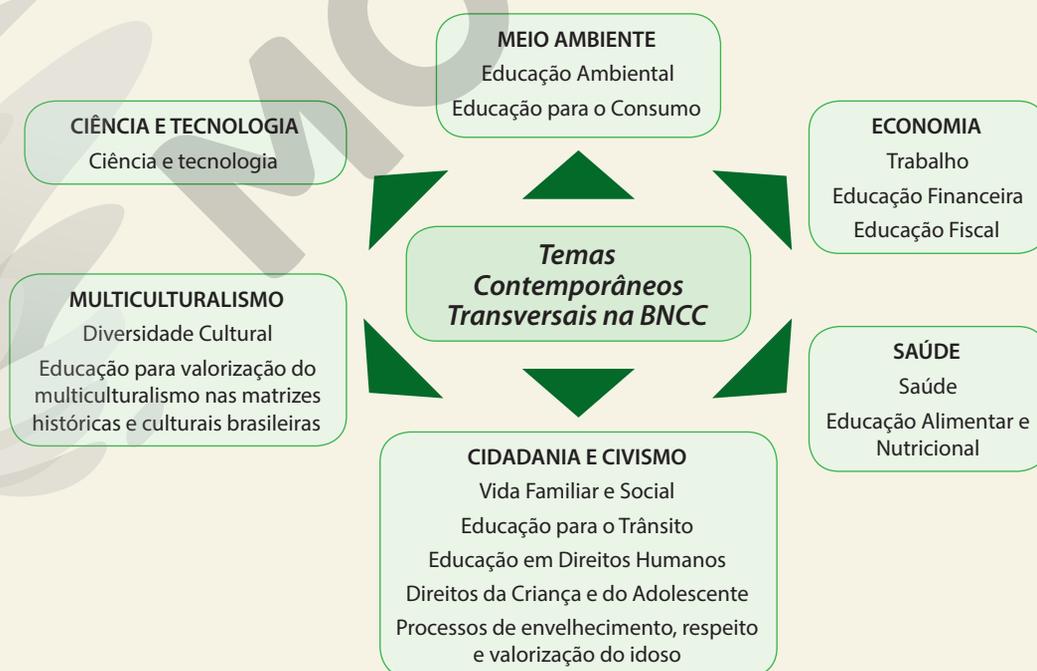
Os Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) são assim denominados por serem assuntos da modernidade que não pertencem a um componente curricular específico: são pertinentes a todos e, ao mesmo tempo, perpassam por todos. Esses temas devem ser abordados no conjunto de todas as áreas do conhecimento, ao longo de todo o ciclo do Ensino Básico.

[...] TCTs, no contexto educacional, são aqueles assuntos que não pertencem a uma área do conhecimento em particular, mas que atravessam todas elas, pois delas fazem parte e a trazem para a realidade do estudante. Na escola, são os temas que atendem às demandas da sociedade contemporânea, ou seja, aqueles que são intensamente vividos pelas comunidades, pelas famílias, pelos estudantes e pelos educadores no dia a dia, que influenciam e são influenciados pelo processo educacional.

[...]

Fonte: BRASIL. Ministério da Educação. *Temas contemporâneos transversais da BNCC: contexto histórico e pressupostos pedagógicos*. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/contextualizacao_temas_contemporaneos.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2020.

Na BNCC, são definidos 15 temas distribuídos em seis macroáreas temáticas, conforme o esquema a seguir.



Fonte: BRASIL. Ministério da Educação. *Temas contemporâneos transversais da BNCC: contexto histórico e pressupostos pedagógicos*. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/contextualizacao_temas_contemporaneos.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2020.

Esses temas são regidos por legislações específicas e devem ser incorporados na elaboração ou adequação dos currículos e das propostas pedagógicas para serem trabalhados de forma transversal. Apesar do seu caráter obrigatório, cabe às escolas escolher a melhor forma de inserção em suas propostas de ensino.

O trabalho transversal pressupõe uma abordagem transdisciplinar e um diálogo entre os campos de saberes de cada componente curricular promovendo a integração e acolhendo as contribuições de cada um. Além disso, o trabalho com os TCTs também pressupõe um trabalho entre escola e comunidade, incluindo as famílias, visto que os conceitos e os valores trabalhados neles têm seu início no contexto familiar.

Pressupostos teórico-metodológicos

O cenário atual apresenta desafios que requerem da educação formal competências compatíveis, diretamente relacionadas ao desenvolvimento da cidadania e ao desenvolvimento mundial sustentável. A complexidade social na qual nos encontramos é desafio constante na busca pela ampliação de conhecimentos e na tentativa de compreender os fenômenos científicos e políticos do mundo em que vivemos.

Para promover melhorias nas escolas hoje, há de se manter o foco na construção de um currículo mais flexível. A flexibilidade é por considerar a possibilidade de os estudantes assumirem um papel de protagonismo nas decisões curriculares. O conhecimento é elemento fundamental na composição curricular, entretanto, considerar as relações sociais em sua elaboração também é primordial para a busca da superação das circunstâncias vividas pelas pessoas em nossa sociedade. O currículo almejado é aquele que propicia a "legitimação da prática docente, do desenvolvimento profissional, visto que é (re)construído em função das necessidades dos educandos, aproximando os conceitos e os conhecimentos de suas experiências cotidianas" (SCHIABEL; SILVA, 2019, p. 36).

A especificidade do currículo de Ensino Médio nas diferentes realidades sociais, econômicas e culturais brasileiras, para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, deve considerar as transformações contemporâneas, a velocidade de propagação e a globalização das informações nos sistemas de comunicação. Essa complexidade coloca em questionamento verdades instituídas e a cultura do individualismo e da conformidade. Torna-se necessário substituí-la pela liderança, pela ação transformadora de realidades, pela compreensão dos fenômenos que regem as relações humanas e pela capacidade de construir um referencial viável e efetivo de si mesmo.

Diante desse contexto, como desenvolver capacidades nos estudantes para que venham a transformar o conhecimento científico elaborado pelos cientistas em ferramentas de superação dos desafios do cotidiano, para que assumam um posicionamento pautado na argumentação científica?

No caso da competência científica, aqui entendida como a capacidade de empregar o conhecimento científico, questioná-lo e vivenciá-lo para que as conclusões sejam baseadas nos dados, é fundamental que o professor desenvolva um ensino centrado na figura dos estudantes. A sua participação ativa no processo de aprendizagem os levará a ter condições de desenvolver as habilidades necessárias para a tomada de decisões sobre o mundo natural e compreensão das modificações que a atividade humana provocou e provoca no mundo natural (PEREZ; VILLAGRA, 2020).

Cabe ao professor então considerar que o conhecimento é resultado de experiências significativas, que se ampliam no trabalho compartilhado e no engajamento. Baseada nisso, a coleção convida ao exercício de uma relação respeitosa com o mundo natural em todas as suas dimensões, contemplando o conhecimento científico escolar e sua divulgação em aliança com o desenvolvimento social.

A coleção valoriza o respeito da natureza do conhecimento, a autonomia intelectual e a colaboração social, e se assumem valores políticos para a construção de uma sociedade mais justa e democrática.

A contextualização e a problematização em Ciência e Tecnologia

A contextualização no ensino vem sendo defendida por diversos educadores e pesquisadores como um meio de possibilitar aos estudantes uma educação para a cidadania concomitantemente à aprendizagem significativa de conteúdos, seja ela pensada como um modo de ensinar conceitos das ciências ligados à vivência dos estudantes, na forma de recurso pedagógico, seja como princípio norteador do processo de ensino.

Silva (2007, p. 121), em seu trabalho de pesquisa voltado ao entendimento da palavra **contextualização**, elencou três perspectivas educacionais para seu significado:

(i) a contextualização como exemplificação, entendimento, ou informação do cotidiano – que pode ser caracterizada por compreensão de situações problemáticas, aplicação de conteúdos científicos emoldurados por situação do dia a dia do aluno, com ênfase na informação, e não no desenvolvimento de competências, atitudes ou valores;

(ii) a contextualização como entendimento crítico de questões científicas e tecnológicas relevantes que afetam a sociedade – essa orientação é característica do movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), que em geral propõe a abordagem de temas de interesse social que permitam o desenvolvimento de atitudes e valores para que os alunos enfrentem um mundo cada vez mais tecnológico e possam atuar, com responsabilidade, frente a questões problemáticas da ciência e da tecnologia relacionadas à sociedade, e

(iii) contextualização como perspectiva da transformação da realidade social – caracterizada pela ênfase no entendimento crítico dos aspectos sociais e culturais ligados à ciência e tecnologia, em outras palavras, a inserção da prática social no ensino com vistas à transformação social.

A primeira forma de contextualização é a mais simples e também uma forma de "dourar a pílula", quando são usados apenas exemplos do cotidiano que se relacionam com o objeto de estudo. Já a segunda e a terceira estão relacionadas ao desenvolvimento de atitudes e valores de modo a inserir as questões científicas e tecnológicas no campo social. A terceira pressupõe, ainda, um posicionamento político.

A BNCC defende a necessidade da contextualização dos conhecimentos na realidade vivenciada pelos estudantes, a fim de atribuir-lhes sentido e, assim, contribuir para a aprendizagem significativa.

Para isso, articula as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura. A contextualização é compreendida como a inserção do conhecimento disciplinar em uma realidade plena de vivências, buscando o enraizamento do conhecimento explícito na dimensão do conhecimento tácito.

O ensino contextualizado é um importante meio de estimular a curiosidade e fortalecer a confiança dos estudantes. Por outro lado, sua importância está condicionada à possibilidade de levar os estudantes a terem consciência sobre seus modelos de explicação e compreensão da realidade, reconhecê-los como equivocados ou limitados a determinados contextos, enfrentar o questionamento, colocá-los em xeque num processo de desconstrução de conceitos e reconstrução/apropriação de outros.

Contextualizar é dar sentido ao que se ensina, é inserir os estudantes num universo amplo, é encadear ideias. O sentido de contextualizar os conteúdos ministrados na sala de aula é permitir que os estudantes encontrem aplicabilidade, utilidade para aquilo que aprenderam. O professor, ao trazer para a sala de aula experiências pessoais, sociais e culturais, faz com que os estudantes saiam da condição de espectadores passivos e estabeleçam relações de reciprocidade entre eles e o objeto de conhecimento, configurando uma aprendizagem significativa (QUEIROZ, 2003).

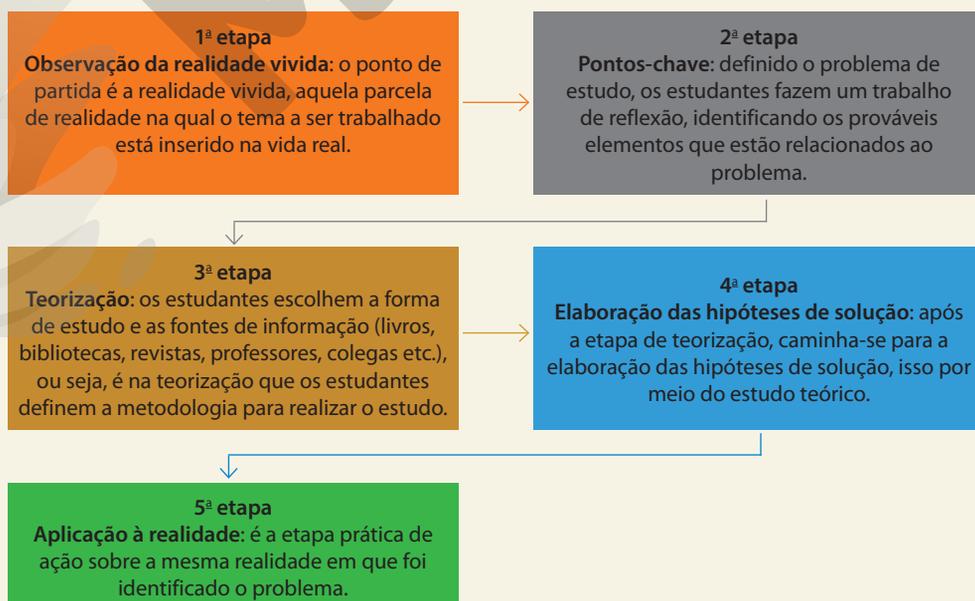
Ao lado da contextualização, nesta obra é utilizada a problematização. A problematização é entendida aqui como uma maneira de colocar a realidade para ser refletida e os estudantes para pensarem juntos propostas de avanços e mudanças para tal situação. Os estudantes precisam reconhecer que o problema formulado pelo professor, enquanto recurso pedagógico, deve ser significativo para eles, a ponto de sentirem a necessidade de solucioná-lo e, para tal, exigirá deles o desenvolvimento do conhecimento científico escolar.

Mori e Cunha (2020, p. 176) definem que “problematizar é estabelecer um ‘diálogo’ entre os conhecimentos, colocando em discussão a interpretação dos estudantes sobre determinada realidade e as teorias científicas, ou seja, problematiza-se tanto o conhecimento dos estudantes quanto o conhecimento científico em discussão”. Portanto, ainda nas palavras dos autores, problematização é “todo processo de discussão gerado quando um problema é proposto em atividade pedagógica e que leve o estudante à construção do conhecimento por meio da reflexão, do diálogo e da participação ativa” (MORI; CUNHA, 2020, p. 176).

Desse modo, a problematização pode ser uma estratégia potencial para a construção do conhecimento e sua apropriação pelos estudantes. Portanto, Francisco (2008, p. 20) considera que seja “no diálogo da realidade observada, na problematização e na reflexão crítica de professores e estudantes que se faz o conhecimento”.

Na intenção de preparar os estudantes para tomar consciência de seu mundo e participar intencionalmente para transformá-lo, a problematização os torna participativos no processo de transformação da sociedade para que as pessoas possam ter uma vida com mais qualidade. Usar a problematização como uma maneira de fazer com que os estudantes conheçam a realidade que os cerca e as demandas do cenário ao qual estão inseridos para que juntos em sala de aula possam pensar formas de superá-los. Claro que a observação das diferentes situações depende da visão de mundo e das experiências de cada estudante, podendo diferir de um para outro.

Uma proposta ao professor seria o planejamento de uma atividade que se fundamenta pelo caminho didático do Arco de Magueres. De acordo com Mori e Cunha (2020, p. 177), esse caminho é estabelecido pelas etapas listadas a seguir.



De forma resumida, um problema da realidade é selecionado e, sobre ele, faz-se um estudo, investigam-se as variáveis, discutem-se os dados obtidos e, ao final, torna a observar a mesma realidade, agora para propor ações que sejam capazes de modificá-la de alguma forma. Ao longo de todos os volumes da coleção, há situações-problema, muitas vezes apresentadas na seção *Interligações*, que você poderá aplicar os passos do Arco de Maguerez. Essa divisão da realidade em partes também favorecerá o desenvolvimento do pensamento computacional.

A importância desse tema tem sido bastante destacada no ensino, ainda que seja complexo porque abrange diferentes referenciais teóricos com métodos e objetivos de ensino variados. Ainda assim, existe um consenso de que a proposição de um problema é fundamental para auxiliar na aprendizagem dos estudantes. Entre as propostas que consideram a necessidade da existência de problematizações no ensino, as abordagens Ciência, Tecnologia e Sociedade-CTS mostram-se frutíferas para tal (SOLINO; SASSERON, 2019).

Oliveira (2019, p. 200) cita o pesquisador Cutcliffe (2004) para conceituar CTS como sendo "uma cultura cujo centro se baseia em analisar e entender a ciência e a tecnologia como um conceito social complexo, que incide diretamente em questões culturais, políticas, econômicas e de teoria geral". O mesmo autor menciona Acevedo (1996) para complementar a definição sobre CTS afirmando ser uma "opção transversal, antefendo os conteúdos atitudinais (cognitivos, afetivos e valorativos) e axiológicos (valores e normas)".

A coleção se inspira na construção de um currículo comprometido com o desenvolvimento de conhecimentos, procedimentos e atitudes que promovam contribuições para a vida dos estudantes. Portanto, considera-se a responsabilidade social e ambiental e busca-se envolver os estudantes em processos coletivos de tomada de decisão relacionados à Ciência, à Tecnologia e à Sociedade (CTS).

O ensino na vertente CTS contribui para a aproximação do conteúdo científico à realidade dos estudantes na medida em que promove uma reflexão sobre as relações existentes entre os campos da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade. Por exemplo, de que maneira o desenvolvimento científico-tecnológico tem afetado direta ou indiretamente a vida em sociedade, e como a participação social pode contribuir para esse avanço, entre outros assuntos (SANTOS; AULER, 2011). Pode-se dizer que, na abordagem CTS, o ensino do conteúdo de ciências dá-se em um contexto autêntico de seu meio tecnológico e social, no qual os estudantes devem integrar os conhecimentos científicos e tecnológicos com as experiências cotidianas.

Ao ampliar um pouco mais essa perspectiva, na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA, inclui-se a educação ambiental como um aspecto que deve ser estudado e discutido em sala de aula (PINHEIRO, 2007). Nesse sentido, a sociedade e o ambiente tornam-se cenários de aprendizagem, nos quais seria possível identificar temas ou problemas, potencialmente relevantes, para serem estudados e investigados. Com isso, pretende-se a apropriação dos conhecimentos científico e tecnológico, em busca de soluções para determinadas problemáticas sociais e/ou ambientais e/ou de outra natureza, contribuindo para a construção de um juízo de valor e de uma tomada de decisão (RICARDO, 2007).

Ao ensinar os conteúdos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias na vertente CTS, espera-se uma construção conceitual correlacionada com aspectos do âmbito político, econômico, tecnológico, social e ambiental. Considera-se que o estudo dos conteúdos científicos e tecnológicos não devam ser aprendidos como um fim em si mesmo, mas como parte de um processo que leva a uma formação que pode tornar os estudantes capazes de agir como cidadãos na vida em sociedade. Para isso, é necessário que o ensino ocorra dentro de um contexto e que este não seja usado, apenas, como uma forma de ilustrar o conhecimento científico escolar, mas como uma estratégia para se desenvolver a elaboração dos conhecimentos conceituais, atitudinais e procedimentais, formando os estudantes para o exercício consciente da cidadania (SANTOS; SCHNETZLER, 2000).

Assim, reafirmamos que "ensinar é desencadear um programa de interações com um grupo de estudantes, a fim de atingir determinados objetivos educativos relativos à aprendizagem de conhecimentos e à socialização" (TARDIF, 2004, p. 118). Nessa perspectiva, entendemos que ensinar pode ser assumir o desafio de mudança de prática, considerando novas abordagens para o processo de ensino e aprendizagem, mais coerente com o modelo de sociedade atual.

• O tratamento matemático

A realização de pesquisas na área das ciências exige, quase sempre, um tratamento matemático adequado. Muitas vezes, esse tratamento é desenvolvido especialmente para a adequação dos dados analisados no momento, enquanto há casos que exigem apenas ferramentas estatísticas auxiliares na organização e interpretação dos resultados obtidos. Mesmo que de formas distintas para uma ou outra área, para um ou outro tipo de pesquisa, relatórios de conclusão apresentam, geralmente, análises estruturadas com base em dados numéricos. Especialmente no caso da Física e da Química, é rotineira a mobilização de sofisticadas ferramentas matemáticas pelo pesquisador, seja na preparação de seu trabalho, seja na interpretação dos resultados, seja nas conclusões que divulga. Assim, no âmbito daqueles que se dedicam às ciências, a Matemática desempenha papel de grande relevância.

Consideramos a importância da Matemática em sua capacidade de exprimir de maneira sintética e precisa o conhecimento dos fenômenos, tanto no espectro de ação do pesquisador da ciência quanto no do aprendiz. Guardadas, naturalmente, as evidentes diferenças entre curiosidades e necessidades de um e outro.

Assim, se, por um lado, não concebemos o desenvolvimento de um curso de Ciências de Ensino Médio desarticulado do aparato matemático necessário, por outro, reconhecemos a necessidade de identificar com clareza o grau dessa articulação, para que, em primeira e última instâncias, a prioridade do trabalho recaia sobre a construção do conhecimento.

Alguns dos temas de estudo parecem exigir maior vinculação aos conhecimentos matemáticos, a julgar pelo modo com que, outrora, alguns cursos eram estruturados. No grupo de conteúdos desses temas, identificamos, por exemplo: na Física, a Cinemática e a Óptica; na Química, o cálculo estequiométrico; e na Biologia, o estudo das populações.

Um dos riscos comuns consiste em priorizar a análise matemática em detrimento da compreensão dos conceitos associados. Situações-problema específicas podem exigir a aplicação de ferramentas matemáticas mais elaboradas, e precisamos sempre nos perguntar se tais casos são imprescindíveis, se perseguimos os objetivos de nosso planejamento. Não podemos deixar de apresentar, com a devida atenção, esses conteúdos, todavia, devemos fazê-lo sem a preocupação de simular situações fictícias, nas quais a aplicação de fórmulas pode vir a suplantar em importância a real compreensão conceitual.

O papel da Matemática, como elemento estruturador do conhecimento, relaciona-se a um aspecto bastante importante especialmente na concepção das atividades que apresentamos para os estudantes: os **contextos** sobre os quais se desenvolvem as ações.

● A experimentação

A inclusão da experimentação no ensino de Ciências da Natureza é justificada pela importância de seu papel investigativo e pedagógico de auxiliar os estudantes no entendimento dos fenômenos e na construção dos conceitos. Para que os experimentos tenham importância no desenvolvimento cognitivo dos estudantes é fundamental que eles integrem uma sequência didática (constituída de várias outras atividades) e que provoquem reflexões e discussões de ideias, norteando-os no sentido da compreensão de conceitos.

Para Suart, Marcondes e Carmo (2009), as atividades de caráter investigativo buscam uma questão problematizadora que, ao mesmo tempo, desperte a curiosidade e oriente a visão dos estudantes sobre as variáveis relevantes do fenômeno a ser estudado, fazendo com que eles levantem suas próprias hipóteses e proponham possíveis soluções.

Nos livros desta coleção, os experimentos ocupam posições variáveis na sequência de cada capítulo. No entanto, fica a critério do professor, diante da estratégia adotada e da motivação dos estudantes, a opção por utilizá-lo no momento que julgar mais oportuno.

Em alguns casos, o experimento se inicia com uma questão que será esclarecida com as reflexões a respeito das observações realizadas; em outros, os estudantes vão construir o conhecimento com base nas etapas propostas na atividade.

A sugestão é que os experimentos sejam feitos em grupos (o ideal é que tenham, no máximo, cinco estudantes). Isso porque, mais importante que a própria manipulação de materiais e coleta de observações, é a troca de opiniões e a cooperação entre os indivíduos do grupo em busca da elaboração de hipóteses, conclusões e modelos explicativos.

As atividades experimentais, além de permitirem a aquisição de habilidades relativas à manipulação de materiais, têm a função pedagógica de “propiciar oportunidade para que os estudantes elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido” (PCN+, 2002, p. 52).

Para as atividades práticas sugeridas na coleção, foram escolhidos materiais de fácil aquisição e que possam ser utilizados com segurança no ambiente escolar.

Em alguns experimentos, há o quadro *Atenção*, que traz orientações importantes para o desenvolvimento da atividade ou para a segurança na manipulação dos materiais.

A segurança no laboratório de Ciências

Algumas atividades que envolvem experimentos não precisam de salas especiais, podendo ocorrer em salas de aulas regulares quando a escola apresenta problemas estruturais, como a falta de um laboratório, sempre privilegiando a segurança dos alunos. Também é necessário considerar a hipótese de o professor não contar com recursos e drogas de laboratório; nesses casos, para a realização dos experimentos propostos nos livros-texto, são necessários apenas materiais caseiros e/ou comprados em farmácias, supermercados, casas de materiais de construção etc. No caso de haver dificuldade de comprar alguns materiais no comércio local, é possível adquiri-los via internet.

Tanto na realização de experimentos em sala de aula quanto no laboratório – e, neste último caso, isso se torna mais importante –, é fundamental que o professor favoreça um ambiente de responsabilidade pela segurança de todos, propiciando que os alunos entendam que a falta de seriedade pode causar riscos.

Investigações reforçam as já conhecidas constatações de que demonstrações em Ciências podem constituir cenários que priorizam aspectos emocionais dos estudantes, potencializando o aprendizado de conceitos.

As aulas com demonstrações objetivam a transposição dos limites frios do ensino formal, descritivo e axiomático, em direção a um cenário rico em estímulo e interativo. As observações iniciais têm indicado que os estudantes participantes deste ensino apresentam maiores interesses na busca de explicações e dos significados subjacentes aos fenômenos demonstrados. Os principais elementos presentes nas demonstrações costumam ser: o inesperado, o curioso, o desafio a ser vencido, a quebra e/ou substituição de paradigmas, o inacreditável, o mágico/lúdico e o previsível.

A realização de experimentos geralmente desperta nos estudantes um maior interesse pelo estudo de Ciências. É importante associar o “saber fazer” com o “explorar/compreender” os fenômenos ou princípios científicos.

Regras básicas de segurança

De maneira geral, é aconselhável o uso de óculos de segurança. Sabemos que a maioria das escolas não dispõe desse dispositivo, mas sugerimos que a escola adquira quantidade suficiente para uma turma. Os óculos podem ser facilmente lavados e utilizados por vários grupos de alunos.

Também, é aconselhável o uso de sapatos, e não sandálias, e aventais ou vestimentas que possam servir de proteção às pernas (calças, vestidos ou saias não muito curtos).

Um cuidado importante é o de não deixar frascos de materiais que não serão utilizados ao alcance do aluno. É preferível acondicionar os reagentes que serão manipulados pelos alunos em pequenos frascos, principalmente quando se tratar de materiais inflamáveis ou de toxicidade relevante.

É importante que o professor organize os materiais de maneira que não seja necessária a movimentação do aluno entre as mesas ou bancadas do laboratório. É imprescindível que os alunos percebam que o ambiente exige certos cuidados pessoais.

Ainda, um cuidado que se deve ter é o de testar o experimento antes de sua realização, garantindo seu êxito.

Não se deve improvisar no que diz respeito a uma montagem experimental. Devem ser evitadas situações como aproximar a lamparina da tela de amianto colocando algum suporte não apropriado; pipetar com a boca; prender um tubo a uma garra não apropriada.

Deve-se conhecer a localização, no laboratório, do extintor de incêndio, verificando se está em condições de uso. Caso não haja extintor no local de realização da atividade, seria aconselhável providenciar um. As portas devem estar desbloqueadas, sem nada que impeça a saída dos alunos.

O professor deve lembrar que seu comportamento no laboratório é muito importante, pois pode refletir nas atitudes que os alunos terão durante as aulas. Dessa maneira, é importante que não sejam permitidas brincadeiras e que sejam exigidas posturas, por parte do aluno, de respeito ao ambiente do laboratório, aos colegas e a si próprio.

Apresentamos, a seguir, algumas outras regras de conduta básicas, que podem contribuir para a realização com segurança de atividades experimentais.

1. Não coma ou beba no laboratório.
2. Não ingira ou beba qualquer material utilizado como reagente, mesmo que pareça inofensivo ou que seja um alimento fora do laboratório, como sal, açúcar, pão, água etc.
3. Não coloque sobre a bancada cadernos, bolsas, livros, mochilas. Deixe somente o necessário para suas anotações.
4. Não toque os reagentes com as mãos, sem autorização do professor. Caso aconteça, comunique ao professor e proceda conforme as orientações recebidas.
5. Prenda os cabelos, principalmente se for trabalhar com fogo.
6. Não retorne reagentes aos frascos de origem.
7. Não misture reagentes sem a prévia autorização do professor.
8. Não aponte a boca do tubo de ensaio ou de outro frasco para seu colega.
9. Não jogue resíduos na pia ou na lixeira. Siga as orientações de seu professor para o descarte adequado dos reagentes.
10. Concentre-se em seu trabalho. Não se distraia com brincadeiras, conversas paralelas, jogos, ouvindo música etc. Lembre-se que a segurança no laboratório depende de cada um.

Fonte: GRUPO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO QUÍMICA. *Atividades experimentais de Química no Ensino Médio: reflexões e propostas*. São Paulo: SEE/CENP, 2009.

🟢 O papel do professor

No contexto atual de educação, novos desafios são colocados para o desenvolvimento da docência no que se refere ao conhecimento científico, pedagógico e cultural, além da necessidade de lidar com uma maior diversidade de estudantes, diferentes recursos e novas formas de abordar os conteúdos escolares. Ideias que outrora estavam fortemente arraigadas sobre o que se espera de um professor não mais fazem sentido no momento que vivemos. Essas ideias de outrora estão relacionadas com a própria herança cultural da escola e marcam a representação do que é considerado um “bom” professor, se é que podemos fazer essa qualificação devido à polissemia do significado do termo, passível de interpretações diferentes e mesmo divergentes. Devido à grande responsabilidade do ato de ensinar, os professores querem falhar o menos possível (PIMENTA, 2004). Entre os vários traços que marcam a representação do que é ser professor estão o gestual próprio, a capacidade de comunicação para levar os estudantes à compreensão dos conhecimentos e a consideração de que seja “aquele que detém o conhecimento”. Com isso, os professores acabam ficando tanto com as conquistas como também com a responsabilidade pela não aprendizagem dos estudantes. Historicamente, uma série de atributos tem sido atrelada socialmente ao papel do professor, sem certa consciência e atitude reflexiva para tal.

Algumas questões que acabam sendo vistas como escolha individual de um professor responsável por uma turma ou disciplina são traços comuns à maioria das escolas: a disposição enfileirada dos estudantes nas salas de aula, a sequência de conteúdos e conceitos de uma disciplina, os tipos de atividade didática, a forma de tratar o conteúdo, priorizando conclusões em detrimento do caminho para se chegar a elas, a falta de espaço para questionamentos e debates, a forma como o livro didático é usado – o mais frequente é que ele sirva de base para o professor preparar sua aula expositiva, adotando exatamente a mesma sequência do texto –, entre outras.

Esse modelo, profundamente arraigado em nossa sociedade, acaba sendo o viés em torno do qual a escola se orienta e se organiza. Porém, dentro das salas de aula, devemos lembrar que a organização escolar envolve ideias, opiniões e tradições advindas de vários componentes.

Apesar de tudo, ao perguntarmos a um professor, independentemente de sua concepção pedagógica, qual é o objetivo atual da educação escolar e, portanto, qual é seu papel como agente central desse processo, normalmente obtemos respostas muito parecidas; é comum que a resposta esteja em torno de desenvolver a capacidade de os estudantes raciocinarem, criarem, trabalharem em grupo, de serem solidários, de caminharem em busca de sua própria autonomia intelectual, e assim por diante.

Desse modo, apesar das profundas mudanças pelas quais a sociedade e o papel do conhecimento vêm passando, as aulas tendem a ser ministradas como nos velhos tempos, por meio de representações internalizadas por professores e pela sociedade, como se os objetivos fossem os mesmos do início do século XX. Apesar das dificuldades crescentes de manter a disciplina, muitos professores mantêm a expectativa de que os estudantes fixem a atenção naquilo que eles falam e escrevem na lousa e se concentrem nos conteúdos e na execução de tarefas.

Esse tipo de atividade geralmente não favorece a reflexão e o questionamento. Quer dizer, há uma contradição quase inerente ao sistema escolar: é a que transparece na distância entre o papel idealizado que os professores atribuem à escola quando refletem sobre ela e o que comumente lutam para fazer em suas salas de aula – as dificuldades passam também pelos sérios problemas de desrespeito e violência, que permeiam muitas instituições escolares.

Há um reconhecimento do que seria um encontro pedagógico criativo que propiciasse experiência e desenvolvimento, tanto para a escola quanto para professores e estudantes, e isso representa um dilema: há um modelo interiorizado por toda a sociedade e pelos professores do que é ser professor e do papel da escola convivendo com um mundo em acentuadas alterações que demandam uma grande mudança na instituição escolar e no ensino.

Muitas dessas demandas vêm sendo explicitadas em documentos oficiais, produções acadêmicas e em congressos de educação. Entre as alterações propostas, que têm a ver com as demandas que emergem de mudanças contemporâneas da sociedade, como a inclusão de uma visão e de práticas pedagógicas de natureza interdisciplinar, do uso das tecnologias de informação e comunicação, da valorização de práticas que incentivem a autonomia intelectual, o protagonismo, a solidariedade e a capacidade de trabalhar de modo colaborativo, entre outras – todas elas fundamentais para o desenvolvimento dos jovens.

Esse panorama evidencia que, se de um lado, escola e professores estão diante de situação desconfortável, de outro, vivemos um período em que desafios estimulantes nos convidam a refletir e a procurar novos caminhos para ensinar. Nesse processo que invoca por mudanças, algumas ações podem ajudar; entre elas, o estabelecimento de relações pedagógicas cooperativas. Vamos destacar alguns, entre muitos, caminhos possíveis para o desenvolvimento nessa direção, mostrando o que é fundamental para que se estabeleça uma rede de cooperação que dê suporte às mudanças necessárias:

- Encontrar interlocutores na escola, com os quais possa refletir sobre suas práticas pedagógicas e neles encontrar apoio para encaminhar possíveis soluções para as dificuldades próprias do exercício docente (coordenadores e professores de componentes curriculares, por exemplo).
- Estabelecer parcerias com colegas para introduzir inovações em seu trabalho. Por exemplo, um professor que nunca realizou atividades interdisciplinares poderá pedir a outro especialista, em aspectos nos quais não se sente seguro, que o oriente quanto às referências (livros, sites etc.) e formas de auxiliar os estudantes ou poderá sugerir que participem conjuntamente do trabalho. Vale o mesmo para saídas da escola em estudos de campo, uso de recursos de informática e até mesmo o trabalho com dinâmicas que impliquem a participação ativa dos estudantes.
- Usar as ferramentas tecnológicas para estabelecer cooperação com profissionais de sua área ou de outras. Quer dizer, se em sua própria escola não houver tempo/espço para o estabelecimento de cooperações semelhantes às mencionadas anteriormente, via fóruns de discussão, chats, e-mails, redes sociais (grupos de professores), por exemplo, é possível encontrar esses apoios. Isso se torna

especialmente importante para professores que se iniciam na profissão e que, muitas vezes, têm bom domínio das ferramentas tecnológicas, mas se sentem inseguros para realizar um trabalho que exija conhecimentos em torno dos quais têm pouca formação; na parceria com outros colegas mais experientes, mas talvez despreparados para lidar com as tecnologias, ambos terão muito a aprender.

- Empenhar-se para que recursos tecnológicos sejam incorporados ao seu dia a dia na busca de informações relevantes para seu próprio crescimento pessoal e profissional. A ampliação do conhecimento por meio da aprendizagem constante representa uma forma de “apoio interno” na medida em que alarga os próprios horizontes pessoais, permitindo que o professor vislumbre assuntos e caminhos que tornem suas aulas mais criativas e interessantes, contribuindo para despertar nos estudantes um processo semelhante, e que compreenda a existência de pontos de contato da Biologia, da Física e da Química entre si e com outros componentes curriculares.
- Usar a internet para participar de redes de trocas de informação e apoio com escolas e professores que têm conseguido mudar o foco de suas ações profissionais; é possível localizar experiências na rede pública de todo o país, algumas bastante inovadoras (mudando o foco do professor que “ensina” para estudantes que atuam individualmente e em grupo, aprendendo sob a coordenação do professor).

Vale ressaltar que tudo o que está disponibilizado na internet deve passar por uma avaliação crítica por parte do professor, antes que qualquer postura seja adotada. Por exemplo, há redes de professores nas quais são disponibilizados inúmeros vídeos de músicas e de aulas em que o único objetivo é que os estudantes decorem fórmulas, definições e regras. Por isso, é fundamental que o professor avalie cada sugestão mediante os objetivos de ensino a que se propõe desenvolver com os estudantes.

Essas são algumas sugestões, mas, nesse percurso, mantendo-se atento, o professor poderá descobrir outras formas de construção de redes de apoio para alavancar as necessárias mudanças em suas concepções de ensino e aprendizagem. Quanto mais elas avançarem por toda a instituição escolar, melhores serão os resultados obtidos, o que será motivo de satisfação a todos os professores comprometidos em enfrentar os desafios contemporâneos de nossa sociedade.

Trabalho em grupo: como e quando fazer

O trabalho em grupo é um recurso pedagógico importante porque pode auxiliar tanto no desenvolvimento das competências gerais, específicas, habilidades e atitudes quanto na promoção do protagonismo e das culturas juvenis. Contribui no sentido de potencializar as interações entre os estudantes que compõem o grupo, fomentando a comunicação e a aprendizagem cooperativa/colaborativa. As *Atividades práticas* e as questões propostas na seção *Comunicando ideias* podem ser utilizadas como sugestões para o trabalho em grupo.

Para a organização dos grupos é essencial considerar a quantidade de estudantes em sala de aula e o tempo disponível para realizar a atividade de ensino. Sugerir temas aos estudantes para que desenvolvam as tarefas em grupo pode estimular o uso de tecnologias digitais, além de possibilitar o exercício da empatia, da negociação e do diálogo na resolução dos conflitos.

Diante disso, a estratégia de aprendizagem que considera tal organização não pode e não deve ser banalizada, mas utilizada em situações-chave, pois é necessário que se invistam tempo e energia para sua realização. Caberá ao professor acompanhar os estudantes para que se desenvolvam uma atividade decorrente de uma construção coletiva, possibilitando que avancem com igualdade de oportunidade e juntos na aprendizagem instrumental dos conteúdos, auxiliando uns aos outros por meio do diálogo.

Os estudantes podem ser convidados a desenvolver o tema escolhido, apresentar de forma criativa utilizando diferentes linguagens. Como forma de avaliação, além da que será realizada pelo professor, é possível incluir a autoavaliação na participação do trabalho, assim como a avaliação dos demais componentes do grupo para formar a nota final.

🟢 **Estudantes de diferentes perfis: como lidar**

Ao elaborar o planejamento ou a proposta pedagógica é importante considerar que os estudantes apresentam diferenças individuais que influenciam no processo de ensino e aprendizagem. Olhar para os estudantes em sua diversidade é entender que há diferentes formas para educar e diferentes interesses no contexto de sala de aula. Por isso, as estratégias de ensino e os recursos para a aprendizagem devem ser diversificados, a fim de estimular os diferentes tipos de perfis e interesses dos estudantes. É preciso respeitar essas diferenças, flexibilizando o currículo e utilizando exemplos e problematizações de estudo que estejam relacionados a situações que façam parte de suas vivências cotidianas.

Por muito tempo, no âmbito da aprendizagem escolar, o conceito de inteligência esteve bastante em evidência. Inteligência era tradicionalmente medida pelo coeficiente intelectual (QI), em que estudantes com QI alto eram considerados inteligentes e os com QI baixo eram aqueles que sabiam menos. Entretanto, essa concepção que diferencia os estudantes em termos da inteligência instrumental nada mais é do que uma imposição de valores sociais daqueles grupos mais privilegiados. Por isso, propostas para mudanças nesse sentido têm sido elaboradas, uma vez que se tem considerado que a falta de êxito na aprendizagem pode dever-se a diferentes fatores; entre eles, a falta de participação no ambiente escolar, por exemplo. Essa não participação, em muitos casos, pode estar relacionada ao fato de as situações de ensino estarem distantes dos interesses dos estudantes.

Alguns pesquisadores têm defendido que existem diferentes tipos de inteligência e que a inteligência instrumental é apenas uma delas; portanto, um estudante pode ter baixa inteligência instrumental, porém, em razão de sua experiência com determinadas situações cotidianas, uma alta inteligência prática.

Exemplificando: um estudante que trabalha numa oficina mecânica pode ter conhecimentos sobre o funcionamento do motor do carro que, por sua vez, pode auxiliar o engenheiro mecânico no entendimento de uma falha no processo de produção desse produto ou em outra situação. Ou seja, o conhecimento do estudante que trabalha na oficina é um conhecimento de prática, diferente do conhecimento instrumental sobre os con-

teúdos de mecânica; entretanto, são conhecimentos válidos e complementares; por isso não podemos dizer que um é mais inteligente que o outro, são inteligências diferentes e cada uma tem sua importância na sociedade. Percebemos com isso que “a relação inteligência e experiência, e inteligência e contexto sociocultural apresentam-se inter-relacionadas” (BRAZ, 2016, p. 69), por isso podemos dizer em termos de inteligência cultural, que engloba as inteligências instrumental, prática e comunicativa.

Em síntese, as experiências e os conhecimentos advindos da vivência cotidiana integram a inteligência prática, enquanto a inteligência instrumental refere-se à aprendizagem escolar. A inteligência comunicativa, por sua vez, auxilia na resolução de situações que as demais não possibilitam (AUBERT *et al.*, 2008). Pensando dessa mesma forma, Braz (2016, p. 69) afirma que “é importante ressaltar que todas essas inteligências devem ser tratadas em um plano de igualdade, em que nenhuma inteligência é posta como mais importante que a outra em um processo comunicativo”, entendendo o processo de ensino e aprendizagem como um processo comunicativo. Cabe dizer que aquilo que “uma pessoa de um determinado grupo social necessita saber pode ser diferente do que o contexto lhe exige; assim, todas as pessoas são inteligentes em seu contexto e são capazes de aprender novas habilidades que são necessárias no novo contexto apresentado” (BRAZ, 2016, p. 69). Nesse sentido, aos professores é sugerido que considerem em seus planejamentos das práticas pedagógicas a necessidade de articular os três tipos de inteligência visando potencializar o processo de ensino e aprendizagem e a igualdade entre os estudantes, ainda que apresentem perfis e interesses distintos.

Trabalhando temáticas de direitos humanos, inclusão e respeito ao longo do ano

Um dos desafios contemporâneos da escola é garantir o direito de todos à educação. Para garantir o desenvolvimento de seus estudantes nas dimensões individual e social, como cidadãos conscientes de seus direitos e deveres, é primordial que se invista na inclusão social fundamentada nos valores de liberdade, justiça, pluralidade, solidariedade e sustentabilidade.

Uma educação que tenha a finalidade de promover a mudança e a transformação social precisa estar fundamentada em princípios como dignidade humana; promoção de diálogos interculturais; igualdade de direitos sem distinção de crenças, nacionalidades, orientação sexual ou local de moradia; reconhecimento e valorização das diferenças e diversidades; democratização da educação, garantia da participação de todos no processo educativo; transversalidade, vivência e globalidade. Ao professor caberá promover trabalhos por meio do diálogo, do respeito, numa vertente que considera aspectos interdisciplinares e sustentabilidade socioambiental e estimula o respeito ao espaço público e coletivo.

Como se trata de construção de valores éticos, é fundamental que todos esses temas sejam trabalhados de forma vivencial, adotando-se instrumentos e estratégias metodológicas que promovam a construção prática desses valores, envolvendo não só o ambiente escolar, como também a comunidade e extrapolando para o mercado de trabalho onde, futuramente, os estudantes estarão inseridos.

Nesse contexto de respeito e exercício dos valores, é preciso um olhar atento para o *bullying*, um conjunto de atitudes agressivas verbais ou físicas, intencionais e repetitivas que envolvem uma pessoa ou grupo e têm a intenção de intimidar, causar dor ou angústia em um indivíduo. O *bullying* pode ocorrer em qualquer contexto social e não é um fenômeno recente, mas cresceu com a influência dos meios eletrônicos, como a internet, onde os apelidos pejorativos e as brincadeiras ofensivas ganharam proporções muito maiores. Envolve geralmente três grupos de sujeitos: os alvos, os autores e as testemunhas.

O *bullying* é classificado como direto, quando as vítimas são atacadas diretamente, ou indireto, quando estão ausentes. São considerados *bullying* direto os apelidos, agressões físicas, ameaças, roubos, ofensas verbais ou expressões e gestos que geram mal-estar aos alvos. São atos utilizados com uma frequência quatro vezes maior entre os meninos. O *bullying* indireto compreende atitudes de indiferença, isolamento, difamação e negação aos desejos, sendo mais adotados pelas meninas. [...]

Considera-se alvo o aluno exposto, de forma repetida e durante algum tempo, às ações negativas perpetradas por um ou mais alunos. [...] Em geral, não dispõe de recursos, *status* ou habilidade para reagir ou cessar o *bullying*. Geralmente, é pouco sociável, inseguro e desesperançado quanto à possibilidade de adequação ao grupo. Sua baixa autoestima é agravada por críticas dos adultos sobre a sua vida ou comportamento, dificultando a possibilidade de ajuda. Tem poucos amigos, é passivo, retraído, infeliz e sofre com a vergonha, medo, depressão e ansiedade. Sua autoestima pode estar tão comprometida que acredita ser merecedor dos maus-tratos sofridos. [...]

O autor de *bullying* é tipicamente popular; tende a envolver-se em uma variedade de comportamentos antissociais; pode mostrar-se agressivo inclusive com os adultos; é impulsivo; vê sua agressividade como qualidade; tem opiniões positivas sobre si mesmo; é geralmente mais forte que seu alvo; sente prazer e satisfação em dominar, controlar e causar danos e sofrimentos a outros. Além disso, pode existir um componente benefício em sua conduta, como ganhos sociais e materiais. São menos satisfeitos com a escola e a família, mais propensos ao absentismo e à evasão escolar e têm uma tendência maior para apresentarem comportamentos de risco (consumir tabaco, álcool ou outras drogas, portar armas, brigar, etc.) [...]

A maioria dos alunos não se envolve diretamente em atos de *bullying* e geralmente se cala por medo de ser a próxima vítima, por não saberem como agir e por descrerem nas atitudes da escola. [...]

Grande parte das testemunhas sente simpatia pelos alvos, tende a não culpá-los pelo ocorrido, condena o comportamento dos autores e deseja que os professores intervenham mais efetivamente. Cerca de 80% dos alunos não aprovam os atos de *bullying*. A forma como reagem ao *bullying* permite classificá-los como auxiliares (participam ativamente da agressão), incentivadores (incitam e estimulam o

autor), observadores (só observam ou se afastam) ou defensores (protegem o alvo ou chamam um adulto para interromper a agressão). [...]

Fonte: NETO, A. A. L. *Bullying* – comportamento agressivo entre estudantes. *Jornal de Pediatria*, Rio de Janeiro, v. 81, n. 5, p. 164-172, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/jped/v81n5s0/v81n5Sa06.pdf>>. Acesso em: maio 2020.

Projetos para redução da violência estudantil e do *bullying* devem envolver professores, estudantes, funcionários e pais e contar com ações de conscientização. É importante estabelecer normas, diretrizes coerentes e envolvendo a participação de todos:

- Criar espaços para conscientização geral e para a escuta e a fala na direção de resolução dos conflitos de forma não violenta garantindo um ambiente escolar sadio e seguro para todos, promovendo uma cultura de paz.
- Não rotular os sujeitos envolvidos no *bullying*, mas trabalhar com cada grupo de forma específica de acordo com suas necessidades.
- Olhar para cada estudante como um indivíduo, compreender o que se passa com o sujeito inserido no conflito e exercer empatia e apoio acolhendo as vítimas de *bullying*.
- Conversar sobre o tema, abrir o diálogo entre pais, estudantes e professores com o objetivo de conscientizar os agressores sobre a incorreção de seus atos.

Numa perspectiva mais geral, focalizar a escola inteira e não apenas os envolvidos diretamente no *bullying*, como os agressores ou as vítimas, é mais coerente ao se considerar a escola um sistema dinâmico. Por isso, o *bullying* nesta concepção torna-se um problema sistêmico, “abrangendo alunos, professores, pais, a escola e a comunidade como um todo”. A intervenção, portanto, requer múltiplas estratégias que envolvem a “participação ativa do diretor da escola durante todo o processo de intervenção e uma abordagem multifacetada e compreensiva do *bullying*. Essa abordagem deve instituir medidas tais como: (1) uma política abrangente e clara para a escola combater o *bullying* nas suas mais diversas formas; (2) fornecimento de treinamento básico para os professores, funcionários e alunos sobre as atitudes específicas a serem tomadas quando da ocorrência de episódios de *bullying*; (3) educação e envolvimento dos pais para que possam compreender o problema, reconhecer os sinais e intervir adequadamente; (4) adaptação de estratégias específicas para lidar com os agressores e com as vítimas, envolvendo a inclusão dos pais; (5) encorajamento dos alunos para denunciarem colegas agressores para apoiarem colegas vítimas de *bullying*; (6) utilização de medidas que aumentem a supervisão pelos adultos, que podem incluir a presença física mais constante por parte de um adulto ou através de monitorização por equipamentos eletrônicos; (7) realização de estudos pré e pós-intervenção visando confirmar o impacto que as estratégias anti-*bullying* tiveram na escola”.

Fonte: ISOLAN, L. *Bullying* escolar na infância e na adolescência. *Revista Brasileira de Psicoterapia*, v. 16, n. 1, p. 68-84, 2014.

As TDICs e a educação

O surgimento da Sociedade da Informação trouxe a substituição da mão de obra por máquinas e robôs, ficando as pessoas em cargos de gestão de informações. Essa nova sociedade favoreceu o desenvolvimento das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) e causou alterações na velocidade com que essas tecnologias evoluíram e as informações foram disponibilizadas pelos meios de comunicação (CASTELLS, 2016).

Esse novo cenário expõe os estudantes a uma grande quantidade de informações, aplicações e objetos didáticos, uma vez que as TDICs possibilitam, com o uso de imagens, símbolos, notações, áudios e vídeos, formular determinadas informações e transmiti-las. O que se percebe é que, cada vez mais, os jovens passam a ter acesso às informações, estão mais conectados e compartilham experiências. Claro que não podemos desconsiderar que o acesso não é uma realidade para todos os estudantes.

Embora muitos de nós, professores, estejamos ainda pouco acostumados a fazer uso das TDICs no contexto escolar, os estudantes têm mostrado interesse pelos seus usos, mesmo aqueles que ainda têm pouco acesso. A possibilidade de pesquisar, de organizar registros, de simular o mundo invisível de moléculas e átomos, por meio do uso de aplicativos, simulações, jogos digitais ou realidade aumentada, tem mostrado resultados satisfatórios para a aprendizagem, trazendo à sala de aula inovação, participação e interação.

É fundamental que o uso das TDIC seja bem planejado e orientado pelo professor, para que se torne um recurso eficiente e os objetivos pretendidos sejam atingidos: que os estudantes sejam capazes de selecionar informações, analisar vídeos, imagens, textos, usar simulações para auxiliar na compreensão de conceitos, compartilhar ideias, entre tantos outros.

Um dos maiores desafios que o professor enfrenta é o de incorporar as TDIC em sua prática, o que, sem dúvida, exige uma mudança cultural sobre o papel do professor e da escola. Isso pressupõe a valorização da atribuição do professor como orientador das atividades que podem ser feitas com o uso de uma tecnologia, instruindo e supervisionando o processo dos estudantes. Ao mesmo tempo, estudantes e comunidade devem entender que o professor não é o “detentor” do conhecimento, mas um orientador experiente que conhece mais a respeito do que ensina do que seus estudantes, embora tenha sempre muito a aprender. Assim, é essencial refletir sobre o papel da escola, fundamental no sentido de viabilizar ou impedir que a inovação, expressa por uma nova forma de ensinar, facilitada com o uso das TDIC, incorpore-se à cultura escolar.

Segundo Valente (2003), a verdadeira função do aparato tecnológico não deve ser o ensino propriamente dito, mas sim a de criar condições de aprendizagem ativa. Dessa forma, o professor não deve se restringir a um mero repassador de informação, e sim ser o facilitador no processo de aprendizagem dos estudantes. Essa nova maneira de pensar o ensino nos propõe a refletir que, se antes o pensamento lógico-matemático era central para a resolução de problemas, novas habilidades passaram a ser exigidas na contemporaneidade, sendo marcadas por imaginação, criatividade e inovação.

Por isso, à prática docente é demandada uma reconfiguração que atenda às necessidades sociais de informação

e conhecimento. Um novo desafio que se configura por um contexto social, econômico e cultural, sustentado pelas tecnologias de informação e de comunicação, apresenta-se ao professor. Nesse sentido, os estudantes não devem ser colocados como consumidores de tecnologia, mas como produtores de dispositivos e saberes tecnológicos para construir respostas aos problemas. Para que essa mudança de paradigma se torne uma possibilidade, deve-se desenvolver nos estudantes o pensamento computacional.

Mesmo que o professor esteja pouco familiarizado com o uso dos recursos tecnológicos, poderá começar por fazê-lo em algumas poucas atividades sempre que possível, para ganhar confiança nesse uso. Para isso, vale recorrer ao trabalho compartilhado com colegas de outras áreas, com alguma experiência na utilização pedagógica das TDIC. O emprego de simulações, por exemplo, é particularmente instigante para os estudantes, pois permite a realização de atividades interativas, propiciando, se bem utilizado, o avanço em relação à aprendizagem.

O pensamento computacional

O termo **pensamento computacional** apareceu na literatura pela primeira vez em 2006, em um artigo de Jeannete Wing, sendo definido como um conjunto de habilidades relacionadas ao desenvolvimento de soluções computacionais para problemas do mundo real. Wing afirma, inclusive, que se deveria ensinar essas habilidades assim como se ensina as crianças a ler, escrever e calcular.

O pensamento computacional não deve ser confundido com o uso eficiente de aplicações de escritório, como editores de texto, *software* de planilha eletrônica ou navegadores da internet, mas sim compreendido como um conjunto de habilidades para expandir as capacidades humanas com o uso dos computadores. Em consonância com a visão de Wing, em 2008, Paulo Blikstein já ilustrava a importância desse tipo de pensamento em seu texto *O pensamento computacional e a reinvenção do computador na educação*, no qual diz que tanto a academia quanto a indústria sofriam influência do avanço da tecnologia, desconstruindo, inclusive, os estereótipos. A ideia que se tinha de pesquisadores com aventais brancos atrás de bancadas de laboratórios se transformou em pessoas sentadas à frente do computador, criando e testando modelos computacionais, realizando simulações.

Com o passar dos anos, a definição do termo pensamento computacional foi sendo refinada e aprofundada. Em 2008, Wing afirmou que esse tipo de pensamento dialoga com a Matemática – dada a maneira como se aborda uma situação-problema para resolvê-la –, com a Engenharia – devido à abordagem do *design* da solução e avaliação de um sistema grande e complexo que opera com muitas variáveis – e, também, com o pensamento científico –, pois se faz necessário entender conceitos como computabilidade, inteligência, mente e o comportamento humano. Em outras palavras, o pensamento computacional é uma maneira sistemática e eficiente de resolver problemas, produzindo, se necessário – e não obrigatoriamente – uma solução computacional.

Ao reconhecer a importância e a necessidade do pensamento computacional, o conceito foi inserido e definido na BNCC como “[...] as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos [...]”. Mais recentemente, as habilidades do pensamento computacional foram organizadas por iniciativas como a Code.org e a BBC Learning em quatro grandes pilares: abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e algoritmo, que são explicados a seguir.

- **Abstração:** o pilar da abstração diz respeito às habilidades necessárias para identificar e selecionar os dados relevantes à resolução de um problema, pois muitas vezes, no mundo real, os problemas trazem muita informação que não será utilizada ou, ainda, não trazem consigo todas as informações necessárias para resolvê-lo.
- **Reconhecimento de padrões:** quando se analisa uma situação-problema, pode-se, eventualmente, encontrar similaridades com um problema já resolvido ou regularidades dentro do próprio problema. Essa percepção permite o reaproveitamento de estratégias ou métodos de resolução, aplicando o conhecimento prévio na situação atual.
- **Decomposição:** quando um problema é demasiadamente complexo, pode-se pensar em como dividi-lo em etapas ou subproblemas de maneira que, resolvendo-se cada etapa ou cada subproblema, resolve-se o inicial.
- **Algoritmo:** um algoritmo pode ser definido como uma sequência finita de passos destinados a realizar uma tarefa ou resolver um problema. Essa sequência precisa ser muito clara e organizada para que uma pessoa possa reproduzi-lo ou, eventualmente, representá-lo em linguagem de programação executável por um computador.

Nesta coleção, o pensamento computacional é contemplado conforme os pilares que o compõem. O desenvolvimento de cada pilar pode ser verificado em diversas atividades. No **Suplemento do Professor**, indicaremos alguns destaques em que o desenvolvimento dos pilares desse raciocínio é mais favorecido. Vale salientar que nem sempre os quatro pilares são utilizados, pois, por exemplo, um problema pode ser simples o suficiente para não precisar ser decomposto ou não será necessária a criação de um algoritmo.

Ao assumir o compromisso de desenvolver o pensamento computacional, é preciso deixar claro que isso exige outra forma de pensar por parte dos professores. Essa nova forma de pensar possibilita aos estudantes proceder à resolução de problemas em decorrência do desenvolvimento da capacidade de descrever e explicar situações que são consideradas complexas.

Planejamento de aula

O planejamento é uma ferramenta que subsidia a prática pedagógica do professor porque permite uma organização metodológica do conteúdo que será trabalhado em sala de aula com os estudantes, assim torna-se uma necessidade para o desenvolvimento das competências e habilidades, uma vez que, no planejamento, são registrados os meios pelos quais ocorrerá o processo de ensino. Entretanto, podemos considerar que o ato de planejar é algo complexo no trabalho do professor por vários motivos; entre eles, as dificuldades decorrentes da ausência de

uma formação teórico-metodológica adequada para compreender por que o ato de planejar é fundamental na prática docente. Ainda assim, de acordo com Libâneo (2006, p. 222), a importância do planejamento encontra-se no fato de ser “um processo de racionalização, organização e coordenação da ação docente, articulando a atividade escolar e a problemática do contexto social. A escola, os professores e os estudantes são integrantes da dinâmica das relações sociais; tudo o que acontece no meio escolar está atravessado por influências econômicas, políticas e culturais que caracterizam a sociedade de classes. Isso significa que os elementos do planejamento escolar – objetivos, conteúdos, métodos – estão recheados de implicações sociais [...]”. Por essa razão, o planejamento é uma atividade de reflexão acerca das nossas opções [...]”.

E o autor acrescenta:

O planejamento tem assim as seguintes funções:

- a) Explicar os princípios, diretrizes e procedimentos do trabalho docente que assegurem a articulação entre as tarefas da escola e as exigências do contexto social e do processo de participação democrática.
- b) Expressar os vínculos entre o posicionamento filosófico, político-pedagógico e profissional e as ações efetivas que o professor vai realizar na sala de aula, através de objetivos, conteúdos, métodos e formas organizativas de ensino.
- c) Assegurar a racionalização, organização e coordenação do trabalho docente, de modo que a previsão das ações docentes possibilite ao professor a realização de um ensino de qualidade e evite a improvisação e a rotina.
- d) Prever objetivos, conteúdos e métodos a partir de consideração das exigências postas pela realidade social, do nível de preparo e das condições socioculturais e individuais dos alunos.
- e) Assegurar a unidade e a coerência do trabalho docente, uma vez que torna possível inter-relacionar, num plano, os elementos que compõem o processo de ensino: os objetivos (para que ensinar), os conteúdos (o que ensinar), os alunos e suas possibilidades (a quem ensinar), os métodos e técnicas (como ensinar) e avaliação que intimamente relacionada aos demais.
- f) Atualizar os conteúdos do plano sempre que for preciso, aperfeiçoando-o em relação aos progressos feitos no campo dos conhecimentos, adequando-os às condições de aprendizagens dos alunos, aos métodos, técnicas e recursos de ensino que vão sendo incorporados nas experiências do cotidiano.
- g) Facilitar a preparação das aulas: selecionar o material didático em tempo hábil, saber que tarefas professor e alunos devem executar. Replanejar o trabalho frente a novas situações que aparecem no decorrer das aulas.

Fonte: LIBÂNEO, J. C. *Didática*. São Paulo: Cortez, 2006. (Coleção magistério 2º grau. Série formação do professor).

O ato de planejar requer que alguns aspectos estejam claros para o professor, podemos citar como exemplo o fato de o professor conhecer a realidade daquilo que deseja implementar no seu planejamento e que compreenda as necessidades dos estudantes que carecem ser trabalhadas, para que possa realizar intervenções que promovam a superação dessas limitações. A sequência de ensino, objetividade, coerência e flexibilidade tornam os planos efetivos instrumentos para a ação docente.

Com as atuais mudanças propostas pela BNCC, o planejamento é imprescindível para que o ensino esteja alinhado com as competências a serem desenvolvidas nos estudantes ao longo da Educação Básica para sua formação cidadã. No planejamento individual, o professor deve ainda levar em conta as competências específicas da área de conhecimento e as habilidades a serem desenvolvidas. Ao definir o objetivo a ser alcançado na aula em questão, é importante ter flexibilidade para atender a situações imprevistas ou prever possíveis adaptações ou variações para assistir estudantes com maiores dificuldades no processo de aprendizagem. Para auxiliar o professor na elaboração do planejamento, estão indicadas, na obra, as habilidades trabalhadas em cada capítulo.

O planejamento escolar é uma tarefa docente que inclui tanto a previsão das atividades em termos de organização e coordenação em face dos objetivos propostos, quanto a sua revisão e adequação no decorrer do processo de ensino. O planejamento é um meio para programar as ações docentes, mas é também um momento de pesquisa e reflexão intimamente ligado à avaliação. Há três modalidades de planejamento articulados entre si, o plano da escola, o plano de ensino e o plano das aulas, os quais devem dialogar para desenvolver o perfil do estudante previsto no projeto político-pedagógico da escola.

Cronogramas

Ao elaborar seu projeto pedagógico – o plano de ensino que determina as competências, as habilidades e as estratégias que serão desenvolvidas ao longo de um curso –, cada escola e cada professor têm diferentes preferências e se defrontam com diferentes realidades. A inclusão de um livro didático nesse projeto não implica o compromisso de esgotar completamente seu conteúdo nem de seguir rigorosamente sua sequência de assuntos. Esta obra está organizada em volumes que se subdividem em capítulos. Isso não impede, entretanto, que determinados temas sejam abordados mais resumidamente, ou mesmo postergados, para um eventual tratamento em outro momento. Cabe ao professor selecionar o que julga mais relevante para o projeto pedagógico de sua escola.

Pensando em uma maneira de auxiliar no trabalho do professor em sala de aula, apresentamos algumas sugestões de organização do cronograma: bimestralmente, trimestralmente e semestralmente.

Para fins práticos, numeramos genericamente os volumes de 1 a 6, mas a sequência de volumes deve ser escolhida em comum acordo com os professores da área, alinhada com o projeto pedagógico da escola, o currículo de seu estado e as características de seus estudantes. Portanto, a adoção desse encadeamento entre os volumes não é obrigatória, pois cada volume é autocontido.

Organização bimestral

Essa organização considera a formação geral básica nos seis primeiros bimestres do Ensino Fundamental, abrangendo o 1º ano completo e o primeiro semestre do 2º ano. Nela, cada um dos seis volumes da coleção seria trabalhado bimestralmente. A segunda metade do curso seria destinada exclusivamente à realização dos itinerários formativos.

	1º ano	2º ano	3º ano
1º bimestre	Volume 1	Volume 5	Itinerários formativos
2º bimestre	Volume 2	Volume 6	Itinerários formativos
3º bimestre	Volume 3	Itinerários formativos	Itinerários formativos
4º bimestre	Volume 4	Itinerários formativos	Itinerários formativos

Organização trimestral

A organização trimestral considera a formação geral básica no 1º e no 2º anos do Ensino Médio, em seis trimestres. Nela, três volumes da obra seriam trabalhados por ano. O 3º ano completo seria voltado aos itinerários formativos.

	1º ano	2º ano	3º ano
1º trimestre	Volume 1	Volume 4	Itinerários formativos
2º trimestre	Volume 2	Volume 5	Itinerários formativos
3º trimestre	Volume 3	Volume 6	Itinerários formativos

Organização semestral ou anual

A formação geral básica e a realização dos itinerários formativos ocorreriam ao longo dos três anos dedicados ao Ensino Médio, sendo que o conteúdo de cada volume seria trabalhado ao longo de um semestre.

	1º ano	2º ano	3º ano
1º semestre	Volume 1	Volume 3	Volume 5
2º semestre	Volume 2	Volume 4	Volume 6

Essa organização considera que o regime de tempo integral ainda não será uma realidade em todas as instituições de ensino. Assim, a simultaneidade da formação geral básica e dos itinerários formativos poderá acarretar uma redução no tempo disponível para o trabalho de Ciências da Natureza, justificando o uso de um volume ao longo de um semestre.

Avaliação

No processo de avaliação escolar, devem-se considerar o planejamento, a rotina, as estratégias, os registros, as escolhas teóricas e os limites temporais. É importante perceber o retorno das suas ações educativas, levando em conta seus acertos, suas dificuldades e sua relação com os estudantes e com a instituição.

Assim, a avaliação assume também um caráter reflexivo, orientado por algumas questões:

- O que avaliar?
- Para que avaliar?
- Como avaliar?
- Que critérios serão adotados para avaliar?
- Quais podem ter sido as principais causas do sucesso ou fracasso das estratégias e dos recursos adotados?
- Como registrar os resultados da avaliação?

Avaliar no contexto educativo pressupõe momentos que possibilitam que os professores se tornem conscientes de seus atos e percebam os efeitos do ensino, proporcionando que reflitam, repensem e replanejem os caminhos, os objetivos almejados e as formas utilizadas para se chegar aonde se deseja.

Os resultados desse processo levarão o professor a tomar decisões em relação à próxima sequência de atividades. A avaliação não deve ser considerada apenas uma forma de medir e valorar os resultados, mas um ponto de partida para novas aprendizagens e para ultrapassar os obstáculos que impedem o êxito. Por isso deve estar centrada tanto no processo quanto no produto.

Quando o professor decide por realizar uma avaliação, é importante deixar claro para os estudantes quais serão os critérios a serem utilizados para valorar as respostas. Além disso, também é importante esclarecer quais objetivos e competências são desejados: quais conhecimentos? Quais atitudes? Quais valores? Mediante os resultados da avaliação, o professor terá condições para analisar os motivos pelos quais os objetivos e as competências não foram atingidos e propor soluções para que as dificuldades possam ser superadas. Para que a avaliação cumpra esse caráter formativo, é imprescindível articulá-la às competências e habilidades pelas quais se orienta o processo de ensino e aprendizagem.

De acordo com Zabala (1998, p. 197), a avaliação nos convida a responder a alguns questionamentos, como: “avaliação serve para medir o grau de conhecimento do discente? Serve para medir o processo de ensino/aprendizagem? Quem se avalia? O que se avalia?”. A avaliação escolar é entendida aqui como um dos momentos de construção do conhecimento, sendo realizada de forma processual e pontual: ao longo de um período (no início, como diagnóstico, no meio e no final), em determinados intervalos (a curto, médio e longo prazos) e no decorrer do processo educativo. A avaliação pode ser aplicada em diferentes momentos do ensino:

- **Avaliação inicial** – sua finalidade é conhecer as necessidades dos estudantes e planejar o ensino com base naquilo que eles já sabem, tendo em vista seus conhecimentos prévios. Em boa parte, essa avaliação pode ser feita por meio da participação oral ou escrita dos estudantes às questões que constam nas seções *Para começo de conversa*, no início de cada capítulo.
- **Avaliação ao longo do processo** – permite detectar obstáculos que os estudantes encontram durante o processo e serve para reorientar o trabalho. Além disso, também tem a função de mostrar sobre a eficácia do método de ensino. Avaliação significa reflexão. E partindo do pressuposto de que nos dá

informações sobre o processo não pode ser aplicada apenas no final do processo, e sim desde o princípio e ao longo deste. No início ou final das aulas, podem ser feitas pequenas avaliações com base em discussões realizadas, em tarefas de casa, observação de trabalhos realizados em aula, perguntas orais de caráter coletivo, perguntas individuais, comentários de imagens ou diagramas, solução de problemas ou questões da vida cotidiana, entre outras. Tais avaliações também possibilitam uma melhor percepção sobre quais aspectos devem ser retomados no ensino, quais conteúdos e habilidades convém privilegiar e quais assuntos podem ser aprofundados.

- **Avaliação ao final do processo** – permite identificar os conhecimentos adquiridos e determinar a qualidade do processo de ensino. A avaliação global, no final de um processo, previsto para um período de tempo, possibilita avaliar se o todo planejado foi alcançado.

Ao se falar em autoavaliação, podemos nos perguntar em que consiste esse processo e como proceder para efetivá-lo. Ao considerar que a autoavaliação é uma estratégia para que o próprio estudante possa valorar seu rendimento em termos de aprendizagem, a efetivação desse processo requer a participação do professor para que essa valoração seja a mais precisa possível.

Algumas das possibilidades para o professor seria pedir aos estudantes que registrem por escrito seus avanços, questioná-los sobre seus conhecimentos e estimular com isso a percepção de suas dificuldades para que possam planejar maneiras de avançar no conhecimento dos conteúdos necessários, organizar discussões em sala de aula esclarecendo as finalidades e os critérios importantes para a autoavaliação, realizar avaliações conjuntas até que os estudantes tenham condições de se avaliarem, oportunizar momentos em que eles possam se autoavaliar, construir uma atmosfera que favoreça a autoavaliação e torná-la uma experiência satisfatória.

O exercício da autoavaliação favorece o desenvolvimento da autonomia, pois ao vivenciar esse processo os estudantes podem, progressivamente, tornar-se mais responsáveis pela própria vida, até que fiquem independentes para avaliar sua condição em termos do rendimento escolar e sejam capazes de tomar suas próprias decisões. É fundamental que os estudantes tomem consciência de suas limitações e tenham condições de buscar por maneiras para superá-las, para que cada vez mais desenvolva suas capacidades e competências. O desenvolvimento da capacidade de autorregulação é essencial tanto ao processo de aprendizagem quanto à vida adulta.

Em linhas gerais, a avaliação resulta em indicadores da prática educativa, ou pode ser resultado de indicadores levantados previamente, que consideram o uso de instrumentos que auxiliam na reflexão. O professor pode elencar múltiplas habilidades passíveis de avaliação e verificar se os estudantes estão aptos a:

- identificar os objetos de estudo da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia, Física ou Química) e suas categorias de análise;
- caracterizar os principais conceitos da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia, Física ou Química) a serem desenvolvidos no Ensino Médio;

- estabelecer relações entre os conhecimentos científicos trabalhados no contexto escolar, tomando posição questionadora e crítica e exercendo a cidadania;
- estabelecer relações entre as informações apresentadas e os conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir uma argumentação consistente.

Espera-se que os professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio auxiliem os estudantes nesse processo de aprender e internalizar uma postura questionadora, crítica e permanentemente aberta às mudanças culturais, científicas e tecnológicas. Em concordância com Franco e Pimenta (2016, p. 543), “acreditamos que o ensino é uma atividade multidimensional em todas as esferas disciplinares. Empregamos esse termo [...], para reafirmar nossa convicção de que o ensino, de qualquer disciplina do saber, requer uma dinâmica de convergência nos atos e nas formas de ensinar. Requer fundamentos pedagógicos essenciais, pois é fenômeno complexo realizado entre os sujeitos professores e estudantes, situados em contextos, imbricado nas condições históricas e mediado por múltiplas determinações”.

Esse modo de fazer está presente no Livro do Estudante. Na abertura de cada capítulo, a apresentação temática contempla questões e convida os estudantes a argumentar e a posicionar-se criticamente diante da situação de estudos. Nas propostas *Interligações*, *Comunicando ideias* e em algumas atividades, são estimulados o debate, a síntese, a pesquisa e a articulação dos conhecimentos específicos com sua aplicabilidade.

Tipos de avaliação e avaliações para diferentes perfis

A avaliação se diferencia em função da temporalidade e em função de sua natureza. Em relação à temporalidade, temos três momentos de avaliação: inicial ou diagnóstico, durante o processo e global. No primeiro caso, haverá o diagnóstico em relação aos conhecimentos aprendidos anteriormente, as lacunas e as dificuldades conceituais. Para isso, os instrumentos de coleta dessas informações vão exigir os saberes em relação ao rendimento individual de cada estudante; o diagnóstico em relação às suas atitudes e estratégias para que possamos conhecer as possibilidades dos estudantes para aprender novas informações e sua aplicação. Nesse caso, a sugestão seria o uso de ferramentas (provas, testes ou exercícios) práticos que pudessem indicar, por exemplo, o domínio dos estudantes sobre a forma de processar as informações correlacionado à maneira que aprendem. A avaliação contínua por sua vez coloca os estudantes em um processo valorativo contínuo e progressivo para que o professor acompanhe a aprendizagem, bem como a existência de lacunas e dificuldades que carecem de replanejamento do ensino. O que pode favorecer esse tipo de avaliação é a implementação de estratégias de ensino em que os estudantes se tornam ativos e participativos. Em contrapartida, prejuízos podem ocorrer se as aulas forem expositivas e houver desconhecimento por parte do professor das técnicas de observação. Como forma de exemplificar possíveis formas de avaliar, podemos sugerir que se estimule os estudantes a participar de debates, trabalhos em equipe, entre outras. Por fim, a avaliação global está relacionada ao fato de ponderar se os estudantes, naquele período determinado, alcançaram o rendimento previsto. Considera-se satisfatório aquele que atingiu o mínimo exigido.

Em função da natureza específica, a avaliação pode ser somativa, formativa, personalizada ou referir-se a norma, a critério.

Avaliação referente a norma

A relatividade das medidas no âmbito educacional é clara, tanto se considerarmos que não existe um “zero” absoluto, como a diversidade de regras de medição, para dar alguns exemplos. Por tudo isso, a valoração das pontuações não se realiza em função dos padrões absolutos, mas relativos, mediante a criação de grupos que sirvam de norma para avaliar os integrantes desse grupo. Estes grupos normativos são constituídos pela seleção de sujeitos que representam o grupo total, quer dizer, constituem uma amostra representativa de todo o grupo.

Avaliação referente a critério

Um critério é um padrão de conduta delimitado e preciso, que descreve com clareza o domínio desta conduta por parte do sujeito.

Avaliação somativa

Refere-se a avaliação global de um conteúdo extenso de uma matéria, equivalente a avaliações trimestrais ou finais. Identifica-se, pois, com a avaliação de resultados ou produtos alcançados (conhecimentos, estratégias e valores...).

Avaliação formativa

Identifica-se com a avaliação contínua e dirige-se a avaliar fundamentalmente os processos, através dos quais vai se integrando ao aluno os conteúdos a aprender ao longo de um determinado período de tempo, corrigindo-se as possíveis falhas que podem ocorrer de modo imediato, evitando assim que se produzam lacunas.

Avaliação personalizada

As avaliações “normativa” e “criterial” são insuficientes para avaliar a pessoa em todas as suas dimensões, características e circunstâncias: faz-se necessário uma avaliação personalizada, que considera, sobretudo, a satisfatoriedade e a insatisfatoriedade do rendimento pessoal, e não somente sua suficiência ou insuficiência. Trata-se, pois, de que cada aluno executar de acordo com suas possibilidades. Faz-se, pois, necessário estabelecer o nível que se considera razoável para cada estudante em função de suas capacidades e outras variáveis que influenciam as conquistas, para exigir-lhe em função do mesmo (diagnóstico). Contribui para isso estabelecendo, em cada disciplina, os objetivos competências mínimos ou fundamentais, obrigatórios e outros de caráter optativo ou de aprofundamento, de forma que se exija a cada aluno aquilo que corresponde a suas aptidões reais, como declarado em várias ocasiões.

Fonte: CARRASCO, J. B. *Enseñar hoy*: didáctica básica para profesores. Madrid: Editorial Síntesis, 2011.

Organização da obra

A coleção é uma obra didática de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, organizada em seis volumes, dedicados ao estudo interdisciplinar dos conteúdos de Biologia, Física e Química dos três anos do Ensino Médio.

Cada um dos volumes é composto de seis capítulos que apresentam de forma interdisciplinar os conteúdos relacionados ao tema principal da obra. Os capítulos desenvolvem temas que estabelecem conexões entre conceitos próprios das Ciências da Natureza e suas Tecnologias e deles com diferentes áreas do conhecimento, inserindo aspectos teó-

ricos e sociais que se interligam pelos temas com o auxílio de seções e atividades cujas abordagens e objetivos são específicos e diferenciados. Assim, a relação entre as diferentes áreas do conhecimento, além das científicas, soma-se à contextualização sociocultural que permite ao estudante de Ensino Médio relacionar os aspectos do conhecimento científico, desenvolver habilidades argumentativas e buscar possíveis soluções (ou compreender as que são sugeridas) para as questões que se colocam pelos saberes e fazeres cotidianos.

Estruturação de cada volume



Para começo de conversa

É a abertura de cada capítulo, sendo composta de imagens e texto que se relacionam com os conhecimentos específicos que serão estudados ao longo do capítulo. Nesta seção, também são apresentadas questões que instigam os estudantes, privilegiando, sempre que possível, os conhecimentos prévios dos estudantes e a formulação de hipóteses.

Ponto de partida

A abertura de cada um dos volumes busca instigar os estudantes e, para isso, aborda temáticas que serão desenvolvidas ao longo do volume.

Caixa de ferramentas

Tem o objetivo de dar um suporte ao texto, trazendo explicações de alguns termos menos acessíveis ou conceitos essenciais para a compreensão do conteúdo abordado, fórmulas e recursos gerais.

Matéria	Densidade (g/cm³)
Alumínio	2,70
Água	1,00
Ar	0,0012
Carvão	1,30
Chumbo	11,34
Enxofre	2,07
Ferro	7,87
Mercurário	13,60
Plástico	1,20
Prata	10,49
Quartzo	2,65
Sódio	0,97
Titânio	4,51
Urânio	19,05
Vidro	2,50
Zinco	7,14

Interligações

Nesta seção, são trabalhados aspectos que relacionam o conteúdo abordado no capítulo e outras áreas do conhecimento e situações do cotidiano.

Em muitos casos, o próprio tema e as questões sugeridas permitem propostas interdisciplinares.

1. A energia elétrica é produzida em usinas hidrelétricas, que aproveitam a força motriz da água em movimento. No Brasil, a energia elétrica é produzida em usinas hidrelétricas, que aproveitam a força motriz da água em movimento. No Brasil, a energia elétrica é produzida em usinas hidrelétricas, que aproveitam a força motriz da água em movimento.

Atividades

Esta seção aparece ao longo do capítulo e traz uma sequência de atividades que podem ser de aplicação direta de conceitos ou questões abertas e dissertativas.

1. A temperatura é uma grandeza física que indica o grau de agitação das partículas de um corpo. No Brasil, a temperatura é medida em graus Celsius (°C). No Brasil, a temperatura é medida em graus Celsius (°C).

ATIVIDADES PRÁTICAS

Transformações químicas e a massa dos sistemas

As reações químicas ocorrem em condições de pressão, temperatura e quantidade de reagentes. Neste experimento, vamos observar a transformação química ocorrendo em um sistema fechado e verificar se a massa dos reagentes é igual à massa dos produtos.

Material

- 2 recipientes capotados de plástico com tampa de 200 mL;
- 2 balões de borracha idênticos;
- 2 pedras;
- 2 pastilhas efervescentes;
- 1 balão;

Procedimento

1. Coloque quantidades de água equivalentes em cada recipiente (cerca de 100 mL). Insira uma pastilha efervescente no balão. Segure o balão no fundo do balão e puxe para a esquerda a tampa do balão no tempo que o recipiente estiver aberto por 10 segundos. Anote a quantidade de água desalojada. Coloque o balão e o recipiente de maneira que não haja vazamento.
2. Repita o experimento 1 invertendo os recipientes com 100 mL de água no lado esquerdo. Compare os resultados obtidos em ambas as situações.
3. Anote a massa da água desalojada em cada situação. Observe o que acontece com a água desalojada. Observe o que acontece com a água desalojada em cada situação. Observe o que acontece com a água desalojada em cada situação.

Questões de reflexão

1. Qual a massa da água desalojada em cada situação? Como isso se relaciona com a massa dos reagentes e dos produtos?

Atividade em observação

1. Qual a massa da água desalojada em cada situação? Como isso se relaciona com a massa dos reagentes e dos produtos?

Atividades práticas

A seção traz propostas de atividades práticas focadas no desenvolvimento de competências e habilidades relacionadas ao levantamento de hipóteses, à interpretação de resultados e ao planejamento de experimentos. Para isso, são apresentados procedimentos e questões que, com a mediação do professor, orientam e problematizam o trabalho.

Atenção

Indica recomendações importantes para os estudantes e professores durante o desenvolvimento de atividades práticas, como o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) ou recomendações de segurança específicas para aquela prática.



Atenção

Descarte dos resíduos:

As misturas podem ser descartadas na pia. O balão de borracha pode ser armazenado para outras atividades.

Comunicando ideias

A dependência do petróleo e a poluição originada pelo uso de seus derivados são constantemente discutidas nas diversas áreas do conhecimento, inclusive na artística. Em duplas, pesquisem obras (poemas, músicas, pinturas, grafites, histórias em quadrinhos, fotografias, entre outras expressões) que abordem esse tema. Seleccionem aquela que julgarem mais interessante e a apresentem para a turma com informações que a contextualizem (o que motivou o autor a produzir aquela obra, o que ele deseja expressar ou discutir etc.). Produzam também algum tipo de material sobre o tema e apresentem aos colegas.

Não escreva no livro.

Comunicando ideias

Nesta seção, são propostas atividades que envolvem o desenvolvimento de habilidades relacionadas à comunicação de conteúdos científicos, em suas várias formas, dirigidas a diversos públicos e em vários meios. Atividades desse cunho visam desenvolver habilidades argumentativas utilizando diferentes formas de linguagem e a empatia com o público.

Fique por dentro

Esta seção aparece sempre ao final de cada capítulo e oferece indicações complementares de sites, livros, revistas, filmes, softwares etc.

ATIVIDADES FINAIS

1. Leia um fragmento extraído de uma notícia de jornal. **É hora de aplicar cálculo no solo**

2. O Brasil precisa desenvolver um plano nacional de gestão do solo. Isso porque, segundo o relatório de 2014 do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), apenas 10% do solo brasileiro é considerado fértil. Isso significa que a maioria do solo brasileiro é improdutivo. Isso pode ser uma grande oportunidade para o Brasil desenvolver um plano nacional de gestão do solo. Isso porque, segundo o relatório de 2014 do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), apenas 10% do solo brasileiro é considerado fértil. Isso significa que a maioria do solo brasileiro é improdutivo. Isso pode ser uma grande oportunidade para o Brasil desenvolver um plano nacional de gestão do solo.

3. O Brasil precisa desenvolver um plano nacional de gestão do solo. Isso porque, segundo o relatório de 2014 do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), apenas 10% do solo brasileiro é considerado fértil. Isso significa que a maioria do solo brasileiro é improdutivo. Isso pode ser uma grande oportunidade para o Brasil desenvolver um plano nacional de gestão do solo.

Atividades finais

Esta seção aparece apenas uma vez, ao final de cada capítulo, trazendo um conjunto de atividades e problemas sobre os principais temas abordados no capítulo, com atividades de aplicação dos conceitos ou sua mobilização em novas situações, dando continuidade às atividades presentes ao longo do tópico. Também podem representar oportunidade de revisão e recuperação de conteúdos. Há atividades que exigem a busca e a interpretação de dados em texto, artigo, tabela, ilustração, entre outros portadores. Também há questões que exigem que os estudantes se posicionem em relação a uma situação controversa ou que admitem diversidade de interpretações. Apresenta também questões do Enem e de vestibulares.

Próximos passos

Neste capítulo, você teve a oportunidade de estudar uma série de conceitos importantes para as Ciências da Natureza, incluindo conhecimentos sobre combustíveis e sua relação com a energia. No próximo capítulo, você estudará algo intimamente ligado aos combustíveis: a energia e o movimento. Antes de iniciá-lo, é interessante que você retome as perguntas da seção "Para começo de conversa" e verifique se suas respostas seriam diferentes. Você acha que as respostas que haviam sido dadas precisam ser revistas ou complementadas? Entre os conceitos que estudou no capítulo, anote os que considerou mais relevantes para sua aprendizagem sobre o assunto, explicando o que você entendeu de cada um deles.

Próximos passos

Esta seção faz o fechamento do capítulo e estabelece uma conexão entre o tópico abordado e o seguinte, com a intenção de conectar os conhecimentos.

Ponto final

Esta seção recupera o tema da seção *Ponto de partida* e realiza um fechamento, que pode ser uma sequência de atividades, um projeto, uma proposta de ampliação.

Fique por dentro

Livro

LEVI, Primo. A tabela periódica. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 2001.

Nesse livro, o autor narra sua infância, o surgimento de seu interesse pela Química, seus amores, a prisão em Auschwitz, durante a Segunda Guerra Mundial, e o regresso aos laboratórios do campo de concentração após a guerra.

Filme

Carbono & Metano. Direção: Philippe Henry e Gil Ferreira. PH Multivisão Vídeo, Brasil, 2017. (50 min.)

Documentário de ficção que desenvolve a história em duas camadas. A parte de ficção é protagonizada por moléculas que ganham características humanas e discutem sobre o efeito estufa. A parte de documentário é apresentada pela repórter Joyce com depoimentos de cientistas, especialistas e professores sobre o assunto. O filme está dividido em cinco partes disponíveis em: <<https://www.youtube.com/user/PHMultivision>>. Acesso em: 16 abr. 2020.

PONTO FINAL

1. Leia o texto e responda as perguntas de energia e do movimento para a natureza e para a sociedade. **Como a energia elétrica é produzida?** A energia elétrica é produzida a partir da transformação de outras formas de energia em energia elétrica. Isso pode ser feito de várias maneiras, como a geração de energia elétrica a partir de usinas hidrelétricas, termelétricas, nucleares, eólicas, solares, etc. A energia elétrica é produzida a partir da transformação de outras formas de energia em energia elétrica. Isso pode ser feito de várias maneiras, como a geração de energia elétrica a partir de usinas hidrelétricas, termelétricas, nucleares, eólicas, solares, etc.

2. Leia o texto e responda as perguntas de energia e do movimento para a natureza e para a sociedade. **Como a energia elétrica é produzida?** A energia elétrica é produzida a partir da transformação de outras formas de energia em energia elétrica. Isso pode ser feito de várias maneiras, como a geração de energia elétrica a partir de usinas hidrelétricas, termelétricas, nucleares, eólicas, solares, etc.

3. Leia o texto e responda as perguntas de energia e do movimento para a natureza e para a sociedade. **Como a energia elétrica é produzida?** A energia elétrica é produzida a partir da transformação de outras formas de energia em energia elétrica. Isso pode ser feito de várias maneiras, como a geração de energia elétrica a partir de usinas hidrelétricas, termelétricas, nucleares, eólicas, solares, etc.

Bibliografia

AUBERT, A. et al. *Aprendizaje dialógico en la sociedad de la información*. Barcelona: Hipatia, 2008.

O livro traz uma oportunidade de renovar as bases teóricas educacionais com práticas e pressupostos para a aprendizagem dialógica.

BLIKSTEIN, P. *O pensamento computacional e a reinvenção do computador na educação*. 2008. Disponível em: <http://www.blikstein.com/paulo/documents/online/ol_pensamento_computacional.html>. Acesso em: 3 jun. 2020.

O artigo diferencia o que é o pensamento computacional do que não é e explica a importância dessa habilidade para os cidadãos do século XXI.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC/SEB, 2018.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento homologado pelo Ministério da Educação que determina as competências (gerais e específicas), as habilidades e as aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver durante cada etapa da educação básica.

BRASIL. Ministério da Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica: diversidade e inclusão*. Brasília: MEC/Secadi, 2013.

O documento reúne as novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica resultantes de debates que procuram prover os sistemas educativos em seus vários níveis (municipal, estadual e federal) de instrumento para que crianças, adolescentes, jovens e adultos que ainda não tiveram oportunidade possam se desenvolver plenamente, respeitando suas diferentes condições sociais, culturais, emocionais, físicas e étnicas.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC/SEB, 2002.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais é uma coleção de documentos que apresentam diretrizes elaboradas para orientar os educadores por meio da normatização de alguns fundamentos concernentes a cada disciplina.

BRASIL. Ministério da Educação. *Temas Contemporâneos Transversais na BNCC*. Brasília: MEC/SEB, 2019.

Documento que apresenta os Temas Contemporâneos Transversais, sua contextualização, como estão inseridos na BNCC e os pressupostos pedagógicos de sua abordagem.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em: 25 maio 2020.

Texto na íntegra da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e as bases da educação nacional.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria nº 971, de 9 de outubro de 2009. Programa *Ensino Médio Inovador*. Brasília: MEC/SEB. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=13439:ensino-medio-inovador>>. Acesso em: 25 maio 2020.

O documento apresenta o programa Ensino Médio Inovador que foi instituído pela Portaria nº 971, de 9 de outubro de 2009, no contexto da implementação das ações voltadas ao Plano de Desenvolvimento da Educação – PDE. A edição

atual do Programa está alinhada às diretrizes e metas do Plano Nacional de Educação 2014-2024 e à reforma do Ensino Médio proposta pela Medida Provisória 746/2016, bem como é regulamentada pela Resolução FNDE nº 4, de 25 de outubro de 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei nº 13.005, de 26 de junho de 2014. Plano Nacional de Educação. Brasília: MEC/SEB. Disponível em: <<http://pne.mec.gov.br/>>. Acesso em: 25 maio 2020.

O Plano Nacional de Educação (PNE) determina diretrizes, metas e estratégias para a política educacional no período de 2014 a 2024. No site podem ser encontrados links para o texto do PNE, assim como orientações para a elaboração ou adequação dos planos subnacionais, para o monitoramento e avaliação dos planos e a situação das metas dos planos.

BRASIL. Ministério da Educação. Medida Provisória nº 746, de 22 de setembro de 2016. Política de Fomento à Implementação de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília: MEC/SEB. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=48601-mp-746-ensino-medio-link-pdf&category_slug=setembro-2016-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 25 maio 2020.

Reprodução da página do *Diário Oficial da União* apresentando no texto a íntegra da Medida Provisória nº 746, de 22 de setembro de 2016, instituindo a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei nº 13.415 de 16 de fevereiro de 2017. Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília: MEC/SEB. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm>. Acesso em: 25 maio 2020.

Texto na íntegra da Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017, que altera leis anteriores e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral.

BRAZ, N. M. *Práticas dialógicas no processo de ensino e aprendizagem: limites e possibilidades apresentadas por educadores (as) de Química na Educação de Pessoas Jovens e Adultas*. 2016. 245f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2016.

Dissertação de mestrado que investiga quais são os limites e as possibilidades para a implementação de práticas dialógicas no processo de ensino e aprendizagem de Química na educação de jovens e adultos.

CARVALHO, A. D. de. Problematização e dilematização enquanto referenciais metodológicos da formação de educadores. *Revista Saber & Educar*, n. 16, 2011. Disponível em: <<http://revista.esepf.pt/index.php/sabereducar/article/view/16>>. Acesso em: 13 abr. 2021.

Artigo que explicita um conjunto de pressupostos comportamentais e de conceitos operacionais inerentes ao desenvolvimento de processos de problematização/dilematização.

CASTELLS, M. *A sociedade em rede*. 17. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2016.

O livro busca esclarecer a dinâmica econômica e social da nova era da informação com base em pesquisas feitas nos Estados Unidos, Ásia, América Latina e Europa. O autor examina os processos de globalização que marginalizavam e agora ameaçam tornar insignificantes países e povos excluídos das redes de informação.

FAZENDA, I. C. A. *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*. São Paulo: Papyrus, 2010.

O livro traz vários textos produzidos pela autora entre 1975 e 1994, apresentados em congressos, conferências e/ou publicados em revistas sobre o tema interdisciplinaridade e a discussão sobre a necessidade da superação da dicotomia ciência/existência.

FAZENDA, I. C. A. (org.). *Didática e interdisciplinaridade*. Campinas: Papyrus, 1998.

O livro reúne textos sobre as novas tendências em interdisciplinaridade. O objetivo da coletânea foi enfrentar um dos mais recentes paradoxos que a educação contempla: a longevidade das questões da didática e o ineditismo das proposições da interdisciplinaridade.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E. Uma abordagem problematizadora para o ensino de interações intermoleculares e conceitos afins. *Química Nova na Escola*, n. 29, p. 20-23, 2008.

O artigo apresenta e discute uma abordagem calcada na problematização para o estudo das interações intermoleculares e alguns conceitos relacionados. Os resultados mostraram uma importante evolução conceitual, além da possibilidade da experimentação em despertar a curiosidade epistemológica dos estudantes.

FRANCO, M. A. S.; PIMENTA, S. G. Didática multidimensional: por uma sistematização conceitual. *Educação e Sociedade*, v. 37, n. 135, p. 539-553, 2016.

O texto discute possíveis articulações entre os princípios pedagógicos da Didática e das Didáticas Específicas, com o objetivo de configurar o estatuto de uma Didática Multidimensional.

LIBÂNEO, J. C. *Didática*. São Paulo: Cortez, 2006.

O livro apresenta um estudo sistemático da didática como teoria do processo de ensino, unindo a preparação teórica e prática na formação do professor.

LUCKESI, C. C. Verificação ou avaliação: o que pratica a escola? *Série Ideias*, São Paulo, FDE, n. 8, p. 71-80, 1998. Disponível em: <http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/ideias_08_p071-080_c.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2020.

O artigo aborda a prática da aferição do aproveitamento escolar, tendo como matriz de abordagem os conceitos de verificação e avaliação, na perspectiva de, ao final, retirar proveitos para a prática docente.

MACHADO, N. J. *Educação: competência e qualidade*. São Paulo: Escrituras, 2009.

Os cinco ensaios que compõem o livro refletem sobre os temas competência e qualidade na educação, buscando elementos conceituais para fundamentar pontos de vista sobre tais questões. Os textos aqui reunidos foram apresentados, de modo independente, nos Seminários de Estudos em Epistemologia e Didática (SEED), realizados desde 1997, da Faculdade de Educação da USP.

MORI, L.; CUNHA, M. N. Problematização: possibilidades para o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 42, n. 2, p. 176-185, maio 2020. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc42_2/10-EQF-41-19.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2020.

O artigo sintetiza propostas metodológicas que indiquem maneiras diferentes de problematizar temas, conceitos e assuntos.

OLIVEIRA, C. C. G. F. et al. Análise dos temas e termos-chave da área de CTS no ensino de ciências a partir das teses e dissertações brasileiras. *Revista Indagatio Didactica*, v. 11, n. 2, p. 197-209, 2019.

O trabalho procura entender as relações entre os termos-chave utilizados nas 79 teses de doutorado e 415 dissertações de mestrado publicadas no Brasil de 1992 até 2017. Como resultado, foi possível verificar que temas como ensino de Ciências, de Física e de Química são bastante abordados nesses trabalhos, assim como há uma preocupação de discussões sobre CTS no que tange à formação docente e discente.

ORANGE, C. Problematização e conceptualização em Ciências e nas aprendizagens científicas. *Revista Saber & Educar*, n.16, 2011. Disponível em: <<http://revista.esepf.pt/index.php/sabereducar/article/view/20>>. Acesso em: 13 abr. 2021.

O artigo tenta explicitar, com base em Bachelard, Canguilhem e Popper, o que é a problematização científica, ao estudar as relações entre problematização e conceitualização em Ciências e nas aprendizagens científicas. Para isso, descreve algumas etapas de investigações conduzidas há vários anos sobre estas questões no CREN (Universidade de Nantes).

PERRENOUD, P. La formation des enseignants pour l'interdisciplinarité: une synthèse des recherches effectuées au Brésil. *Revue des Sciences de l'Éducation*, v. 24, n. 1, 1998.

O texto oferece uma releitura de dois projetos de pesquisa no Brasil a partir de uma retrospectiva histórica e crítica das questões relacionadas à formação interdisciplinar de professores. No artigo, a interdisciplinaridade está fortemente associada a uma atitude em relação à pesquisa e à adaptação de práticas alternativas de ensino.

PERRENOUD, P. *Dez novas competências para ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 2000.

O livro privilegia as práticas inovadoras e, portanto, as competências emergentes, e propõe então um inventário das competências necessárias para delinear a prática docente.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. *Estágio e docência*. São Paulo: Cortez, 2004.

Discute a formação de professores e pedagogos a partir da relação entre a teoria e a prática.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 13, n. 1, p. 71-84, jan. 2007.

O artigo ressalta a importância do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) diante dos questionamentos críticos e reflexivos acerca do contexto científico-tecnológico e social e, em especial, sua relevância para o Ensino Médio.

QUEIROZ, T. D. (org.). *Dicionário prático de pedagogia*. São Paulo: Rideel, 2015.

O livro apresenta, de maneira simples, temas que atuais para auxiliar os educadores na orientação das práticas pedagógicas nos diversos níveis de ensino e aprendizado.

RAVITCH, D. *Vida e morte do grande sistema escolar americano: como os testes padronizados e o modelo de mercado ameaçam a educação*. Tradução: Marcelo Duarte. Porto Alegre: Sulina, 2011.

O livro apresenta uma mudança radical de perspectiva. Demonstra por que o modelo empresarial não é uma forma apropriada de melhorar as escolas e evidencia que a educação de hoje está em perigo, usando exemplos de grandes cidades como Nova York, Philadelphia, Chicago, Denver, San Diego e Ravitch.

RICARDO, E. C. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. *Ciência & Ensino*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 1-12, nov. 2007.

O artigo discute a necessidade de considerar as tecnologias como referências dos saberes escolares não só para o estudo das máquinas ou equipamentos, mas também para compreender o mundo artificial e sua relação com o mundo natural.

SACRISTÁN, J. C.; PÉREZ GÓMEZ, A. I. *Compreender e transformar o ensino*. 4. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

O livro analisa os problemas e as práticas para dar sentido à realidade do ensino a fim de que os professores não transformem a prática pedagógica em uma reprodução sem compreender o que se faz.

SANTOS, W. L. P.; AULER, D. *CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

O livro apresenta reflexões, aponta desafios e possibilidades para o trabalho em sala de aula e contribuições para a pesquisa, no campo CTS, com dados empíricos em diversas linhas de investigação.

SANTOS, W. P. L.; SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Unijuí, 2000.

O livro apresenta uma nova leitura sobre o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no ensino de Ciências e aborda princípios para a formação da cidadania que podem ser interessantes para todos os que trabalham no ensino de Ciências.

SCHIABEL, D.; SILVA, C. Currículo e desenvolvimento profissional docente. *Revista de Estudos Curriculares*, n. 10, v. 1, 2019.

O artigo apresenta a articulação entre o currículo e o desenvolvimento profissional dos docentes.

SCHMITT, C. da S.; DOMINGUES, M. J. C. de S. Estilos de aprendizagem: um estudo comparativo. *Avaliação [on-line]*. Campinas, v. 21, n. 2 [citado 2020-06-02], p. 361-386, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-40772016000200361&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 6 jul. 2020.

O artigo analisa e compara cinco instrumentos utilizados na prática de ensino em sala de aula e apresenta aspectos similares e distintos, para que cada um seja direcionado à temática de aprendizado de cada tipo de pessoa.

SILVA, E. L. da. *Contextualização no ensino de Química: ideias e proposições de um grupo de professores*. 2007. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

A dissertação de mestrado investiga as ideias e as proposições de um grupo de professores a respeito da contextualização no ensino de Química, especificamente as práticas de ensino nas quais os conteúdos são socialmente contextualizados. O texto discute como essas ideias refletem essa temática diante dos novos conhecimentos e como tais reflexões se manifestam nos materiais instrucionais.

SOLINO, A. P.; SASSERON, L. H. A significação do problema didático a partir de potenciais problemas significadores. *Ciência e Educação*, v. 25 n. 3, p. 569-587, 2019.

O artigo analisa a significação de um problema didático em atividade baseada no Ensino por Investigação. Argumenta a favor de que os elementos significadores podem servir de ferramenta pedagógica e analítica para orientar e avaliar o processo de significação em aulas investigativas, pelo surgimento de novos problemas.

SUART, R. de C.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. Atividades experimentais investigativas: utilizando a energia envolvida nas reações químicas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. *Anais [...]*. Disponível em: <<http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/220.pdf>>. Acesso em: 6 jul. 2020.

O artigo investiga as habilidades cognitivas manifestadas por estudantes do Ensino Médio de Química em uma atividade experimental investigativa sobre a energia envolvida nas transformações químicas. Também observa que a conduta da professora interfere na resposta do estudante, evidenciando a necessidade de permitir mais momentos de diálogo e reflexão para os alunos.

TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

O livro discute os saberes que servem de base aos professores para realizarem seu trabalho em sala de aula. Apresenta uma crítica aos enfoques anglo-americanos que reduzem o saber dos professores a processos psicológicos e também certas visões europeias tecnicistas que alimentam as abordagens por competência. Também se posiciona de forma crítica em relação às concepções sociológicas tradicionais que associam os professores a agentes de reprodução das estruturas sociais dominantes.

VALENTE, J. A.; PRADO, M. E. B. Brito; ALMEIDA, M. E. B. *Educação a distância via Internet*. São Paulo: Avercamp, 2003.

O livro aborda os desafios da educação à distância e do uso das tecnologias de informação e comunicação, inclusive para a formação de professores.

WING, J. M. Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*. 366, 3.717-3.725. Disponível em: <<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2008.0118>>. Acesso em: 3 jun. 2020.

O artigo, em inglês, apresenta a conceituação de computação e pensamento computacional que representa um novo desafio educacional para nossa sociedade.

WING, J. M. Viewpoint: Computational thinking. *Communications of the ACM*, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006.

O artigo, em inglês, discute que o pensamento computacional representa uma atitude e um conjunto de habilidades universalmente aplicáveis, ressaltando que não apenas cientistas da computação estariam capacitados para aprender e usar.

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

O livro propõe pautas e orientações sobre como melhorar a ação educativa. As decisões sobre essas e outras questões relacionadas ao ensino deverão ser justificadas pela função social do ensino e pela concepção dos processos de aprendizagem.

Ponto de partida

Este volume trabalha com aspectos dos temas matéria e energia. As imagens da seção de abertura apresentam a energia tanto captada pelos seres vivos como as formas utilizadas pelos seres humanos na tecnologia, estimulando a curiosidade dos estudantes.

A partir dessas imagens, é possível retomar conhecimentos prévios dos estudantes. Quais os conceitos básicos da fotossíntese? Quais diferentes tipos de combustíveis e máquinas térmicas podem ser citados, além de problemas socioambientais causados pela produção e pelo uso desses materiais e dessas máquinas? Conseguem avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, os impactos socioambientais e como essa energia chega e é usada em sua cidade, comunidade, casa e ou escola?

Podem ser citados também filmes que descrevem a corrida espacial iniciada nos anos 1950. Os estudantes conhecem alguma história? Já viram filmes sobre o tema? Quais os problemas que ocorreram no início das viagens espaciais relacionados à energia necessária para o lançamento dos foguetes e os combustíveis utilizados?

Outra possibilidade é indagar sobre a relação do Sol com os diversos tipos de energia usadas na Terra, como a fotossíntese, e matrizes energéticas. Para isso, podem ser feitas perguntas como: Qual a relação das hidrelétricas com o Sol? Qual a relação dos combustíveis fósseis com o Sol? Por que é possível dizer que a energia eólica é originada indiretamente pelo Sol?

Assim, promova uma conversa com os estudantes em torno de experiências, noções e conceitos que eles já têm sobre o tema do volume. Desta forma, é possível elaborar planos de aulas que tenham relação com os conhecimentos prévios dos estudantes, tornando-as mais significativas e contextualizadas. É possível também debater os problemas gerados pelas matrizes energéticas e a importância de se encontrar e viabilizar o uso de matrizes e combustíveis não poluentes, como é o caso do hidrogênio líquido, suficientemente potente para movimentar foguetes sem a liberação de gases poluentes, uma vez que o resíduo produzido é a água. Por ser ainda uma opção muito cara e inviável para uso cotidiano, reforça a importância de pesquisas tragam soluções mais viáveis economicamente e sejam ambientalmente corretas.

Capítulo 1

O mundo que nos cerca: do que a matéria é feita

Professor indicado

Recomenda-se que este capítulo seja trabalhado pelo professor de Química.

BNCC - competências e habilidades trabalhadas

Estão indicadas a seguir, fundamentadas na BNCC, as competências gerais, as competências específicas e as habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, assim como as competências específicas de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, cujo desenvolvimento é favorecido no capítulo. Para isso, são apontados os momentos em que seu trabalho pode ser propício.

Competência geral	Justificativa	Página
1	O capítulo 1 aborda aspectos relacionados ao petróleo, apresentando brevemente sua história no Brasil, sua importância econômica, refino e utilização de seus produtos, sua combustão como fonte de energia e problemas associados à poluição. São apresentados alguns modelos atômicos desenvolvidos ao longo do tempo e algumas das propriedades da matéria para que os estudantes possam valorizar os conhecimentos historicamente construídos, refletir e compreender os fenômenos da natureza, as transformações da matéria e de energia no seu cotidiano.	14 a 41
2	Com as atividades propostas nas seções <i>Interligações – Reações químicas como fonte de energia</i> e <i>Atividades</i> (atividade 4 da página 28), os estudantes poderão exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, além de elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções, contribuindo para uma reflexão e análise crítica.	19, 28
3	Na atividade proposta no <i>Comunicando ideias</i> , a pesquisa das diferentes expressões artísticas e literárias que expressam a preocupação da sociedade sobre a poluição atmosférica relacionada ao uso de combustíveis fósseis incentiva os estudantes a valorizar as produções artísticas, bem como a se expressar por meio delas.	20

continuação

4	Com o desenvolvimento das atividades <i>Interligações – Reações químicas como fonte de energia</i> e <i>Interligações – Rio Doce terá processo de decantação para evitar rejeitos na foz</i> , os estudantes poderão exercer o diálogo partilhando informações, sentimentos, ideias, experiências e produzindo sentidos que levem ao entendimento mútuo.	19, 26
5	Atividades de pesquisa em livros, jornais, <i>sites</i> , entre outros, e a elaboração de materiais e apresentações valorizam o protagonismo juvenil para acessar e comunicar informações e produzir conhecimento, como o proposto na seção <i>Interligações – Rio Doce terá processo de decantação para evitar rejeitos na foz</i> .	26
7	Com o trabalho com a seção <i>Interligações – Novos filtros: melhorando a vida de quem não tem acesso à água potável</i> , os estudantes vão argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis e assim poderão formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns com base em direitos humanos, consciência socioambiental, consumo responsável e ética.	24
9	Na atividade 3 das <i>Atividades finais</i> do capítulo 1, os estudantes exercitam a empatia, o diálogo, a reflexão e o respeito aos direitos humanos, o acolhimento e a valorização da diversidade de indivíduos e grupos sociais, seus saberes e potencialidades sem preconceitos de qualquer natureza.	39

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
1	EM13CNT101	Na pesquisa sobre as fontes de energia, os estudantes poderão relacionar as reações químicas com a geração de energia e analisar criticamente as implicações econômicas e sociais relacionadas aos processos de obtenção de energia.	19
	EM13CNT104	Na atividade 3 do <i>Interligações – Reações químicas como fonte de energia</i> , os estudantes pesquisam os problemas ambientais relacionados com o vazamento de petróleo no mar e avaliam soluções para esse problema. Nas atividades da seção <i>Interligações – Novos filtros: melhorando a vida de quem não tem acesso à água potável</i> , os estudantes avaliam os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente do desenvolvimento de novos filtros, ajudando-os a trabalhar a análise crítica e desenvolver propostas de soluções para o problema da potabilidade da água.	20, 24
	EM13CNT105	Na leitura do texto do <i>Interligações</i> e nas atividades propostas nessa seção, os estudantes analisam as transformações da matéria para obtenção de energia e discutem os impactos socioambientais das ações antropogênicas associadas a essas transformações.	19, 20
2	EM13CNT106	Na atividade 1 do <i>Interligações</i> , os estudantes pesquisam e analisam as diferentes fontes de energia, considerando seus aspectos econômicos e ambientais.	19
	EM13CNT203	Na atividade 1, os estudantes poderão avaliar a influência das queimadas no meio ambiente e analisar se os recursos disponíveis (no caso, as máscaras) serão eficientes para os impactos causados no corpo humano pelas partículas em suspensão.	28
	EM13CNT206	Na atividade 2 do <i>Interligações</i> , os estudantes discutem, na forma de um debate, as implicações de um vazamento de petróleo que ocorreu próximo à costa brasileira, considerando aspectos sociais, ambientais e econômicos, além da importância da preservação da biodiversidade marinha.	20
3	EM13CNT301	Nas atividades 4 e 7, os estudantes elaboram hipóteses, previsões e estimativas diante dos dados apresentados.	28
	EM13CNT302	São propostas atividades em que os estudantes são incentivados a comunicar em diferentes contextos, suas pesquisas sobre temas de relevância científica, social e ambiental, como o vazamento de petróleo, o rompimento de barragens de mineradoras e problemas e soluções associados à reciclagem do lixo.	20, 26, 40
	EM13CNT303	Na leitura dos textos e em suas pesquisas, os estudantes poderão trabalhar a interpretação de texto, que traz informações e dados científicos, confrontando a consistência dos argumentos, a coerência das conclusões e a aquisição de um conhecimento que foi historicamente construído pela humanidade.	19, 26
	EM13CNT306	As atividades propostas apresentam diferentes contextos para incentivar os estudantes a trabalhar a avaliação dos riscos envolvidos em atividades cotidianas, para preservação da integridade física, individual e coletiva das pessoas.	24, 26, 40
	EM13CNT307	Nas atividades 2 e 3, os estudantes poderão analisar as propriedades dos materiais e relacioná-las com sua utilização.	39
	EM13CNT309	No <i>Interligações – Reações químicas como fonte de energia</i> , e no <i>Comunicando ideias</i> , os estudantes pesquisam e refletem sobre a dependência da humanidade em relação aos recursos não renováveis e analisam as possíveis alternativas e tecnologias disponíveis para a preservação desses recursos.	19, 20
	EM13CNT310	Na atividade 3 das <i>Atividades finais</i> , os estudantes analisam questões relacionadas à geração e reciclagem de lixo e são incentivados a propor soluções para a melhoria de condições de trabalho e de vida dos catadores de lixo.	40

Competência específica de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	Justificativa	Exemplo
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.	A Ciência é coletiva e o desenvolvimento de novas tecnologias depende do compartilhamento do conhecimento. O processo histórico, social e científico na evolução de conceitos relacionados à produção, ao consumo e a formas de lidar com a poluição ambiental produzida por ações humanas auxilia na análise plural dessa temática.	16 a 20, 26
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.	As atividades abordam temas como impactos da geração de energia e desastres recentes decorrentes de ações humanas que repercutiram em vários âmbitos da vida de comunidades vizinhas que incentivam os estudantes a refletir e conscientizar sobre questões de natureza socioambiental e ética.	19, 26

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

Listaremos a seguir algumas habilidades de BNCC dos Anos Finais do Ensino Fundamental e que serão aprofundadas neste capítulo. Caso julgue necessário, realize uma avaliação diagnóstica para verificar se algum desses conceitos precisa ser retomado.

- **EF06CI01:** Classificar como homogênea ou heterogênea a mistura de dois ou mais materiais (água e sal, água e óleo, água e areia etc.).
- **EF06CI02:** Identificar evidências de transformações químicas a partir do resultado de misturas de materiais que originam produtos diferentes dos que foram misturados (mistura de ingredientes para fazer um bolo, mistura de vinagre com bicarbonato de sódio etc.).
- **EF06CI03:** Selecionar métodos mais adequados para a separação de diferentes sistemas heterogêneos a partir da identificação de processos de separação de materiais (como a produção de sal de cozinha, a destilação de petróleo, entre outros).
- **EF07CI05:** Discutir o uso de diferentes tipos de combustível e máquinas térmicas ao longo do tempo, para avaliar avanços, questões econômicas e problemas socioambientais causados pela produção e uso desses materiais e máquinas.
- **EF09CI03:** Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.

Além dessas habilidades que serão aprofundadas para o melhor aproveitamento do capítulo, é necessário que o estudante esteja familiarizado com conceitos de Matemática básica (potências de 10) e com a representação de elementos químicos por símbolos.

Objetivos do capítulo

Este capítulo vai ajudar o estudante a compreender:

- as principais diferenças entre substâncias e misturas;
- alguns métodos de separação de misturas e como aplicá-los;
- os modelos atômicos (Dalton, Thomson, Rutherford-Bohr) e como se explicam fatos experimentais;
- as partículas subatômicas (prótons, elétrons e nêutrons);
- os conceitos de número atômico e número de massa;

- o conceito de elemento químico e noções sobre a classificação periódica dos elementos químicos;
- as ligações químicas (iônicas e covalentes).

O mundo que nos cerca, como o conhecemos atualmente, é resultado de um longo período de evolução de conhecimentos e de tecnologias decorrentes de avanços científicos, como o refino do petróleo e a utilização de seus produtos, a combustão como fonte de energia, as fontes alternativas para produção de energia limpa, materiais que conduzem ou não corrente elétrica, as técnicas de separação de misturas e a qualidade da água, entre outros.

Para que o estudante possa refletir sobre os fenômenos naturais, as transformações da matéria e de energia em seu cotidiano, é essencial que compreenda que a interpretação da natureza e das propriedades dos materiais depende da utilização de modelos submicroscópicos.

Sugestões metodológicas

Para começo de conversa

(p. 14)

Antes de realizar a leitura do capítulo com os estudantes, incentive-os a compartilhar com os demais suas representações para o fogo e as maneiras pelas quais o utilizam no seu dia a dia. Em seguida, faça uma leitura coletiva, proporcionando discussões sobre a utilização do fogo pela humanidade e a importância da combustão na sociedade. Reforce junto aos estudantes que as atividades de leitura podem contribuir para aproximá-los do conhecimento científico-tecnológico. Se julgar interessante, peça aos estudantes que assistam ao filme *A guerra do fogo*, indicado no *Fique por dentro*, para discutir a importância do domínio do fogo e sua produção no desenvolvimento da humanidade. Sugerimos convidar o professor de História para participar e enriquecer a discussão.

Nesse momento, converse com os estudantes a respeito da necessidade de se valorizarem e utilizarem os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico e aproveite as discussões para trabalhar com eles a *competência geral 1* da BNCC, enfatizando quanto é importante entender e explicar a realidade, em constante e contínua aprendizagem e colaboração para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

Petróleo: foco da Ciência, da Economia e do Jornalismo (p. 15)

Leve, se possível, outras matérias de jornais e revistas recentes, além das indicadas no livro do aluno, para destacar a importância do tema petróleo para a economia e sociedade. Incentive o estudante a ler notícias de jornais e revistas e auxilie nas possíveis dúvidas de compreensão de texto. Com o auxílio do infográfico (*Mapa e produção dos principais países produtores de petróleo em 2018*), inicie as discussões sobre energia e reservas energéticas mundiais. É importante nesse momento ressaltar o petróleo como principal matéria-prima das indústrias de todo o mundo.

Se possível, apresente aos estudantes o vídeo sugerido a seguir:

- O CAMINHO da gasolina. Petrobras. Disponível em: <<https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/refino/>>. Acesso em: 22 jul. 2020.

Dê sequência às discussões ressaltando a contextualização social dos conhecimentos científicos, de forma a auxiliar os estudantes a desenvolver o pensamento crítico, estabelecendo relações entre o conhecimento científico adquirido com outros de natureza social, política, econômica e ambiental; dessa forma, desenvolve-se a *competência geral 7*, privilegiando a argumentação pautada na formulação, negociação e defesas de ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável.

Petróleo no Brasil: um pouco de história (p. 16)

Oriente os estudantes a se organizarem em grupos para leitura do texto deste tópico e solicite a eles que façam o levantamento dos pontos que consideram mais relevantes no texto. Como mencionado na parte geral deste suplemento, o trabalho em grupo, além de auxiliar no desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes, ajuda na promoção do protagonismo e das culturas juvenis.

Na sequência, direcione os grupos na construção de um mapa conceitual, que consiste na representação de conceitos organizados na forma de diagrama bidimensional, sobre a extração, o refino e o craqueamento do petróleo. Durante a elaboração do mapa conceitual pelos grupos, circule pela sala observando, atentamente, a postura dos estudantes e procure orientá-los na busca por mais informações, por meio de consultas em fontes confiáveis, além do livro, utilizando as plataformas da Scielo, do Portal da Capes, as páginas eletrônicas das revistas *Química Nova* e *Química Nova na Escola*, da Revista *Pesquisa FAPESP*, entre outras ferramentas. Esse momento é importante para o desenvolvimento das *competências gerais 5 e 7*, voltadas tanto à busca de informações confiáveis utilizando tecnologias digitais de informação e comunicação quanto ao desenvolvimento da capacidade de criticar e argumentar.

Incentive-os, também, a registrar as observações pessoais no caderno.

Após todos elaborarem os mapas, solicite aos grupos que troquem suas produções e analisem os mapas dos colegas. Em seguida, oriente os estudantes a reelaborarem seus mapas, caso julguem necessário.

Esse procedimento de elaboração e reelaboração pode proporcionar aos estudantes tanto a compreensão dos pro-

cessos químicos quanto a da construção do conhecimento científico vinculadas à aplicação tecnológica e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas.



Interligações

(p. 19)

É interessante que algumas partes do texto sejam lidas em voz alta pelos estudantes (de modo alternado), procurando esclarecer o sentido das palavras por eles desconhecidas. Muitas vezes, palavras que são parte de nosso vocabulário representam uma dificuldade para compreender o conteúdo específico. Nessa leitura, é interessante solicitar que eles verbalizem o que compreenderam sobre cada trecho. As atividades propostas nesta seção visam estimular a apropriação crítica do conhecimento, valorizando a reflexão dos estudantes em relação ao impacto da Ciência e da Tecnologia, tanto no contexto econômico quanto ambiental. Para isso, salientamos o potencial da argumentação em sala de aula como uma prática pedagógica que possibilita a construção de conhecimentos de forma contextualizada, permitindo também o desenvolvimento metacognitivo dos estudantes.

Caso considere necessário, consulte os estudos de Chiaro e Aquino (2017), indicados na *Bibliografia complementar* das orientações deste capítulo, que abordam a argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de Química, trazendo também uma análise de textos produzidos por três estudantes em aulas de Química no Ensino Médio.

Sobre a organização do debate, auxilie os estudantes na escolha dos papéis e na preparação a ser feita antes desse desempenho. Para representar os interesses desses grupos, é preciso estudá-los, buscar informações sobre associações e, se possível, conversar com representantes desses grupos por videoconferência ou entrevista por *e-mail*. Converse com a direção da escola para dar respaldo e credibilidade a esse contato.



Comunicando ideias

(p. 20)

Por meio da pesquisa e investigação de obras artísticas relacionadas aos combustíveis fósseis, os estudantes poderão valorizar as diversas manifestações artísticas e culturais e reconhecer as preocupações da sociedade sobre esse tema (competência geral 3).

Separação de misturas (p. 24)

O texto tem o objetivo de identificar e diferenciar o equipamento e o procedimento a ser utilizado na separação de uma mistura. É importante que os estudantes compreendam que em algumas situações serão necessários mais de um procedimento para separar todos os componentes de determinada mistura, devido à composição dos materiais. Se julgar necessário, é interessante esclarecer que, na destilação da água do mar, a água destilada obtida, a rigor, contém pequeníssimas quantidades de outros componentes. Em termos científicos mais apurados, para qualquer material, deve-se falar em teor de pureza, e esse valor é importante, de acordo com o uso que se fará dele.

Se possível, o assunto “a separação de misturas” deve ser trabalhado com os estudantes por meio da experimentação investigativa. Isso porque, de acordo com Suart e Marcondes

(2009, p. 53), “as atividades experimentais podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, desde que sejam planejadas e executadas de forma a privilegiar a participação do aluno”; sendo assim, vale ressaltar que os estudantes não devem apenas executar um procedimento preestabelecido.

É essencial que a atividade experimental investigativa que será realizada propicie aos estudantes o desenvolvimento da capacidade de refletir sobre a prática experimental, articulando conhecimentos já adquiridos para elaborar novos conhecimentos.

A atividade investigativa deve partir de uma situação-problema que desperte nos estudantes o desejo de participar da investigação, seja buscando informações, seja propondo hipóteses sobre o fenômeno em estudo, discutir os resultados ou mesmo na elaboração de conclusões acerca do problema investigado.

Se julgar necessário, utilize a atividade “Separação de misturas” sugerida a seguir.

Sugestão de atividades complementares

Para trabalhar o conceito de misturas e métodos de separação, sugerimos as atividades a seguir.

- O *site* de simulação. Disponível em: <<http://www.labvirtq.fe.usp.br/applet.asp?lom=10828>>. Acesso em: 17 jul. 2020. Nesse *site* é possível visualizar uma simulação que informa os estudantes sobre as etapas do processo de separação de sistemas heterogêneos por meio da filtração e, ao final, sugere um sistema a ser separado.
- O aplicativo “Lab de misturas” (Programa Digital Inspira), disponível gratuitamente para *download* em lojas de aplicativos de celulares. Nesse aplicativo, são apresentados os equipamentos necessários para vários processos de separação de misturas, bem como a descrição da função de cada equipamento. Além disso, ele traz a simulação do processo de separação.

Separação de misturas

Solicite aos estudantes que se organizem em grupos; em seguida, apresente a eles as seguintes substâncias: água, óleo, areia, sal, pedras, pó de café, serragem e limalha de ferro. Solicite a cada grupo que escolha três dessas substâncias e entregue a cada grupo uma amostra de cada substância escolhida. Oriente os grupos a realizarem a mistura das substâncias escolhidas nas proporções que desejarem.

Quando todos os grupos já tiverem realizado a mistura das substâncias escolhidas, proponha a seguinte questão: “Como podemos separar cada substância dessa mistura escolhida pelo seu grupo?”.

Durante a discussão dos grupos, interaja com eles, observando de que maneira os estudantes estão buscando informações para responder a essa questão.

Dando sequência, oriente os grupos a realizar um planejamento dos procedimentos necessários para a separação das misturas. Solicite a cada grupo que apresente seu planejamento para a sala e discuta com todos a viabilidade, os prós e os contras do planejamento apresentado pelos grupos para a realização da separação das misturas. Após apresentação e discussão de todos os planejamentos e procedimentos para a separação de misturas, auxilie os grupos na execução do experimento proposto.

Promova uma discussão coletiva sobre a realização dos experimentos e os resultados obtidos e volte à questão inicial perguntando aos grupos se os procedimentos propostos foram eficientes para separar a mistura ou se serão necessários alguns ajustes ao planejamento inicial. Aproveite essa discussão para retomar os conceitos envolvidos nas técnicas de segurança que devem ser adotadas em boas práticas laboratoriais. Apesar de, nessa atividade, as substâncias utilizadas serem de uso cotidiano, é essencial reforçar junto aos estudantes a necessidade do cumprimento de todos os protocolos envolvidos com as atividades experimentais.

Sendo assim, é importante orientá-los a não fazer brincadeiras nas dependências do laboratório nem realizar nenhum experimento sem a sua orientação. Caso considere necessário, consulte o *Guia de laboratório para o ensino de Química* produzido no Conselho Regional de Química. Disponível em: <https://www.crq4.org.br/downloads/selo_guia_lab.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2020.

Interligações (p. 24 e p. 26)

A sugestão é que as duas seções **Interligações** sejam trabalhadas conjuntamente pela turma. Separe os estudantes em dois grupos (Grupo A e Grupo B); anuncie ao Grupo A que todos os componentes deverão ler em casa os materiais indicados, responder às questões propostas e buscar novas informações sobre o tema do texto: *Novos filtros: melhorando a vida das pessoas sem acesso à água potável* (p. 24) e que os componentes do Grupo B deverão fazer o mesmo, porém com o texto: *Rio Doce terá processo de decantação para evitar rejeitos na sua foz* (p. 26).

Inicie a aula questionando os estudantes sobre seus aprendizados por meio da leitura dos textos e dos demais materiais pesquisados. Dando sequência, peça a eles que se reúnam com os demais componentes de seus grupos e elaborem uma apresentação para o restante da turma sobre o respectivo tema. Reforce que a apresentação deverá ser curta e trazer as principais informações obtidas. Após a apresentação dos dois grupos, realize uma nova discussão coletiva que vise abordar principalmente os aspectos sociais e ambientais envolvidos, propiciando assim o desenvolvimento da *competência geral 10*.

Caso necessite de mais informações sobre esse tipo de prática, consulte os estudos de Andrade e Coutinho (2018), em obra disponível nas *Referências bibliográficas*, ao final do capítulo.

O texto e as atividades do **Interligações** da página 26 trata de dois acidentes de trabalho que ocorreram no Brasil na última década. Acidentes de trabalho podem prejudicar os trabalhadores, as empresas, a sociedade e o ambiente; por isso, a saúde e a segurança no trabalho são temas de grande relevância para a sociedade. Para os estudantes que ainda vão ingressar no mercado de trabalho ou ingressaram recentemente, esses temas ganham relevância porque muitos desconhecem os perigos associados a algumas atividades e podem não se precaver adequadamente. Segundo dados do Observatório Digital de Segurança e Saúde no Trabalho, no Brasil ocorre uma morte por acidente de trabalho a cada 3 horas e 40 minutos (Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2019-04/cada-3-horas-e-40-minutos-uma-pessoa-morre-por-acidente-de-trabalho>>. Acesso em: 7 jul. 2020). Por essa razão, antes de iniciar a leitura dos textos desta seção, instrua os estudantes sobre o significado

de acidente de trabalho e o impacto que ele pode causar. Se julgar pertinente, comente a Campanha Nacional de Prevenção de Acidentes de Trabalho (Canpat), iniciativa do governo federal, Ministério Público do Trabalho e instituições que representam trabalhadores e empregadores.

Atividades

(p. 28)

O processo de separação de misturas mais adequado a uma situação depende de fatores como os de características observáveis da mistura – sólido-sólido, sólido-líquido etc. – e a intenção por trás da separação – deseja-se obter apenas um componente, dois ou mais. Nesse sentido, a atividade 2 demanda que o aluno abstraia das situações propostas de separação de mistura quais são as características de cada mistura que determinam a viabilidade do método de separação proposto. A identificação dessas características que são relevantes ao processo de separação pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao pilar abstração do pensamento computacional.

Do que os materiais são constituídos? (p. 29)

É bem provável que os estudantes reconheçam e consigam identificar os modelos que descrevem a estrutura da matéria. Antes de iniciar esse tema, se julgar oportuno, faça questionamentos sobre as concepções que os estudantes possuem sobre ele, como: “O que são modelos?”, “Qual é a concepção de átomo para Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr?”, entre outras perguntas.

Procure enfatizar que tanto os modelos de átomos abordados no capítulo como outros que não fazem parte deste livro sempre estiveram sujeitos a alterações e essas mudanças ocorrem de acordo com o surgimento de novos fatos que devem ser explicados.

É fundamental que os estudantes percebam que alguns modelos permitem explicar certos fatos e outros, não. A discussão sobre modelos também pode levá-los a perceber como a Ciência é dinâmica. Mostrar o caráter investigativo, hipotético e provisório das explicações científicas, analisar as limitações embutidas nas teorias vai, à medida que o curso avança, tornando claras para os estudantes as características da criação científica. E o professor tem papel importante nesse processo, ajudando a desfazer a ideia de que só há uma interpretação para um fato científico; na verdade, o ser humano caminha em busca de entender cada vez mais as questões relativas aos materiais naturais (constituição, estrutura e interação entre eles, por exemplo).

Para iniciar, realize junto aos estudantes a leitura das imagens A, B, C (p. 29); nesse processo, ressalte a necessidade da elaboração de modelos, ponderando que um modelo é sempre a representação de uma teoria, nem absoluta nem definitiva, mas que, até o momento em que foi elaborada, era a melhor explicação sobre os fenômenos observados. A interpretação de figuras dá a oportunidade de os estudantes realizarem e estabelecerem relações, assim contribuindo para a aprendizagem de conceitos científicos e para a otimização da dinâmica de comunicação em sala de aula.

Caso julgue necessário para seu aprofundamento quanto ao uso de imagens no ensino de Ciências da Natureza, faça a leitura do texto de Tomio, Grimes, Ronchi *et al.* (2013) indicado nas *Referências bibliográficas* mais adiante.

Se possível, apresente aos estudantes o vídeo Modelos atômicos, elaborado pela PUC-Rio para o projeto do MEC intitulado “Condigital”. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=lfUurJO5zVs>>. Acesso em: 22 jul. 2020. Caso não seja possível apresentar o vídeo, planeje uma apresentação desses modelos para os estudantes, seja por conjunto de imagens compartilhadas com a turma, seja por desenho no quadro.

Em seguida, elabore com os estudantes um resumo com os principais pressupostos de cada modelo, utilizando os textos (p. 29-33) e os conceitos mostrados também no vídeo apresentado. Na abordagem do modelo de Rutherford-Bohr, pode-se citar a possibilidade de ocorrer salto eletrônico com emissão de energia luminosa para explicar as observações de Bohr em relação à radiação luminosa emitida pelo elemento químico. Aproveite para sanar as eventuais dúvidas e esclarecer os conceitos.

O uso das simulações pode contribuir para o estudo de modelos atômicos, visto que compreender os modelos atômicos exige dos estudantes uma grande capacidade de abstração, além de ser um conteúdo que apresenta poucas possibilidades de realização de experimentos, bem como de contextualização. Portanto, fazer uso das simulações tem se mostrado um excelente instrumento de aprendizagem.

Se possível, apresente aos estudantes o simulador de átomos, disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/build-an-atom/latest/build-an-atom_pt_BR.html>, acesso em: 16 jun. 2020, incentivando-os a mudarem os parâmetros e a realizarem várias simulações, explorando as inúmeras possibilidades apresentadas pelo simulador. Trabalhe com os estudantes as partículas que constituem os átomos, símbolo químico, número atômico, número de massa e formação de íons.

Classificar: uma necessidade das Ciências (p. 35)

O estudo do contexto histórico que levou ao desenvolvimento da tabela periódica permite a discussão de importantes pontos, como a questão do “descobrimento” (autoria) dos conhecimentos científicos.

Quanto à questão da memorização, consideramos absolutamente desnecessário que, ao iniciar o curso de Química, o adolescente memorize tabelas sem compreender o que significam. A memorização dos símbolos químicos, dos elementos de algumas famílias da tabela periódica e das fórmulas das substâncias mais utilizadas durante o curso básico de Química ocorre naturalmente, à medida que as tabelas com as diversas informações são consultadas durante a resolução de questões teóricas ou práticas. O que se espera, ao se estudar a classificação periódica dos elementos, é que os estudantes compreendam a estrutura da tabela periódica atual, de modo a utilizá-la como fonte de consulta da simbologia dos elementos químicos e de suas propriedades periódicas, e da relação entre estrutura atômica, propriedades periódicas e organização dos elementos na tabela.

Utilize a adaptação do batalha-naval da atividade 5 (p. 41) para promover maior interação entre os estudantes e a tabela periódica, visto que os jogos educativos promovem um engajamento por parte dos estudantes, estimulando a participação ativa e auxiliando também na relação professor-estudantes.

Se possível, realize a atividade “A tabela periódica: um trabalho de muitos cientistas” indicada a seguir.

Para o estudo da tabela periódica, sugerimos:

- Aplicação do jogo "A tabela maluca". Disponível em: <http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/arquivos/File/atividades_ludicas/40tabela_maluca.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021. Esse jogo tem como objetivo reconhecer alguns elementos químicos através de suas propriedades físico-químicas, sua posição na tabela periódica e suas aplicações.
- O aplicativo *Quiz "Tabela periódica"*, disponível em lojas de aplicativos para celulares, é gratuito. Nesse aplicativo é possível participar de um *Quiz* com perguntas relacionadas a símbolos, números atômicos, períodos e grupos.
- Confecção de jogos como bingo. Nesse tipo de atividade, o estudante se envolve no processo da construção dos jogos, criando regras e fazendo as adaptações necessárias com a utilização de símbolos, nomes, números atômicos, número de massas etc.
- Leitura do texto a seguir:

A tabela periódica: um trabalho de muitos cientistas

Entre as inúmeras tentativas de organização dos elementos químicos que antecederam a atual, podemos destacar:

- **As tríades de Döbereiner:** quando o químico alemão Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849) fazia suas pesquisas, eram conhecidos perto de 50 elementos. Agrupando elementos que tinham propriedades químicas semelhantes, Döbereiner acabou por perceber que a massa atômica de um correspondia, aproximadamente, à média aritmética de outros dois. Assim, propôs a formação de tríades (grupos de três elementos), tais como:

Li 7	Cl 35,5
Na 23	Br 80
K 39	I 127

Note que a massa atômica do sódio (23) é a média aritmética das massas do lítio (7) e do potássio (39). Fato semelhante ocorre quando somamos as massas atômicas do iodo (127) com a do cloro (35,5) e dividimos por 2: obtemos um valor próximo de 80, massa atômica do bromo.

- **O parafuso telúrico de Chancourtois:** em 1862, o geólogo e mineralogista francês Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (1820-1886) propôs uma organização dos elementos químicos em ordem crescente de suas massas atômicas, dispostas em uma estrutura tridimensional. Os elementos com propriedades semelhantes eram posicionados na mesma linha vertical.
- **A lei das oitavas de Newlands:** assim como seus antecessores, o químico inglês John Alexander Reina Newlands (1837-1898) estudou a periodicidade das propriedades dos elementos químicos e, em 1864, propôs uma organização dos elementos químicos, em ordem crescente das massas atômicas, sugerindo que as semelhanças se repetiam de modo análogo às notas musicais (em oitavas).
- Embora as propostas descritas tenham contribuído para se chegar à tabela atual, elas foram abandonadas por suas inúmeras limitações.

O congresso para reorganização

O final do século XVIII e a primeira metade do século XIX foram marcados pela evolução da Química como Ciência. Nesse período, além das várias propostas para organizar

os elementos químicos, ampliou-se o número de elementos conhecidos.

Apesar disso, chegou-se à segunda metade do século XIX sem um consenso entre os estudiosos da época. Muitos deles não concordavam com a introdução do conceito de massa atômica porque não aceitavam a teoria atômica e, portanto, não raciocinavam em termos de átomos/elementos; havia diversidade quanto às fórmulas propostas para uma mesma substância, o que dificultava a comunicação entre os cientistas.

Era esse o panorama da Química quando ocorreu o 1º Congresso Internacional de Química, em Karlsruhe, Alemanha, em 1860. Organizado por dois importantes cientistas, o alemão August Kekulé von Stradonitz (1829-1896) e o francês Charles Adolphe Wurtz (1817-1884), o encontro reuniu 140 químicos de 12 países e tinha como objetivo eliminar divergências.

O congresso durou três dias, mas terminou sem consenso. Ainda assim, dois cientistas – o alemão Julius Lothar Meyer (1830-1895) e o russo Dmitri Ivanovich Mendeleev – foram fortemente estimulados pelo químico italiano Stanislao Cannizzaro (1826-1910) a organizar propostas de classificação periódica dos elementos. Eles se valeram das massas atômicas (pesos) que Cannizzaro havia apresentado no congresso.

Meyer procurou analisar as propriedades físicas (densidade e temperatura de fusão, por exemplo) de substâncias simples constituídas por elementos químicos conhecidos, relacionando-as com as massas atômicas desses elementos.

Apesar de o trabalho elaborado por Meyer indicar a tendência de repetição periódica de algumas propriedades dos elementos em relação às suas massas atômicas, o de Mendeleev foi mais completo, entre outras razões, por aprofundar o estudo com propriedades químicas e por prever as propriedades de elementos ainda não descobertos.

Em sua tabela, Mendeleev colocou os pouco mais de 60 elementos conhecidos na época em ordem crescente de massas atômicas. Mas o que parece mais incrível nesse trabalho é que ele deixou espaços vazios na tabela para que elementos então desconhecidos pudessem ser inseridos. Em relação a três desses elementos (gálio, germânio e escândio), Mendeleev chegou a fazer a descrição de muitas de suas propriedades, que se mostraram semelhantes às verificadas posteriormente, quando foram descobertos.

Enfim, o trabalho de Mendeleev representa um divisor de águas na história da Química por sua capacidade de pesquisar as informações acumuladas, reuni-las e sintetizá-las. Lembre-se de que na época ele não contava com determinados conhecimentos químicos que poderiam ter facilitado seu trabalho de elaboração da classificação periódica. Entre eles, podemos citar:

- muitos elementos químicos naturais, entre os quais os gases nobres, que se destacam pela falta de reatividade, eram desconhecidos;
- não eram conhecidos os números atômicos (número de prótons), usados para sequenciar os elementos na tabela periódica atual. Apesar disso, Mendeleev inverteu a posição de alguns elementos, com base nas massas atômicas (pesos atômicos) – ordem que ele adotara –, de modo a colocar elementos de comportamento químico semelhante nas mesmas verticais. Foi o caso do iodo (I), de massa atômica 127, e do telúrio (Te), de massa atômica 128.

Entretanto, a conclusão de que os elementos na classificação periódica estão na mesma ordem crescente que a de seus números atômicos só foi possível em 1913, quase 20 anos após a morte de Mendeleev.

Atualmente é fácil entender a relação entre a classificação periódica e as configurações eletrônicas dos elementos. No entanto, é importante destacar que “[...] a Tabela Periódica pertence à química do século XIX”.

BENSAUDE-VINCENT, B.; STENGERS, I. *História da Química*. Lisboa: Piaget, 1992. p. 202.

1. Por que a necessidade de classificar os elementos químicos surgiu somente no século XIX?
2. Qual é a ordem dos elementos na classificação de Mendeleev? E na atual?
3. Liste em seu caderno algumas dificuldades enfrentadas por Mendeleev para executar seu trabalho.
4. Que conhecimentos posteriores à morte de Mendeleev foram esclarecedores para a compreensão da organização dos elementos que ele propôs?
5. Havia pontos comuns entre o trabalho de Meyer e o de Mendeleev. Cite dois exemplos que mostrem por que o trabalho de Mendeleev acabou por ofuscar o trabalho de Meyer.

Respostas

1. Porque somente nessa época os cientistas chegaram a um consenso sobre a conceituação de *átomo* e *elemento*. Vale lembrar que os conceitos de *átomo* e *elemento* usados por Mendeleev e Meyer se ancoraram em conhecimentos decorrentes da teoria atômica de Dalton, também formulada no século XIX.
2. Na classificação de Mendeleev, os elementos foram organizados com base na ordem crescente de massas atômicas. Já na atual, são organizados na ordem crescente dos números atômicos, desconhecidos na época de Mendeleev.
3. Entre as mais importantes, figuram o fato de serem conhecidos apenas 60 elementos (os gases nobres, por exemplo, eram desconhecidos), a ausência de conhecimento sobre as partículas constituintes do núcleo e, portanto, do conceito de *número atômico*, essencial na atual organização da tabela.
4. Os conhecimentos sobre números atômicos e configuração eletrônica, ambos diretamente relacionados ao estudo de algumas partículas subatômicas (prótons e elétrons).
5. Ambos relacionaram as massas atômicas com algumas propriedades dos elementos químicos, procurando encontrar periodicidade. Entretanto, a proposição da existência de elementos ainda não conhecidos na época e a inversão na posição de alguns elementos, segundo a ordem crescente de massas atômicas, que Mendeleev adotou, acabaram por ofuscar o trabalho de Meyer.

Os gases nobres e a teoria eletrônica das ligações (p. 37)

Compartilhe com os estudantes a leitura da matéria “Ligação química entre átomos é registrada pela primeira vez”, apresentada a seguir.

Átomos se ligando e separando são vistos pela primeira vez

Cientistas da Universidade de Ulm, na Alemanha, e da Universidade de Nottingham, no Reino Unido, divulgaram um vídeo em que é possível ver pela primeira vez átomos se ligando e se separando.

Usando métodos avançados de microscopia, os pesquisadores chegaram a uma imagem borrada na ordem de grandeza de 1 nanômetro, ou 0,0000001 cm. Em escala, isso equivale a um valor 500 mil vezes menor que a largura de um fio de cabelo humano.

O vídeo mostra dois átomos de rênio [...] se deslocando em um nanotubo posicionado pela equipe. O rênio é um metal de transição, capaz de formar ligação entre átomos da mesma espécie. Por isso as duas esferas pretas (os átomos) caminham sempre grudadas na gravação.

Em certo momento, a molécula escapa e entra no espaço de dois nanotubos. Nessa hora, a ligação dos átomos se quebra por alguns instantes antes de eles se reconectarem.

[...]

Como a imagem foi capturada

Em fotografias comuns, a imagem é formada pela passagem da luz. Como os átomos têm um tamanho nanoscópico, é preciso um comprimento de onda bem menor que o da luz para captá-los. Para isso, os cientistas usam um método chamado microscopia eletrônica de transmissão.

Nele, no lugar da luz, são usados elétrons. Normalmente vistos como partículas, eles também podem se comportar como ondas — dupla característica que também aparece na luz. Assim, um feixe de elétrons é lançado através de uma amostra, e a imagem é impressa e ampliada por outras lentes.

No experimento, é o raio de elétrons o responsável por empurrar levemente os átomos de rênio, fazendo com que eles pareçam dançar no vídeo.

A escolha do rênio se deu por ele ter um número atômico alto. Isso significa que ele possui mais partículas como prótons, e, por isso, pode ser visualizado com mais facilidade.

Segundo os pesquisadores, imagens como essas podem ajudar a desbravar tanto a química de metais de transição quanto a das próprias ligações em si. Aprofundar-se nessa última pode contribuir para o entendimento de propriedades magnéticas, eletrônicas ou catalíticas de diversos materiais do nosso dia a dia.

TU, N. N. Este vídeo é o primeiro a mostrar átomos se ligando e separando. *Nexo Jornal*. Seção Expresso.

Disponível em: <<https://www.nexojornal.com.br/expresso/2020/01/23/Este-v%C3%ADdeo-%C3%A9-o-primeiro-a-mostrar-%C3%A1tomos-se-ligando-e-separando>>. Acesso em: 21 ago. 2020.

Se possível, acesse a matéria com os estudantes para que eles possam ver as fotografias.

Outra sugestão é assistir com eles ao vídeo *Tudo se transforma: ligações químicas*. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=0DkyFwgs95M>>. Acesso em: 1º jun. 2020.

Discuta com os estudantes os conceitos apresentados tanto no artigo quanto no vídeo e, para finalizar, peça a eles

que julguem o quadrinho (HQ) denominado *Ligações químicas By Lquimica*, do artigo "Histórias em quadrinhos e ensino de química: propostas de licenciandos para uma atividade lúdica" (LEITE, 2017), indicado nas referências.

Na discussão sobre o quadrinho apresentado, converse com os estudantes sobre as diversas possibilidades de divulgação do conhecimento e ressalte o compromisso com a veracidade científica que os meios de comunicação devem ter ao divulgar quaisquer conhecimentos científicos.

● Avaliação

Nesse momento, privilegie a avaliação explorando os conhecimentos e as habilidades dos estudantes em relação aos temas e conceitos trabalhados.

Aproveite a realização das atividades propostas para identificar de forma coletiva os potenciais e as dificuldades dos estudantes e orientar suas decisões no decorrer do ano letivo.

Faça uma tabela e avalie os estudantes, de forma coletiva, em relação às competências gerais e habilidades que foram trabalhadas neste capítulo.

Para avaliação do desenvolvimento das habilidades, é importante que os estudantes possam avaliar o próprio desempenho. Para isso, você pode discutir com eles os critérios principais de uma autoavaliação e deixá-los livres para escrever suas percepções acerca do próprio desempenho em cada um dos critérios propostos.

Bibliografia complementar

- ANDRADE, M. J. P. de; COUTINHO, C. P. A sala de aula invertida e suas implicações para o ensino. *Revista Paideia – Revista Científica de Educação a Distância*, v. 10, n. 17, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.unimesvirtual.com.br/index.php/paideia/article/view/810>>. Acesso em: 16 jun. 2020. O artigo aborda a sala de aula invertida, que provoca uma série de modificações na organização tradicional da sala de aula. Apresenta um breve relato sobre o surgimento dessa metodologia, suas implicações para o ensino e exemplos de estudos realizados sobre essa temática em contexto brasileiro.
- BORSATO, D. et al. O petróleo e sua destilação: uma abordagem experimental no ensino médio utilizando mapas conceituais. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, Londrina, v. 27, n. 1, p. 57-62, jan./jun. 2006. O artigo aborda o uso dos mapas conceituais para explorar o tema "destilação fracionada do petróleo" e sua efetividade como instrumento de avaliação.
- CHIARO, S. de; AQUINO, K. A. da S. Argumentação na sala de aula e seu potencial metacognitivo como caminho para um enfoque CTS no ensino de química: uma proposta analítica. *Educação e Pesquisa*, v. 43, n. 2, p. 411-426, abr./jun. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-97022017000200411&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 16 jun. 2020. O artigo aborda o processo de reflexão e o potencial metacognitivo da argumentação na educação, necessário ao enfoque CTS – Ciências, Tecnologia e Sociedade em sala de aula.
- LARRY, G., CRIDDLE, C. *Química geral em quadrinhos*. São Paulo: Bucher, 2013. O livro apresenta através de HQ conceitos de Química com o uso de uma linguagem coloquial, objetiva e precisa dos conteúdos.

- LEITE, B. S. Histórias em quadrinhos e ensino de química: propostas de licenciandos para uma atividade lúdica. *Revista eletrônica Ludus Scientiae – (RELuS)*, v. 1, n. 1, jan./jul. 2017. Disponível em: <<https://revistas.unila.edu.br/relus/article/view/748/0>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

Com o objetivo de analisar a elaboração de histórias em quadrinhos (HQs) para o ensino de química utilizando duas ferramentas da web 2.0, esse artigo relata a produção e avaliação do material produzido por estudantes universitários. Os resultados indicam o que a elaboração das HQs possibilitou aos estudantes experimentarem diferentes contextos de aprendizagem e que eles obtiveram aprendizado consistente.

- LIMA, R. et al. *A construção da aprendizagem significativa crítica através do uso da argumentação*. São Paulo: 6º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa ENAS, 2016.

O estudo apresenta uma proposta inicial de integração do ensino de Química com o contexto da parte diversificada do currículo escolar, tendo como objetivo ressaltar a argumentação como um instrumento que pode ser capaz de promover uma aprendizagem significativa crítica.

- MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa em mapas conceituais. Textos de Apoio do Professor de Física*, Porto Alegre, v. 24, n. 6, 2013.

O texto procura enfatizar a potencialidade dos mapas conceituais como estratégia para facilitar a aprendizagem significativa.

- O TIJOLO DO MUNDO: o átomo e suas divisões – *podcasts CBN*. Disponível em: <<https://www.labi.ufscar.br/2020/03/16/o-tijolo-do-mundo-o-atomo-e-suas-divisoes-podcasts-cbn/>>. Acesso em: 22 jul. 2020.

Esse *podcast* apresenta o desenvolvimento de modelos atômicos e a divisão em várias outras partículas.

- SANTOS, D. O.; LIMA, J. P. M.; SILVA FILHO, A. (2010). *Química do ovo: uma HQ para o ensino de Química. Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química*, Brasília-DF, Brasil.

O trabalho apresenta uma HQ utilizada na aula de Química, considerando a produção de Histórias em quadrinhos uma ferramenta pedagógica que pode proporcionar ao estudante uma leitura prazerosa do conteúdo, desenvolvendo a interpretação de textos e o estímulo à criatividade.

- TOMIO, D. et al. As imagens no ensino de Ciências: o que dizem os estudantes sobre elas? *Caderno Pedagógico*, Lajeado, v. 10, n. 1, p. 25-40, 2013. Disponível em: <<http://www.univates.br/revistas/index.php/cadped/article/view/869>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

O artigo apresenta a investigação de identificação de sentidos atribuídos à imagens por estudantes e como empregam e compreendem essas imagens em seus processos de aprender Ciências.

Resoluções

● Interligações (p. 19)

1. Resposta pessoal. É possível que o estudante cite que, do ponto de vista ambiental, a utilização de fontes renováveis de energia é mais vantajosa quando comparada à de fontes não renováveis, como os combustíveis fósseis. É certo que as fontes renováveis também têm impacto ambiental, como a necessidade de retirar toda vegetação e a fauna de

um local onde se constrói uma usina eólica. Porém, o impacto ambiental causado na extração e utilização dos combustíveis fósseis, como gasolina, diesel, é algo que tem preocupado pesquisadores do mundo todo. Do ponto de vista econômico, o investimento para a construção de uma usina hidrelétrica é compensado pelos seus baixos custos operacionais.

2. O grupo que representa as empresas petrolíferas envolvidas no vazamento de óleo pode alegar que foi um acidente e que eles mantinham visitas constantes de monitoramento dos equipamentos. O grupo que representa a comunidade pode construir narrativas sobre o prejuízo da atividade pesqueira, levando a população a ter dificuldades financeiras para garantir o sustento das famílias. É possível falar também da contaminação dos seres aquáticos da região e até mesmo de doenças que podem ser ocasionadas às pessoas que ingeriam esses animais, por bioacumulação nos tecidos. Já o terceiro grupo, que representa o júri, deve anotar os argumentos ao longo da exposição das partes envolvidas e solicitar a apresentação de documentos que comprovem a fiscalização dos equipamentos das empresas petrolíferas ou um relatório de degradação ambiental da região.
3. a) O impacto nos ecossistemas causado pelo derramamento de petróleo.
b) Resposta pessoal. Algumas técnicas que podem ser citadas: uso de barreiras flutuantes para impedir que o óleo se espalhe mais; absorção do petróleo superficial por fibras naturais, que são retiradas do local posteriormente; é possível usar dispersantes que fragmentam o petróleo em partículas menores e biodegradáveis; os animais afetados podem ser recolhidos e tratados para posteriormente serem reinseridos em seu *habitat* natural.

Para saber mais sobre as técnicas, sugerimos a consulta às fontes a seguir:

- MACIEIRA, L. Tecnologia prevê alternativa para derramamento de óleo em alto-mar. Universidade Federal de Minas Gerais. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/online/arquivos/030081.shtml#:~:text=Tecnologia%20prev%C3%AA%20alternativa%20para%20derramamento%20de%20%C3%B3leo%20em%20alto%20mar,-quarta%2Dfeira%2C%2025&text=Segundo%20Belchior%2C%20uma%20das%20tecnologias,depois%20que%20%C3%A9%20tratado%20quimicamente>>. Acesso em: 7 jul. 2020.
- POFFO, I. R. F. Planos de contingência para vazamentos de óleos no mar. Cetesb. maio 2018. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/tipos-de-acidentes/vazamentos-de-oleo/preparacao-para-resposta/planos-de-contingencia-para-vazamentos-de-oleo-no-mar/>>. Acesso em: 7 jul. 2020.

Comunicando ideias

(p. 20)

Como sugestão de pesquisa, sugira aos estudantes que acessem a página da internet sobre a produção artística do russo Nikolay Nasedkin e como ele usa o petróleo como material e inspiração.

- Petróleo na arte de Nasedkin. Disponível em: <<https://pt.euronews.com/2019/09/18/petroleo-na-arte-de-nasedkin>>. Acesso em: 23 jul. 2020. Há várias poligrafias (impressões feitas a partir da coleta de fuligem emitida por escapamentos) de Alexandre Orion, como o Ossário. Página da obra do autor. Disponível em: <<https://www.alexandreorion.com/>>. Acesso em: 8 jul. 2020.

- Sugira também que conheçam uma das maiores esculturas temporárias da atualidade, a Mastaba, pirâmide feita com barris de petróleo, pelo artista búlgaro Christo Vladimirov Javacheff (1935-2020), em 2018.

Página do artista (em inglês). Disponível em: <<https://christojeanneclaude.net/projects/the-london-mastaba>>. Acesso em: 8 jul. 2020.

A indicação a seguir é uma reportagem sobre uma empresa que desenvolveu um catalisador/coletor de fuligem e o transforma em tinta para ser utilizada em paredes e painéis.

- Arte feita de poluição. Disponível em: <<https://www.comunicaquemuda.com.br/arte-e-poluicao/>>. Acesso em: 8 jul. 2020.

Interligações

(p. 24)

1. Esse filtro possibilita o acesso à água potável de qualidade em regiões onde não há tratamento de água, diminuindo a quantidade de pessoas contaminadas por parasitas e bactérias muitas vezes presentes na água não potável.
2. Espera-se que os estudantes discutam as dimensões dos poros do filtro.
3. Resposta pessoal. O conhecimento das substâncias e dos microrganismos presentes na água não tratada auxiliou no desenvolvimento de tecnologias que permitiram o tratamento eficiente da água.

Interligações

(p. 26)

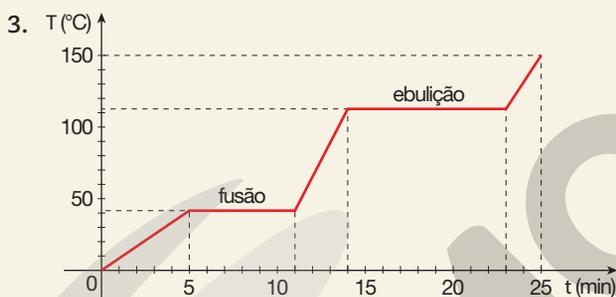
1. Filtração.
2. A técnica de separação magnética consiste em separar dois ou mais componentes de uma mistura heterogênea formada por sólidos, na qual um dos componentes seja um metal, que é atraído por ímãs e separado dos outros componentes da mistura. Essa técnica é muito utilizada em cooperativas ou empresas de reciclagem, pois assim se separam os materiais metálicos de interesse do lixo.
3. Resposta pessoal. Os desastres ocorridos em Mariana (MG), em 2015, e em Brumadinho (MG), em 2019, acarretaram sérios prejuízos ao ambiente. Ambos foram causados pelo rompimento de barragens que comportam os rejeitos da extração de minério de ferro. Nesses rejeitos, altamente tóxicos, foi detectada a presença de outros metais pesados além do ferro, como manganês e alumínio, podendo ainda ser encontrados em menor quantidade cromo, chumbo e arsênio. A velocidade com que a lama alcançou casas, sítios e corpos de água causou muitas mortes e destruição de patrimônios. A lama com rejeitos da minera-

ção contaminou o solo e corpos de água, como o Rio Doce, em Mariana (MG), que dificilmente vai se recuperar. O monitoramento rigoroso e constante da estrutura dessas barragens é imprescindível para garantir a segurança dos trabalhadores e da população local. Com relação aos acidentes de trabalho de grande proporção no Brasil, os estudantes podem relatar, por exemplo, a contaminação do solo por agrotóxicos usados pela Shell em Paulínia (morte de 62 funcionários).

Atividades

(p. 28)

1. Seria eficiente apenas para evitar a aspiração das partículas sólidas, porque os gases tóxicos provenientes da queimada das florestas não são retidos nas tramas do tecido das máscaras. A eficiência seria parcial, portanto.
2. a) Não, porque o sal é solúvel em água e atravessa o filtro (dissolvido na água).
b) Não, porque as temperaturas de ebulição são muito próximas.
c) Sim, pois pode-se aplicar a centrifugação para separar misturas heterogêneas de materiais de diferentes densidades.
d) Não, só há decantação em misturas heterogêneas.
e) Sim, porque apresentam temperaturas de ebulição de grande diferença de valores.



4. a) Se um ou mais grupos chegassem a um valor muito diferente do obtido pela maioria dos estudantes, seria mais fácil perceber essa discrepância e detectar os possíveis erros cometidos nas medições. Além disso, o valor médio obtido com base nos valores conseguidos pelos grupos é mais preciso que o valor de uma medida isolada.
b) Dos procedimentos efetuados pelos alunos, temos os seguintes dados:
massa da amostra de cobre fornecida: 89 g
volume deslocado ao mergulhar a amostra de cobre: 10 mL (de $V = 30$ mL inicial para $V = 40$ mL final)
A densidade é calculada pela relação entre a massa e o volume ocupado pela amostra:

$$d = \frac{89 \text{ g}}{10 \text{ mL}} = 8,9 \text{ g/mL}$$

- c) Não poderia ser utilizado exatamente para nenhum dos casos. Como o açúcar é solúvel em água, ao contrário do cobre, ele se dissolveria,

impossibilitando a medição do volume (o volume da solução não é igual ao volume do açúcar mais o volume da água). No caso da cortiça, como ela é menos densa do que a água, uma parte dela ficaria fora da água. O deslocamento do nível da água não seria significativo e não corresponderia ao volume da cortiça (há métodos para calcular essa densidade medindo a altura da cortiça que fica fora da água e a que fica dentro da água).

5. a) A massa total de detergente é aquela indicada na embalagem: 600 g.
b) Se conseguirmos encher totalmente 6 copos de 200 mL, o volume total será: $6 \cdot 200 = 1.200$ mL.
6. a) A massa total de detergente é aquela indicada na embalagem: 600 g.
b) Se conseguirmos encher totalmente 5 copos de 200 mL, o volume total será: $5 \cdot 200 = 1.000$ mL.
c) O detergente da atividade anterior tem massa 600 g e ocupa um volume de 1.200 mL. Então a densidade pode ser calculada por:

$$d = \frac{\text{massa (g)}}{\text{volume (mL)}} \quad d_1 = \frac{600 \text{ g}}{1.200 \text{ mL}} = 0,5/\text{mL}$$

A marca de detergente mencionada nessa atividade também tem massa 600 g, porém ocupa um volume de 1.000 mL.

$$d_2 = \frac{600 \text{ g}}{1.000 \text{ mL}} = 0,6 \text{ g/mL}$$

Portanto, o detergente de maior densidade, ou seja, o mais denso, é o da segunda marca.

7. A presença de quantidades variáveis de ar entre os grânulos de pó ou de outros compostos no detergente pode variar de acordo com a marca e alterar a densidade do produto.

Atividades

(p. 33)

1. a) $K = 2, L = 5$
b) $K = 2, L = 8, M = 8, N = 1$
c) $K = 2, L = 8, M = 5$
2. Ambos possuem 5 elétrons na última camada.
3. ${}_6\text{C}: 2 - 4; {}_{14}\text{Si}: 2 - 8 - 4$. Ambos possuem 4 elétrons na última camada, o que deve indicar alguma semelhança quanto ao comportamento químico. Isso "inspirou" os cientistas a tentar reproduzir esse comportamento para o Si; com isso, assim como há inúmeros compostos de carbono na natureza, os cientistas desenvolveram muitos compostos de Si.
4. $Z = 13$; Al.
5. 26 elétrons.
6. O modelo atômico de Thomson e Rutherford.
7. Sua carga fica positiva. Já sua massa praticamente não muda.

Atividades

(p. 34)

1. Se o número atômico do Fe é 26, conclui-se que ele tem 26 prótons no núcleo. Sabendo que o número de massa corresponde à soma entre o número de prótons e o número de nêutrons, conclui-se que

tanto o Fe^{2+} como o Fe^{3+} apresentam 30 nêutrons no núcleo. Fe^{2+} : 26 prótons, 30 nêutrons e 24 elétrons. Isso porque, se a carga é +2, ele tem dois elétrons a menos do que o número de prótons. Analogamente, conclui-se que o íon Fe^{3+} tem 26 prótons, 30 nêutrons e 23 elétrons.

2. a) O alumínio neutro tem 13 elétrons, e o íon Al^{3+} tem 10 elétrons.
b) Ca: 2 - 8 - 8 - 2 íon Ca^{2+} : 2 - 8 - 8.
3. 8 prótons, 10 elétrons e 9 nêutrons.
4. Quando um átomo de ${}_{12}\text{Mg}$ perde 2 elétrons, transforma-se em um cátion do mesmo elemento químico, cujo número atômico é 12, representado por ${}_{12}\text{Mg}^{2+}$. (O Mg teria que perder 2 prótons para se transformar em ${}_{10}\text{Ne}$.)

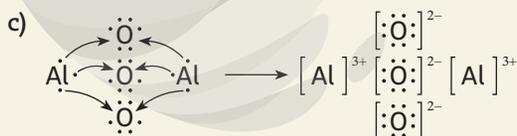
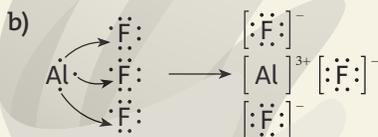
Atividades

(p. 38)

1. Resposta pessoal. Para que um material seja um bom condutor de eletricidade, é necessária a presença de partículas com carga elétrica e que elas tenham liberdade de movimento. O ferro conduz eletricidade graças a seus elétrons móveis. Caso julgue necessário, sugerimos levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o conceito de ligação metálica e esclarecer possíveis dúvidas que eles apresentem.



3. Não, porque seu núcleo se conservou, isto é, continuou com 1 próton; portanto, seu número atômico se mantém o mesmo.



ATIVIDADES FINAIS

(p. 39)

1. Alternativa e. Pela leitura da representação do íon cobalto, é possível coletar as seguintes informações:
 - número de massa (A) = 60
 - número de prótons = Z = 27
 - carga elétrica do íon = +3

Como o número de massa é o resultado da soma entre o número de prótons e o número de nêutrons, temos que:

$$A = Z + n^0$$

$$60 = 27 + n^0$$

$$n^0 = 33 \text{ nêutrons}$$

O número de elétrons de um átomo no estado fundamental é igual ao número de prótons. Portanto, o átomo de cobalto teria 27 elétrons. Já o íon Co^{3+} teria 3 elétrons a menos em relação ao átomo para que a carga elétrica do íon ficasse com excesso de 3 cargas elétricas positivas.

2. Alternativa c. Os meios em que foi possível a separação dos plásticos – água, álcool e solução salina – tem diferenças significativas de densidade. É possível separar esses materiais estabelecendo relações de densidade entre os que flutuam ou afundam nessas soluções.

3. a) Resposta variável. Alguns estudantes já podem ter observado pessoas na cozinha escolhendo arroz, feijão ou outros grãos. Nesse processo, é comum a separação manual dos grãos indesejados.

- b) O resíduo que seria descartado em aterros sanitários e encaminhado a indústrias recicladoras, que o transformam em matéria-prima, reintegrando-o à cadeia produtiva. Com isso, a necessidade de matéria-prima virgem, ou seja, retirada da natureza, é menor.

- c) Resposta variável. Algumas ações podem ser indicadas pelos estudantes, como o fornecimento de equipamento de segurança (luvas, uniforme e máscara) a esses trabalhadores e a conscientização de moradores quanto ao descarte do lixo.

- d) Resposta variável. As propostas dos estudantes para os itens c e d dessa questão podem contribuir para a produção de um projeto que envolva a comunidade escolar. Sugere-se solicitar aos grupos que entrevistem pessoas que atuam como catadoras de materiais recicláveis. Isso pode contribuir tanto para aumentar o conhecimento dos estudantes sobre esse tipo de profissão – reduzindo eventuais preconceitos – quanto para ajudar a resgatar a voz do catador na comunidade.

4. a) “[...] Mo-99/Tc-99m, utilizados na medicina nuclear com finalidades diagnósticas [...]”

- b) A manutenção do transporte dos radioisótopos que vêm da Rússia, da África do Sul e da Holanda.

- c) Resposta variável. Sugestão de resposta: Medicina nuclear é uma especialidade médica que, utilizando métodos seguros, praticamente indolores e não invasivos, emprega materiais radioativos com finalidade diagnóstica e terapêutica.

- d) Radiofármacos à base de iodo-131.

e) ${}_{42}^{99}\text{Mo}$: 42 p^+ ; 42 e^- ; 57 n^0

${}_{43}^{99}\text{Tc}$: 43 p^+ ; 43 e^- ; 56 n^0

5. a) Dois elementos. Al e Ga.

- b) G6 P5, G7 P5 e G8 P5.

- c) Na posição referente ao elemento selênio, ou seja, G16 P4. Sugerimos promover essa atividade lúdica (batalha-naval da tabela periódica) com os estudantes em sala de aula.

Capítulo 2

Energia e movimento

Professor indicado

Recomenda-se que esse capítulo seja trabalhado pelo professor de Física.

BNCC – competências e habilidades trabalhadas

Estão indicadas a seguir, a partir da BNCC, competências gerais, competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, assim como competências específicas de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, cujo desenvolvimento é favorecido no capítulo. Para isso, são apontados os momentos em que seu trabalho pode ser propício.

Competência geral	Justificativa	Página
1	A obra evidencia que é elaborada a partir de conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, estimulando o estudante a entender e explicar a realidade que o cerca.	Todo o capítulo
2	O capítulo permite que os estudantes apliquem grandezas físicas para compreender e analisar testes realizados para comparar a <i>performance</i> de automóveis. Com isso, por um lado, tornam-se consumidores mais bem informados e, por outro, aplicam conhecimentos teóricos a uma situação com relevantes aplicações tecnológicas. Os estudantes são levados a avaliar a modelagem de fenômenos reais com base no método científico e a investigar a relação entre o movimento de uma pessoa e uma solução inventiva para gerar energia limpa.	46, 51 e 57
3	O estudo de manifestações culturais como as “baladas” é proposto do ponto de vista da geração de energia, contribuindo para que o estudante conheça e valorize tais manifestações.	57
7	São abordados conceitos de energia e potência sob o ponto de vista da eficiência energética, fornecendo ferramentas para interpretar dados e tomar decisões relacionadas à consciência socioambiental e ao consumo responsável.	55, 56 e 59

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
1	EM13CNT101	O texto aborda a conservação da energia mecânica e o trabalho realizado por forças dissipativas utilizando situações cotidianas para contextualizar esses tópicos, o que proporciona aos estudantes ferramentas para realizar previsões e avaliações.	54, 55, 57 e 58
	EM13CNT106	Princípios da geração de energia elétrica em hidrelétricas e por meios alternativos são analisados e contextualizados, levando o estudante a refletir sobre recursos, impactos e outros fatores.	57 e 59
2	EM13CNT201	Recorre-se a um experimento realizado por Galileu Galilei (1564-1642) para que, por meio desse resgate histórico, os estudantes analisem e discutam a aceleração da gravidade.	51
	EM13CNT205	É proposto ao estudante analisar e realizar atividades experimentais, permitindo que se familiarize com as limitações relacionadas à modelagem e investigação de fenômenos reais.	51 e 57
3	EM13CNT301	As atividades levam os estudantes a construir questões, elaborar hipóteses, realizar previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.	46, 52 e 61
	EM13CNT302	A atividade prática proporciona oportunidade de socialização dos resultados de um experimento no qual os estudantes investigam a capacidade do movimento humano para gerar energia limpa.	57
	EM13CNT303	A seção Interligações – Testes automobilísticos apresenta tabelas e gráficos com base em testes de <i>performance</i> que aparecem em revistas especializadas em automobilismo, oportunizando aos estudantes a construção de estratégias para interpretar e avaliar fontes de informação.	46
	EM13CNT309	O estudo sobre a geração de energia engloba reflexões acerca de questões ambientais e políticas, contribuindo para o pensamento crítico do estudante.	57 e 59

Competência específica de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	Justificativa	Página
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.	A competência é desenvolvida na medida em que são analisadas e problematizadas práticas de produção de energia, visando ao desenvolvimento sustentável.	42 e 57

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

Nesse capítulo são lembradas e aprofundadas algumas habilidades dos anos finais do Ensino Fundamental, em especial:

- (EF08CI01) Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades.
- (EF08CI04) Calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no consumo doméstico mensal.

Isso inclui a capacidade de identificar diferentes fontes de energia utilizadas nas atividades humanas, bem como noções básicas sobre a relação entre energia e potência.

Os conceitos de grandezas e medidas físicas são necessários para auxiliar o entendimento do assunto tratado no capítulo. Os sistemas de unidade mais correntes na Física são o Sistema Internacional de Unidades (SI) e o Sistema CGS, cuja denominação é um acrônimo maiúsculo de centímetro-grama-segundo.

Objetivos do capítulo

Ao final desse capítulo, o estudante deverá ser capaz de:

- Conhecer a interdependência de grandezas físicas (velocidade, aceleração, intervalo de tempo e distância percorrida) necessárias para descrever o movimento retilíneo uniforme.
- Caracterizar os movimentos de acordo com o comportamento das grandezas físicas relevantes e aplicar essas grandezas para resolver problemas contextualizados a partir de situações cotidianas.
- Relacionar o conceito de energia cinética aos movimentos dos corpos.
- Entender a relação entre a variação da energia cinética e o trabalho realizado sobre um corpo.
- Reconhecer a ação da gravidade no movimento vertical dos corpos próximos à superfície da Terra e relacionar o conceito de energia potencial a esse movimento.
- Reconhecer e identificar energia – cinética e potencial.
- Conhecer a lei da conservação de energia e identificar sistemas nos quais a energia mecânica é conservada e sistemas nos quais há dissipação de energia.
- Analisar a relação entre energia e tempo utilizando o conceito de potência.
- Relacionar potência e rendimento ao consumo consciente de energia elétrica.
- Refletir sobre soluções alternativas relacionadas à geração de energia limpa.

Os objetivos listados justificam-se, pois propiciam aos estudantes investigar, analisar e discutir estratégias para explicar fenômenos naturais e tecnológicos relacionados aos movimentos dos corpos, por meio do questionamento sobre as relações entre diferentes grandezas físicas. Adicionalmente, os objetivos possibilitam a resolução de situações-problema que envolvem transformações e conservações em situações cotidianas, permitindo aos estudantes analisar, explicar, representar e realizar previsões por meio de uma perspectiva científica.

Sugestões metodológicas

Para começo de conversa

(p. 42)

Introduza o capítulo dizendo aos estudantes que discutirão um dos conceitos fundamentais da ciência: a energia. Inicie com as perguntas propostas nessa seção.

Faça a primeira pergunta do parágrafo para a turma e permita um tempo para que os estudantes formulem e ofereçam respostas voluntárias. Esperam-se respostas relacionadas às variadas manifestações da energia na natureza e na sociedade. Não foque apenas nos cinco tipos clássicos de energia comumente tratados em livros-texto: mecânica (movimento), térmica (calor), elétrica (potencial elétrico), química (reações químicas) e nuclear (desintegração do núcleo), mas tenha em mente as diversas manifestações da energia na vivência cotidiana do estudante e/ou suas percepções por meio da exposição a filmes, notícias etc. Não se preocupe em obter respostas de nível aprofundado, pois o intuito neste momento é sondar os conhecimentos dos estudantes sobre o assunto.

Possíveis respostas incluem: energia solar, energia elétrica, energia eólica, energia térmica, energia nuclear, baterias de aparelhos celulares, biomassa, energia geotérmica, entre outras. Caso a resposta dos estudantes seja carvão, petróleo, gás natural ou algum outro combustível, informe que, de fato, esses itens são matéria-prima para a produção de energia, mas não se trata de tipos de energia.

É possível que algum estudante fale sobre energia positiva, cristais ou alguma outra manifestação relacionada à metafísica, pois esse tema tem sido amplamente explorado e difundido na sociedade contemporânea. Nesse caso, explique que, ao longo do capítulo, o foco será dado a manifestações mensuráveis da energia, para as quais há leis da Física estabelecidas por meio de estudos científicos.

Se necessário, incentive as respostas utilizando sugestões que explicitem manifestações da energia em situações icônicas e/ou cotidianas. Por exemplo, pergunte: “Quem

lembra qual foi o tipo de energia liberada no desastre de Chernobyl?” ou “Quem já viu uma queima de fogos no Ano-novo? Que tipo de energia é necessário para que a gente possa ver esse espetáculo?”

A seguir, faça a segunda pergunta, cujo objetivo é relacionar energia a movimento. Podem surgir respostas como “Quando vejo uma lâmpada ligada” ou “Quando a água sai aquecida após passar pela resistência elétrica do chuveiro”. Aceite tais respostas, mas direcione-as para situações nas quais a energia resulta no movimento de um corpo. Por exemplo, um automóvel acelerando, uma queda d’água em uma usina hidrelétrica, entre outros.

Após a discussão proposta na seção **Para começo de conversa**, explique brevemente o processo de transformação de energia no motor do automóvel que é responsável pelo movimento. Defina energia cinética dizendo que o carro sai do repouso devido a uma aceleração que altera a sua velocidade e que a energia cinética do carro é a energia associada ao movimento desse automóvel. Aproveite para discutir os diversos tipos de combustível (etanol, gasolina e gás natural) que, por meio da energia química, podem ser utilizados para colocar o carro em movimento.

Sugestão de atividade complementar

Explique aos estudantes que combustíveis fósseis, como o carvão mineral, os derivados do petróleo e o gás natural, são formados por meio de processos naturais, possivelmente pela decomposição de matéria orgânica, que transcorrem durante milhares ou milhões de anos, isto é, em uma escala de tempo geológica. Diga que, atualmente, os veículos a gasolina ou *diesel* ainda representam mais de 30% da frota circulante brasileira, e que veículos *flex*, capazes de usar álcool ou gasolina, correspondem a 67% do total da frota. Enquanto isso, a participação de veículos elétricos e híbridos ainda é muito pequena, somando 0,025% da frota total, segundo pesquisa encomendada pelo Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores em 2019.

Reforce que a gasolina e o *diesel*, por serem derivados do petróleo, fazem parte do grupo de combustíveis não renováveis e o preço deles está sujeito ao contexto geopolítico mundial. Além disso, o uso desses recursos está associado a diversos problemas ambientais, principalmente a emissão de gases de efeito estufa decorrente da queima desses combustíveis.

Destaque a necessidade atual da sociedade pela busca de fontes de energia sustentável, para que carros menos poluentes se tornem uma realidade significativa no Brasil e em todo o mundo. Diga que isso pode ter diversas vantagens ambientais, sociais e econômicas, como a diminuição de gases de efeito estufa e a melhoria da qualidade de vida.

Em seguida, proponha aos estudantes que realizem uma atividade de pesquisa na internet sobre meios alternativos de gerar energia para mover veículos de pequeno porte. Cite alguns exemplos conhecidos, como a eletricidade e os biocombustíveis, e outros mais incomuns, como o ar comprimido e a energia solar. Organize os estudantes em grupos e peça que pesquisem e listem os prós e contras de cada alternativa, buscando entender as dificuldades da fabricação em larga escala de carros com essas tecnologias. Incentive os estudantes

a pesquisar iniciativas atuais de produção desses veículos e compartilhar as informações com os colegas.

Esse momento propicia uma oportunidade de trabalho interdisciplinar. Recomenda-se a participação do professor de Química. Note que essa atividade permite trabalhar também a competência específica 3 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Em conjunto com o professor de Geografia, promova uma discussão sobre o impacto da substituição dos veículos atuais. Questione, por exemplo, se a poluição diminuiria, o que ocorreria com o consumo de outras fontes de energia e se a produção dos veículos alternativos seria mais ou menos danosa ao meio ambiente a longo prazo. Peça aos estudantes que preparem seus argumentos e promova uma discussão com a turma.

Velocidade média, velocidade instantânea e aceleração (p. 43)

Introduza os conceitos de velocidade média e velocidade instantânea dizendo que estudar os movimentos do ponto de vista da Física é fundamental para, por exemplo, analisar o desempenho de um automóvel. Evite o afastamento dos estudantes com relação ao tema, contextualizando a apresentação dos conceitos introduzidos. Como sugestão de abordagem, leia o artigo “Velocidades média e instantânea no Ensino Médio: uma possível abordagem”, indicado em *Bibliografia complementar*.

Aproveite para mencionar a importância das unidades de medida para fazer comparações e padronizar a descrição das observações. Diga que, ao longo do tempo, houve, em diversas regiões, muitos sistemas de medidas que geravam dificuldades de comunicação, principalmente para os comerciantes, e que por isso foi desenvolvido o Sistema Internacional de Unidades (SI).

Explique que, no SI, definiu-se um grupo de sete grandezas independentes, denominadas grandezas de base, a partir das quais as demais grandezas, chamadas grandezas derivadas, têm suas unidades de medida estabelecidas.

A seguir, explique que a velocidade é uma grandeza derivada medida em metro por segundo (m/s). Ressalte que, no dia a dia, quando falamos de carros se deslocando, é mais conveniente usar outra unidade: o quilômetro por hora (km/h).

A transformação entre essas duas unidades é feita a partir do fator 3,6: para passar de m/s para km/h, multiplica-se o valor original da velocidade por 3,6; para passar de km/h para m/s, divide-se o valor original por 3,6. Usamos esse fator porque 1 h é igual a 3.600 s e 1 km é igual a 1.000 m.

Energia cinética e trabalho (p. 44)

Continue a discussão introduzindo o conceito de aceleração antes de retomar a discussão sobre a relação entre energia e movimento.

Utilize suporte visual ao introduzir a equação matemática que relaciona a energia cinética de um objeto com a sua velocidade. Preferencialmente, escreva a equação na lousa, passo a passo, descrevendo as grandezas e as unidades envolvidas. Ressalte que a energia cinética deve ser igual a zero ou um valor positivo, pois a massa de um objeto é sempre um número positivo, e o quadrado da velocidade também.

Utilize a **Caixa de ferramentas** para abordar o tema de análise dimensional. Diga que essa é uma ferramenta muito útil para prever qual será a unidade de medida de alguma grandeza física. Ressalte que esse procedimento também auxilia a minimizar a necessidade de memorização das equações. Exemplifique obtendo a unidade de energia. Inclua os estudantes no processo de dedução da nova unidade. Junto com os estudantes, inspecione, com ajuda de suporte visual, a unidade do resultado do produto da massa (em kg) pelo quadrado da velocidade (em m/s). Diga que essa nova unidade, $\text{kg} \times (\text{m/s})^2$, recebe o nome de Joule (J), em homenagem ao físico britânico James Prescott Joule (1818-1889), que estudou a natureza do calor e descobriu suas relações com o trabalho mecânico.

Para aprofundamento, utilize os subsídios apresentados em *Bibliografia complementar*.

Peça aos estudantes que identifiquem a unidade da grandeza trabalho. Auxilie-os a perceber que é igual à unidade da energia.

Caso o conceito de força ainda não tenha sido explorado com profundidade, evite utilizar nomenclatura específica (como força de atrito, torque etc.), mas mencione que, no caso do movimento de um automóvel, dois fatores envolvidos no movimento são os principais responsáveis pela realização do trabalho. Pergunte aos estudantes que fatores são esses e permita que apresentem suas respostas. Auxilie-os a identificar que esses dois fatores são a queima de combustível no motor e o atrito dos pneus com o solo.

Interligações

(p. 46)

Inicie relacionando o conteúdo do boxe à vivência dos estudantes. Pergunte se alguém já assistiu a programas automobilísticos e viu reportagens sobre testes de desempenho de carros, ou se tem experiências mais próximas com o automobilismo. Permita que os estudantes discorram sobre os tipos de dados fornecidos aos telespectadores, como: velocidade alcançada em dado intervalo de tempo, aceleração máxima, tempo de frenagem etc. Ressalte que as grandezas físicas estudadas nesse capítulo são fundamentais para a realização desses testes, que são importantes tanto para o consumidor como para os fabricantes dos veículos.

Acompanhe os estudantes na leitura do boxe e auxilie-os na interpretação da tabela e do gráfico. Junto com os estudantes, leia o primeiro e o segundo parágrafos e auxilie-os na resolução da questão 1. A seguir, leia o terceiro e o quarto parágrafos e auxilie-os na resolução das questões 2 e 3.

Oriente os estudantes na resolução da atividade para reforçar a relação entre energia, massa e velocidade.

Acelerou, a velocidade variou (p. 47)

No estudo do caso em que a velocidade de um corpo varia com aceleração constante (MUV), pode ser interessante abordar a importância desse tópico do ponto de vista histórico. Para isso, utilize a Equação de Torricelli, que relaciona a aceleração constante de um corpo à distância percorrida. Para uma abordagem didática sobre esse assunto, leia o artigo “A equação de Torricelli e o estudo do movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV)” indicado em *Bibliografia complementar*.

Sugestão de atividade complementar

Sugere-se a reprodução de um experimento simples no qual o MUV pode ser observado. O roteiro do experimento é descrito no artigo “Movimento retilíneo uniformemente acelerado: uma proposta de experimento de baixo custo” (MENEZES *et al.*, 2017). O material utilizado é de fácil acesso e baixo custo: arame liso com comprimento maior que 3,0 m, miçanga de vidro, cronômetro, trena e caneta hidrográfica.

Atividade

(p. 48)

A atividade proposta possibilita o desenvolvimento de habilidades de leitura e interpretação de gráficos. Auxilie os estudantes a interpretar o gráfico necessário para resolver essa atividade. Destaque que o eixo y corresponde à velocidade e que, portanto, as retas não descrevem o caminho que o automóvel percorreu. Diga que a aceleração de cada carro corresponde à declividade da reta que representa a variação da sua velocidade.

Queda livre: gravidade agindo (p. 48)

Inicie dizendo que um carro de Fórmula 1 demora menos de 15 s para partir do repouso e atingir a velocidade de 320 km/h. Peça aos estudantes que calculem essa aceleração, considerando que seja constante (o que, na verdade, é uma aproximação). Auxilie-os utilizando a equação da aceleração do MUV, lembrando de transformar a unidade da velocidade para metros por segundo:

$$a_A = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{320 \text{ km/h}}{3,6 \cdot 15 \text{ s}} \approx 5,9 \text{ m/s}^2.$$

Em seguida, explique se uma moeda caindo livremente da sua mão até o chão sofre uma aceleração maior ou menor que a do carro de corrida. Em geral, a resposta dos estudantes será de que a aceleração da moeda é menor, uma vez que, no nosso dia a dia, raramente vemos algum corpo em queda a grandes velocidades. Esclareça que, na verdade, a aceleração da moeda é bem maior, próxima de $9,8 \text{ m/s}^2$.

Explique que todos os corpos próximos à superfície da Terra são atraídos por ela e introduza o conceito de queda livre, utilizando a ilustração na página como apoio visual. Complemente essa informação dizendo que todos os corpos massivos se atraem mutuamente devido à força da gravidade. Quando um corpo cai, essa é a força que realiza trabalho, causando uma aceleração para baixo e fazendo o corpo sair do repouso e se deslocar com velocidade crescente.

Como sugestão, assista com os estudantes ao vídeo *Queda livre do martelo e da pena na Lua*, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=v4W3iUY7QMs>> (acesso em: 3 ago. 2020), para mostrar o experimento realizado por um astronauta da missão Apollo 15 em 1971, no qual um martelo e uma pena são soltos próximos à superfície da Lua. Explique que os dois objetos atingem a superfície simultaneamente porque, na Lua, a resistência que a atmosfera oferece ao movimento dos corpos é desprezível. Pergunte aos estudantes se o mesmo fenômeno seria verificado na Terra. Permita que aporem respostas com base nas suas experiências do dia a dia. Explique que, na Terra, o ar impõe maior ou menor

resistência à queda dependendo da forma dos objetos. Explique que, na Terra, isso só se verificaria em experimentos realizados em tubos de vácuo, nos quais a resistência do ar é eliminada quase por completo.

Complemente que, na Terra, desprezando quaisquer outras forças além da gravidade, o movimento de queda livre é uniformemente variado, com aceleração de valor aproximadamente igual a $9,8 \text{ m/s}^2$.

Ressalte que a gravidade continua agindo mesmo quando um corpo está subindo, após ser lançado para cima. Diga que, nessa situação, a força da gravidade está realizando trabalho contrário ao movimento do corpo, ou seja, o corpo perde energia cinética, tendo sua velocidade diminuída a uma taxa de $9,8 \text{ m}$ a cada segundo até inverter o sentido do movimento e começar a cair.

Interligações

(p. 51)

Leia o texto com os estudantes. Explique que Galileu Galilei foi um físico, matemático, astrônomo e filósofo italiano que tinha um grande interesse no estudo dos movimentos. Ele teorizou que corpos de massa e geometria diferentes soltos da mesma altura no vácuo cairiam com a mesma aceleração e, portanto, chegariam juntos ao solo.

Galileu queria encontrar uma regra matemática para descrever como a velocidade dos corpos variava durante a queda, já que não dispunha de sensores de velocidade como os radares que existem hoje em dia. Então, ele formulou uma hipótese, supondo uma expressão matemática que poderia descrever a variação das velocidades com base na distância percorrida pelos objetos em seu experimento em um dado intervalo de tempo, já que, ao contrário da velocidade, as distâncias e os tempos podiam ser medidos experimentalmente.

O conteúdo pode ser aprofundado a partir de uma abordagem histórica, propiciando uma oportunidade de trabalho interdisciplinar e permitindo valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, conforme a competência geral 1 da Educação Básica. Recomenda-se a participação de um professor de História ou Filosofia.

Para a aproximação ao tema, assista com os estudantes à animação *Galileu Galilei*, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Uxko6UMN0xl>> (acesso em: 3 ago. 2020). Em seguida, proponha uma roda de conversa sobre os avanços do conhecimento científico e sobre como os novos conhecimentos propiciam novas tecnologias e afetam a sociedade. Note que esta atividade permite trabalhar a competência específica 3 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

A energia potencial gravitacional (p. 52)

Utilize as perguntas propostas para introduzir o conceito de energia potencial gravitacional com a participação dos estudantes.

As perguntas propostas para analisar o salto do paraquedista possibilitam que os estudantes identifiquem a relação entre massa, deslocamento vertical e energia gravitacional. Faça as perguntas e permita que os estudantes ofereçam respostas voluntárias antes de introduzir a relação matemática $E_p = mgh$.

Aproveite a atividade para orientar os estudantes a utilizar esquemas gráficos e desenhos para auxiliar na resolução de exercícios.

Conservação da energia (p. 54)

Ao iniciar o item, explique que esse conceito é um dos mais importantes da Física. Destaque que, para aplicar corretamente esse conceito, é necessário identificar o sistema que está sendo investigado, pois a conservação de energia se aplica no caso de sistemas isolados. Por exemplo, para descrever o salto de um paraquedista, precisamos considerar o sistema Terra-paraquedista, pois a energia potencial gravitacional armazenada pelo paraquedista antes do salto se deve à atração gravitacional da Terra.

Energia e potência (p. 55)

O assunto desenvolvido no tópico permite explorar com maior profundidade a questão do consumo consciente de energia elétrica. Como aproximação ao tema, peça aos estudantes que pesquisem na internet a potência média de diversos aparelhos residenciais e comerciais. Solicite que façam uma lista com esses dados e anotem no caderno para que possam ser usados posteriormente no item **Como é calculado o consumo de energia elétrica?**

ATIVIDADE PRÁTICA

(p. 57)

Essa atividade explora o potencial do movimento do corpo humano como fonte de energia limpa. Com os estudantes, leia o texto do boxe e pergunte se eles já tinham ouvido falar sobre essa possibilidade. Diga que, no experimento que realizarão, os estudantes vão descobrir a variação da energia associada ao trabalho realizado para subir uma escada.

Incentive-os a se envolverem mostrando que é possível transformar energia potencial e energia cinética em elétrica. Para isso, assista com eles ao vídeo *Experimentos motivacionais de Física*, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=iCEMmQBgkY0>> (acesso em: 3 ago. 2020). No vídeo, o experimentador realiza trabalho sobre uma manivela, levantando um recipiente com areia. Ao cair, a energia potencial do sistema Terra-areia é convertida em energia elétrica, que é então utilizada para ativar um pequeno ventilador e carregar uma bateria. Ressalte que tudo se iniciou com a realização de trabalho por parte do experimentador.

Auxilie os estudantes a coletar os dados experimentais. Destaque que a etapa de coleta de dados é muito importante para a consistência dos resultados do experimento. Organize-os em grupos para realizar o experimento proposto. Siga os procedimentos:

1. Oriente os grupos a escolher um estudante para ficar responsável por operar o cronômetro e outro para subir as escadas.
2. Verifique a obtenção do valor da altura associada ao deslocamento. Deve-se levar em conta o deslocamento vertical e não o deslocamento ao longo da escada.
3. Oriente os estudantes a utilizar o fato de que o trabalho, nesse caso, é igual à variação da energia potencial. Tome o nível de saída como o nível zero da energia potencial.

- Se uma escada rolante fosse utilizada, o valor do trabalho seria o mesmo, mas teria sido realizado pelo motor da escada, não pelo estudante.
- Para obter a potência, divida o trabalho realizado pelo tempo necessário para subir a escada.
- Divida o resultado obtido no item anterior por 100 para descobrir quantas lâmpadas de 100 W poderiam ser mantidas acesas durante 1 s.

Como sugestão, peça a diferentes estudantes do grupo que subam a escada enquanto são cronometrados. Então, peça ao grupo que avalie as diferenças nas potências calculadas a partir do tempo de subida de diferentes estudantes.

Em conjunto com o professor de Geografia, proponha aos estudantes que identifiquem espaços públicos em sua cidade ou região onde possam ser implementadas iniciativas similares. Por exemplo, equipamentos de academias populares a céu aberto ou um calçadão com grande movimento de pedestres poderiam ser preparados para carregar baterias que gerem energia para iluminar esse locais à noite.

Como é calculado o consumo de energia elétrica? (p. 58)

Resalte que saber calcular o consumo dos aparelhos pode ajudar a reduzir o valor da conta de energia e evitar o desgaste de eletrodomésticos. Peça aos estudantes que utilizem os dados pesquisados no item **Energia e potência** para calcular o consumo dos equipamentos e descobrir quais gastam mais energia nas residências.

Auxilie os estudantes a retomar o conteúdo sobre trabalho, energia e potência por meio da resolução das atividades propostas.

Interligações (p. 59)

Após a realização da atividade, os estudantes estarão familiarizados com a transformação de energia potencial em energia elétrica. Explique que esse é o processo básico de geração de energia nas usinas hidrelétricas.

Avaliação

Para realizar uma avaliação formativa, sugere-se confirmar a aprendizagem do conteúdo por meio de uma avaliação objetiva. Proponha aos estudantes que resolvam situações-problema baseadas nas atividades propostas ao longo do capítulo. Lembre-se que uma avaliação objetiva não precisa exigir a memorização de conteúdo. Portanto, avalie permitir que os estudantes consultem seus cadernos ou o livro didático.

Como sugestão, considere também no processo avaliativo as atividades realizadas durante todo o desenvolvimento do capítulo, a fim de ponderar a evolução de cada estudante. Para isso, ao iniciar o capítulo, proponha aos estudantes que criem um portfólio no qual possam registrar as resoluções das atividades.

Bibliografia complementar

- COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS: carvão, petróleo e gás natural. Publicado pelo canal Café com química - Prof Michel. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=UkxZzSBX2-w>>. Acesso em: 3 ago. 2020.

Neste vídeo, o professor Michel Arthaud, doutor em Geologia, discute com uma linguagem bastante acessível a respeito de combustíveis fósseis: quais são os principais combustíveis, as utilidades principais do carvão mineral, do petróleo e do gás natural e a distribuição das matrizes energéticas no mundo.

- Fontes de energia renováveis: tudo o que você precisa saber. Portal Solar. Disponível em: <<https://www.portalsolar.com.br/fontes-de-energia-renovaveis.html>>. Acesso em: 8 jun. 2020. Como contraponto à referência ao vídeo sobre combustíveis fósseis, esse texto apresenta definições e aplicações das principais fontes de energia renováveis utilizadas no Brasil e no mundo.
- Velocidades média e instantânea no Ensino Médio: uma possível abordagem. SINDIPEÇAS. *Relatório da Frota Circulante – edição 2019*. Disponível em: <https://www.sindipecas.org.br/sindinews/Economia/2019/RelatorioFrotaCirculante_Maio_2019.pdf>. Acesso em: 27 maio 2020.

O professor pode apresentar os gráficos e tabelas do relatório aos estudantes ao falar sobre a necessidade de considerar fontes de energia alternativa para que carros menos poluentes se tornem uma realidade significativa no Brasil e em todo o mundo.

- LIMA, L. G. O estudo do movimento retilíneo uniforme dos corpos através da leitura de trechos da 2ª Jornada do livro *Diálogo sobre os Dois Máximos Sistemas do Mundo Ptolomai-co e Copernicano*, de Galileu Galilei. *Física na Escola*, v. 13, n. 1, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol13/Num1/a08>>. Acesso em: 28 maio 2020.

No artigo, o autor discute o ensino de cinemática por meio de uma proposta diversificada, que objetiva uma interdisciplinaridade entre Física e Literatura, utilizando textos históricos de Galileu a respeito do movimento dos corpos.

- MACEDO, M. A. R. A equação de Torricelli e o estudo do movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 4307-1-4307-5, out./dez. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=5S1806-11172010000400007&lng=en&nrm=5iso>. Acesso em: 28 maio 2020.

Nesse artigo, os autores fazem um resgate do papel histórico de Evangelista Torricelli e analisam a maneira como essa equação é apresentada no Ensino Médio. Esta referência mostra como a história da Física pode contribuir para dar maior significado ao estudo de determinados conceitos científicos.

- MENEZES, V. M. M.; RIBEIRO, A. D. R.; TECHIO, J. G. O., REVILIAU, S. M. Movimento retilíneo uniformemente acelerado: uma proposta de experimento de baixo custo. *Revista Brasileira de Iniciação Científica*, Itapetininga, v. 4, n. 2, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.itp.ifsp.edu.br/index.php/IC/article/view/416>>. Acesso em: 28 maio 2020.

Nesse artigo, os autores propõem um experimento de baixo custo para investigar experimentalmente o movimento retilíneo uniformemente acelerado em sala de aula. Uma vez que o atrito não afeta significativamente os resultados, esta atividade é uma alternativa ao experimento clássico com utilização do trilho de ar com plano inclinado, que utiliza equipamentos de custo elevado.

- SILVA, F.W.O. O ensino da análise dimensional. *Física na Escola*, Belo Horizonte, v. 14, n. 1, 2016. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol14/Num1/fne-14-1-a12.pdf>. Acesso em: 27 maio 2020.

Nesse artigo, o autor aborda a importância da análise dimensional no ensino de Física.

- SOUZA, P.V.S.; DONANGELO, R. Velocidades média e instantânea no Ensino Médio: uma possível abordagem. *Revista brasileira de ensino de Física*, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 1-6, set. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172012000300017&lng=en&nrm=5iso>. Acesso em: 27 maio 2020.

Nessa leitura recomendada para o professor como subsídio para o estudo da velocidade e da aceleração, os autores discutem uma abordagem alternativa para apresentar esses conceitos pautada no construtivismo e no ensino por investigação.

Resoluções

Interligações

(p. 46)

1. a) Encontre o valor da aceleração média do modelo 1 utilizando a equação da aceleração média. Substitua os valores dados na primeira linha da tabela, na coluna referente ao modelo 1, transformando a unidade da velocidade para m/s:

$$v_i = 0, v_f = 100 \text{ km/h} = \frac{100}{3,6} \text{ m/s}, t_i = 0, t_f = 12,3 \text{ s}$$

$$\text{Com isso: } a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{100}{3,6 \cdot 12,3} \text{ m/s}$$

$$\therefore a_m \approx 2,2 \text{ m/s}.$$

- b) Utilize a equação da velocidade média junto com os dados apresentados na segunda linha da tabela, na coluna referente ao modelo 2.

Dados: $\Delta s = 1.000 \text{ m}$, $\Delta t = 34,2 \text{ s}$, tem-se:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{1.000}{34,2} \approx 29,2 \text{ m/s}^2.$$

- c) Utilize novamente a equação da aceleração média, desta vez, com os dados apresentados na segunda linha da tabela, na coluna referente ao modelo 3.

Transformando a unidade da velocidade de km/h para m/s:

$$\Delta v = \frac{147,6 \text{ m/s}}{3,6} = 41 \text{ km/h}.$$

$$\text{Segue que: } a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{41}{34,4} \approx 1,2 \text{ m/s}^2.$$

2. No gráfico, observe que, para os três modelos, os valores máximos no eixo y (distância média) atingidos em superfície seca e em superfície molhada, são maiores no caso de pista molhada. Assim, todos os modelos apresentaram melhor *performance* em superfície seca. Isso se justifica pelo fato de o atrito entre os pneus e o solo ser menor se a superfície estiver molhada.
3. Observe no gráfico que o modelo D percorreu a menor distância entre o início da frenagem e a parada completa, portanto, este modelo apresenta a melhor *performance* nesse quesito.

Atividade

(p. 46)

1. a) Observe que as duas bolas se movem com a mesma velocidade, mas a bola de futebol tem maior massa que a bola de tênis. De acordo com a equação da energia cinética, a bola de futebol tem maior energia cinética. Portanto, a bola de futebol precisará perder mais energia para parar por meio da ação de uma força que exerça trabalho sobre ela.

- b) A intensidade da força contrária ao movimento que deve ser aplicada sobre a bola de tênis para pará-la é menor que a intensidade da força que deve ser exercida sobre a bola de futebol, sendo, portanto, mais seguro apanhar a primeira bola.

- c) Recorde que o trabalho é igual à variação da energia cinética. Uma bola de tênis padrão tem massa variando entre 56,7 g e 58,5 g. Utilizando a maior massa possível e a equação da variação de energia, é possível encontrar o valor máximo do trabalho realizado para parar a bola e assim dar aos estudantes uma ideia da ordem de grandeza da energia envolvida no processo de parar uma bola. Realize as transformações de unidades adequadas:

$$m = 58,5 \text{ g} = \frac{58,5}{1.000} \text{ kg}, 100 \text{ km/h} = \frac{100}{3,6} \text{ m/s}$$

Substitua os valores na equação que relaciona trabalho e energia cinética, lembrando que a velocidade final é zero:

$$\tau = \Delta E_c = \frac{mv_f^2}{2} - \frac{mv_i^2}{2} =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{58,5}{1.000} \cdot 0^2 - \frac{1}{2} \cdot \frac{58,5}{1.000} \cdot \left(\frac{100}{3,6}\right)^2 \therefore \tau \approx -22,6 \text{ J}$$

Explique aos estudantes que o sinal negativo indica que o trabalho é realizado no sentido contrário ao movimento, pois tem o objetivo de parar a bola. Ressalte que, embora a energia cinética sempre seja positiva, sua variação pode ter sinal negativo. Isso significa que o corpo perdeu energia cinética, ou seja, que a velocidade do corpo diminuiu.

Atividade

(p. 48)

1. a) Compare as retas A e B apresentadas no gráfico e perceba que a inclinação da reta B é maior que a da reta A, isto é, que a partir do ponto inicial comum ($t = 0$), para certo intervalo de tempo t diferente de zero, a reta B sempre representa uma variação de velocidade maior do que a variação representada pela reta A. Logo, o automóvel B tem aceleração maior.

- b) Para calcular o valor da aceleração de cada automóvel, use a equação da aceleração e substitua os termos da equação com os pertinentes dados

graficamente: para o automóvel A, $\Delta v_A = 8 \text{ m/s}$ e, para o automóvel B, $\Delta v_B = 20 \text{ m/s}$. Para ambos, $\Delta t = 4 \text{ s}$. Logo:

$$a_A = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_{f,A} - v_{i,A}}{t_{f,A} - t_{i,A}} = \frac{8 - 0}{4 - 0} \therefore a_A = 2 \text{ m/s}^2 \text{ e}$$

$$a_B = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_{f,B} - v_{i,B}}{t_{f,B} - t_{i,B}} = \frac{20 - 0}{4 - 0} \therefore a_B = 5 \text{ m/s}^2$$

- c) Note que a obtenção do valor médio das velocidades do automóvel A durante o movimento é direta, basta aplicar os dados à equação:

$$m_A = \frac{8 + 0}{2} = 4 \therefore m_A = 4 \text{ m/s}$$

- d) A distância percorrida pelo automóvel A é obtida por substituição direta dos valores na equação. Além dos valores dados no gráfico, é necessário usar a resposta do item c.

$$d_A = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2} = 0 \cdot 4 + \frac{2 \cdot 4^2}{2} \therefore d_A = 16 \text{ m}$$

- e) A resolução desta questão é análoga à anterior:

$$d_B = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2} = 0 \cdot 4 + \frac{5 \cdot 4^2}{2} \therefore d_B = 40 \text{ m}$$

- f) Denote a diferença entre as distâncias percorridas pelos dois automóveis de Δd . Explique que, para obter o valor de Δd , supondo que os automóveis seguem na mesma direção, basta calcular a diferença entre as distâncias percorridas em $t = 6 \text{ s}$. Utilize a equação da distância:

$$d_A = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2} = 0 \cdot 6 + \frac{2 \cdot 6^2}{2} \therefore d_A = 36 \text{ m e}$$

$$d_B = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2} = 0 \cdot 5 + \frac{5 \cdot 6^2}{2} \therefore d_B = 90 \text{ m}$$

Com os valores d_A e d_B , calcule o resultado desejado:

$$\Delta d = d_B - d_A = 90 - 36 \Rightarrow \Delta d = 54 \text{ m}$$

Interligações

(p. 51)

1. Sabemos que, em queda livre, a variação da velocidade de um corpo é aproximadamente $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Assim, igualando $d = k \cdot t^2$ com $d = \frac{g \cdot t^2}{2}$, temos:

$$k \cdot t^2 = \frac{g \cdot t^2}{2} \Rightarrow k \cdot t^2 = \frac{9,8 \cdot t^2}{2} \therefore k \approx 4,9 \text{ m/s}^2$$

Atividades

(p. 52)

1. a) Faça um desenho esquemático correspondente ao prédio, indicando a posição $s_0 = 0 \text{ m}$ no topo do edifício e $s = 31,25 \text{ m}$ na base. Diga que essa escolha se deve a escolher orientar a trajetória para baixo, com a origem fixada no alto do edifício. Para o tempo que a pedra demora para atingir o solo utilize a equação do deslocamento no movimento uniformemente variado, com $s_0 = 0 \text{ m}$; $s = 31,25 \text{ m}$; $v_0 = 0 \text{ m/s}$; $a = 10 \text{ m/s}^2$. Assim:

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow 31,25 = \frac{10t^2}{2} \Rightarrow t^2 = \frac{31,25}{5}$$

$$\therefore t = 2,5 \text{ s}$$

- b) Para calcular a velocidade com que a pedra atinge o solo, utilize a equação da aceleração, com $t = 2,5 \text{ s}$.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} \Rightarrow v_f = v_0 + at \Rightarrow v = 10 \cdot 2,5$$

$$\therefore v = 25 \text{ m/s}$$

- c) Utilize mais uma vez a equação do deslocamento no MUV, com $s_0 = 0 \text{ m}$; $v_0 = 0 \text{ m/s}$; $a = 10 \text{ m/s}^2$ e $t = 2 \text{ s}$, para obter a distância que a pedra percorre em 2 s:

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow s = \frac{10 \cdot 2^2}{2} \therefore s = 20 \text{ m}$$

Utilize o esquema desenhado na resolução da questão 1. a) para indicar essa posição ao longo do eixo, a partir do topo. Por fim, indique no esquema a altura h , em relação ao solo como sendo a distância entre a posição indicada por s e a base do edifício:

$$h = 31,25 - s \Rightarrow h = 31,25 - 20 \therefore h = 11,25 \text{ m}$$

2. a) Oriente o eixo vertical de baixo para cima. A velocidade após 1 s será:

$$v_f = v_0 - g \cdot t \Rightarrow v_f = 12 - 10 \cdot 1 \Rightarrow v_f = 2 \text{ m/s}$$

- b) No ponto mais alto a velocidade é nula, logo $v_f = 0$. O tempo do lançamento até que a velocidade se anule é: $v_f = v_0 - g \cdot t \Rightarrow 0 = 12 - 10 \cdot t \Rightarrow t = 1,2 \text{ s}$

- c) A altura máxima é:

$$h = v_0 t - \frac{g \cdot t^2}{2} = 12 \cdot 1,2 - \frac{10 \cdot 1,2^2}{2} \Rightarrow h = 7,2 \text{ m.}$$

- d) O tempo total é a soma do tempo de subida e do tempo de descida que são idênticos, logo: $t_{\text{total}} = 2,4 \text{ s}$.

Atividades

(p. 58)

1. O trabalho realizado pelo peso equivale à energia potencial adquirida pelo conjunto ao ser elevado à altura de 5 m:

$$4.250 = m_{\text{conjunto}} \cdot g \cdot h \Rightarrow 4.250 = m_{\text{conjunto}} \cdot 10 \cdot 5$$

$$\therefore m_{\text{conjunto}} = 85 \text{ kg}$$

Sendo $m_{\text{conjunto}} = m_{\text{atriz}} + m_{\text{fantasia}} + m_{\text{plataforma}}$, obtemos:

$$85 = m_{\text{atriz}} + 10 + 15 \therefore m_{\text{atriz}} = 60 \text{ kg}$$

2. Note que o sistema é dissipativo, pois há atrito entre a criança e a superfície da rampa. Isso implica que a energia mecânica associada à criança na posição A não será conservada, ou seja, será diferente no ponto B. A variação de energia mecânica, neste caso, ocorre devido ao trabalho da força de atrito. Sejam E_{c_A} e E_{pg_A} , respectivamente, energia cinética da criança e energia potencial no ponto A. Considerando que a criança parte do repouso, $E_{c_A} = 0$, a energia mecânica no ponto A é:

$$E_{\text{Mec}_A} = E_{c_A} + E_{pg_A} \Rightarrow E_{\text{Mec}_A} = 40 \cdot 10 \cdot 4 \therefore E_{\text{Mec}_A} = 1.600 \text{ J}$$

Por outro lado, a energia mecânica no ponto B é:

$$E_{\text{Mec}_B} = E_{c_B} + E_{pg_B}$$

Tomando o ponto B como a referência da energia potencial nula, ou seja, $E_{pg_B} = 0$, tem-se:

$$E_{\text{Mec}_B} = \frac{40 \cdot v_B^2}{2}$$

Sabendo que a variação da energia mecânica é igual ao trabalho realizado pela força de atrito ($\tau_{\text{Fat.}} = -1.200 \text{ J}$), tem-se:

$$\tau_{\text{Fat.}} = E_{\text{Mec.}_B} - E_{\text{Mec.}_A} \Rightarrow -1.200 = \frac{40 \cdot v_B^2}{2} - 1.600 \Rightarrow \\ \Rightarrow 400 = \frac{40 \cdot v_B^2}{2} \Rightarrow v_B^2 = 4,5 \text{ m/s} \approx 16 \text{ km/h}$$

Note que se trata de um valor de velocidade baixo, adequado à segurança da criança.

3. O trabalho da força peso para deslocar a água até a base da cachoeira é dado por:

$$\tau = P \cdot d \cdot \cos 0^\circ \Rightarrow \tau = m \cdot g \cdot h \cdot 1$$

O valor da massa de água que cai durante 1 s pode ser estimado utilizando os valores da densidade da água e da vazão com que a água jorra, ou seja:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow 1 \cdot 10^3 \therefore m = 1 \cdot 10^6 \text{ kg}$$

Assim:

$$\tau = m \cdot g \cdot h \Rightarrow \tau = 1,0 \cdot 10^6 \cdot 15 \therefore \tau = 1,5 \cdot 10^8 \text{ J}$$

Esse trabalho foi realizado em 1 s, pois foi calculado utilizando o peso de água que cai por segundo. Então, teremos:

$$P = \frac{\tau}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{1,5 \cdot 10^8}{1} \Rightarrow P = 1,5 \cdot 10^8 \text{ W}$$

Logo: $P = 1,5 \cdot 10^2 \text{ MW}$.

Esse valor de potência é teórico. Sempre haverá perdas, portanto, nem todo o trabalho da força peso será aproveitado.

4. A potência de 1 HP corresponde a 745,7 W, logo, o rendimento é dado por:

$$\frac{P_{\text{real}}}{P_{\text{nominal}}} \Rightarrow 0,85 = \frac{P_{\text{real}}}{745,7} \therefore P_{\text{real}} = 633,85 \text{ W}$$

A potência média é:

$$P_m = \frac{E}{t}$$

Como 1 minuto é igual a 60 segundos, podemos encontrar a massa de água que é bombeada nesse tempo:

$$P_m = \frac{E}{t} \Rightarrow P_m = \frac{mgh}{t} \Rightarrow 633,85 = \frac{m \cdot 10 \cdot 6}{60} \Rightarrow \\ \Rightarrow m = 633,85 \text{ kg}$$

Como 1 litro de água tem massa igual a 1 kg, temos o volume de 633,85 litros bombeados pelo motor.

Interligações

(p. 59)

1. A energia potencial gravitacional do sistema Terra-água acumulada na barragem é transformada em energia cinética à medida que a água passa pelas tubulações da usina, fazendo girar as paletas da turbina. No gerador, essa energia cinética é transformada em energia elétrica por meio da indução eletromagnética, e então distribuída pelas linhas de transmissão.
2. Dado que a densidade da água é 1 kg por litro e que um m^3 tem aproximadamente 1.000 kg de água, a energia potencial é:
- $$E_p = mgh = 1.000 \cdot 10 \cdot 196 = 1,96 \cdot 10^6 \text{ J}$$

1. Alternativa c. Considerando pequenos deslocamentos, tem-se que $\Delta s = v\Delta t$. Essa expressão corresponde a uma função linear de coeficiente angular igual a v , ou seja, uma reta com inclinação v . Imaginando retas tangentes à curva em cada ponto dado, percebe-se que a inclinação é menor no ponto M e maior no ponto L. Assim, a velocidade é menor no ponto M e maior no ponto L.

2. Alternativa b. Sejam A a posição de maior altura e B a posição de menor altura. Considere a origem do sistema no ponto B e escolha esse ponto como referência para energia potencial nula. A altura do ponto A com relação ao ponto B é $h = 0,8 \text{ m}$. No ponto A, a velocidade da criança é nula. Isto é, só há energia potencial. No ponto B, a velocidade da criança é máxima e a energia potencial é nula. Usando a lei da conservação de energia mecânica, tem-se:

$$\frac{m \cdot v_A^2}{2} = m \cdot g \cdot h \Rightarrow v_A = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,8}$$

$$\therefore v_A = 4 \text{ m/s.}$$

Na atividade 2 o estudante deve analisar a energia mecânica do sistema em função de duas componentes: a energia potencial gravitacional e a energia cinética. Além disso, pelo princípio da conservação da energia mecânica, a análise é decomposta em dois momentos: energia mecânica final e energia mecânica inicial. Durante a resolução, ao observar e resolver os cálculos para essas decomposições tanto da energia potencial gravitacional quanto da energia cinética, resolve-se o problema inicialmente proposto, que é determinar a velocidade do balanço quando a criança estiver no ponto mais baixo da trajetória. Decompor um problema em partes ou etapas mais simples para, então, chegar a um resultado do problema inicial dialoga com o pilar da **decomposição** do pensamento computacional.

3. Alternativa b. A energia potencial da criança sentada na ponta esquerda da gangorra é mgh_E , enquanto a energia potencial da criança sentada na ponta esquerda da gangorra é mgh_D , onde h_E e h_D são, respectivamente, a altura de cada criança com relação ao solo em um dado instante de tempo. Tem-se que energia potencial total é $E_{p_{\text{total}}} = mgh_E + mgh_D$.

Considerando a posição de equilíbrio h , ou seja, a posição em que a altura das duas é a mesma em relação ao solo ($h = h_E = h_D$), tem-se que $E_{p_{\text{total}}} = mgh + mgh = 2mgh$. Além disso, quando uma criança desce uma altura d , a outra sobe a mesma altura d , de forma que, em qualquer instante,

$$E_{p_{\text{total}}} = mg(h - d) + mg(h + d) = \\ = mgh - mgd + mgh + mgd = 2mgh.$$

Ou seja, a energia potencial gravitacional total será constante e diferente de zero durante a subida e descida das crianças na gangorra.

Capítulo 3

Calor é energia

Professor indicado

Recomenda-se que esse capítulo seja trabalhado pelo professor de Física.

BNCC – competências e habilidades trabalhadas

Estão indicadas a seguir, a partir da BNCC, competências gerais, competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, assim como competências específicas de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, cujo desenvolvimento é favorecido no capítulo. Para isso, são apontados os momentos em que seu trabalho pode ser propício.

Competência geral	Justificativa	Página
1	A obra evidencia que é elaborada a partir de conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, estimulando o estudante a entender e explicar a realidade que o cerca.	Todo o capítulo
2	Conceitos de termofísica são utilizados pelos estudantes para investigar diversos fenômenos cotidianos, como o funcionamento de aquecedores solares, para compreenderem a construção e a operação desses equipamentos. As perguntas propostas permitem a reflexão acerca de questões como a escolha dos materiais para diferentes finalidades.	69

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
1	EM13CNT101	São exploradas situações em que fenômenos térmicos são utilizados para realizações de tarefas cotidianas que priorizam o desenvolvimento sustentável e o uso consciente dos recursos naturais, sem a utilização de qualquer combustível que agrida o meio ambiente.	67 e 69
	EM13CNT102	O estudante é convidado a realizar previsões e avaliar intervenções em um sistema térmico para aquecimento de água, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento.	69
	EM13CNT105	Os conteúdos permitem aos estudantes interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre ciclos da natureza, para promover ações individuais e coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.	64 e 67
2	EM13CNT205	Os conceitos discutidos permitem ao estudante interpretar o funcionamento da estufa e compará-lo com a atmosfera, reconhecendo os limites explicativos das ciências.	67
3	EM13CNT301	As atividades permitem aos estudantes elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregando 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.	79

Competência específica de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	Justificativa	Página
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.	Os conteúdos permitem uma abordagem sobre fenômenos climáticos que se relacionam ou não com a interferência humana no ambiente. O estudo dos aquecedores solares contribui para o desenvolvimento dessa competência, pois se relaciona a hábitos voltados à sustentabilidade, como a economia de energia elétrica.	67 a 69

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

O estudante deve dominar alguns conhecimentos dos anos finais do Ensino Fundamental, especialmente no que diz respeito a energia e calor. Isso inclui as habilidades:

- (EF07CI02) Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmico cotidianas.
- (EF07CI03) Utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana, explicar o princípio de funcionamento de alguns equipamentos (garrafa térmica, coletor solar etc.) e/ou construir soluções tecnológicas a partir desse conhecimento.
- (EF09CI01) Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.

Alguns conceitos do capítulo 2 também são requeridos, como os de energia e potência.

Objetivos do capítulo

Ao final deste capítulo, o estudante deverá ser capaz de:

- Reconhecer o conceito de calor como energia em trânsito devido à diferença de temperatura entre corpos.
- Reconhecer o conceito de temperatura como grandeza associada ao grau de agitação térmica média das partículas de um sistema.
- Analisar situações cotidianas e fenômenos naturais em que ocorram processos de propagação de calor (condução, convecção ou radiação) e identificar o(s) processo(s) envolvido(s) em cada uma dessas situações.
- Estabelecer relações entre diferentes escalas termométricas.
- Reconhecer calor específico como uma grandeza física associada à característica de uma substância para receber ou ceder calor.
- Aplicar a equação fundamental da calorimetria na resolução de situações-problema.
- Relacionar as grandezas físicas quantidade de calor e energia mecânica por meio do estabelecimento do equivalente mecânico do calor.

Esse capítulo tem como objetivo apresentar aos estudantes conceitos fundamentais da termofísica: escalas de temperatura (Celsius, Fahrenheit e Kelvin), calor, equilíbrio térmico, processos de transmissão de calor (condução, convecção e radiação), calor específico, equação fundamental da calorimetria e equivalente mecânico do calor de Joule. Eles são fundamentais para a compreensão de uma série de fenômenos que ocorrem no seu cotidiano.

Sugestões metodológicas

Para começo de conversa

(p. 62)

A abertura do capítulo traz algumas frases normalmente usadas na linguagem cotidiana. Leia-as com os estudantes e faça uma sondagem sobre como eles interpretam os conceitos envolvidos nessas afirmações. O objetivo é fazê-los perceber como conceitos científicos são usados no dia a dia e as imprecisões que há nesse uso. Comente que as frases serão analisadas ao longo do andamento do capítulo. Em seguida, faça as perguntas que aparecem abaixo da imagem. Avalie as respostas sobre a temperatura do banho e comente que esses valores podem variar de uma pessoa para outra e de acordo com a época do ano.

Ao tratar de percepção da temperatura, destaque que as sensações de quente ou frio são subjetivas. A orientação de especialistas para o banho é de uma temperatura em torno de 37 °C, por se assemelhar à nossa temperatura corporal, em qualquer época do ano. Há vantagens e desvantagens em temperaturas mais altas e mais baixas, como lista a reportagem disponível em: <<https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2017/09/13/banho-quente-frio-ou-frio-qual-e-a-melhor-temperatura-para-o-seu-corpo.htm>> (acesso em: 8 jun. 2020).

Temperatura, equilíbrio térmico e calor (p. 62)

Inicie a discussão dos conceitos de temperatura, equilíbrio térmico e calor, tópicos fundamentais dessa parte do capítulo. Uma possibilidade para iniciar essa discussão é comentar que, na sala de aula, ainda que a temperatura ambiente seja a mesma para todos, cada estudante está usando um tipo de roupa, como bermudas, calças, camisetas e blusas, e que a sensação de quente ou frio de cada um deles é subjetiva e não permite caracterizar precisamente a temperatura ambiente. Por isso, é necessário que se estabeleça uma grandeza física, a temperatura. Ela é definida com base no estado de agitação das partículas. O instrumento de medida dessa grandeza é o termômetro, bastante conhecido pelos estudantes para medição da temperatura corporal.

A situação de equilíbrio térmico mencionada no texto pode ser explicada comentando que, quando são colocados em contato o café quente com o leite frio, parte da energia de agitação das partículas do café quente é transferida para o leite frio. O café, por perder parte dessa energia, tem sua temperatura diminuída; o leite, ao receber essa energia, tem sua temperatura aumentada. Esse fluxo de energia se manterá até que o estado de agitação médio das partículas do café e do leite seja o mesmo, indicando que estão à mesma temperatura.

Assim, atinge-se o equilíbrio térmico quando a quantidade de energia perdida por uma das substâncias é igual à quantidade de energia que ela recebe. A lei zero da termodinâmica está relacionada a esse conceito de equilíbrio térmico entre os corpos.

Aproveite essa discussão do equilíbrio térmico para explicar que a energia que flui do café quente para o leite frio recebe o nome de calor. Reforce a ideia de que calor é uma energia em trânsito devido a uma diferença de temperatura, e que esse fluxo de energia se estabelece espontaneamente de regiões de maior temperatura para regiões de menor temperatura. Logo, calor não é algo que possa ser guardado ou armazenado. Por se tratar de um tipo de energia, o calor deve ser medido em Joule, no Sistema Internacional. Há outra unidade, largamente utilizada, a caloria, comentada na **Caixa de ferramentas**. Se julgar necessário, explique que a caloria é definida como a quantidade de energia necessária para variar a temperatura de 14,5 °C para 15,5 °C de 1 g de água, sob pressão de um 1 atm. Esclareça que uma caloria é aproximadamente igual a 4,184 J.

Para mais informações sobre a definição de caloria e a sua relação com o Joule, consulte o *site* Caloria, disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~dschulz/web/caloria.htm>> (acesso em: 28 maio 2020).

Comente que a caloria é uma unidade bastante empregada nos rótulos que informam os valores nutricionais dos alimentos. Representada como Cal (com C maiúsculo), a quilocaloria é equivalente a 1.000 calorias.

Retome as frases da seção **Para começo de conversa**, para avaliá-las agora à luz dos conceitos discutidos.

Comece a discussão comentando que há diferentes maneiras pelas quais o calor pode fluir de uma região para outra. Use as perguntas do primeiro parágrafo da página 65 para estimular os estudantes a pensarem sobre essa transmissão de calor.

Comunicando ideias (p. 64)

Estimule os estudantes a debaterem coletivamente sobre a questão que é proposta nessa seção. Espera-se que eles percebam que, como o volume da água dobra e a variação de temperatura é um pouco maior, o tempo necessário para a realização da tarefa será maior do que o dobro daquele dado.

Condução térmica (p. 65)

Use o exemplo apresentado para questionar os estudantes sobre o motivo de as roupas minimizarem nossa sensação de frio num dia de baixa temperatura. É provável que as respostas envolvam a noção de que “as roupas nos esquentam”. Retome aqui o conceito de calor e explique que, nos dias frios, há um fluxo de calor do nosso corpo para o ambiente, pois a nossa temperatura corporal é maior do que a do local onde estamos e, por isso, temos a sensação de frio. As roupas, assim como os cobertores, dificultam a troca de calor, mas não nos esquentam. O aquecimento só seria possível se a roupa ou o cobertor convertesse alguma forma de energia em energia térmica. Um cobertor elétrico, por exemplo, é capaz de nos aquecer, pois transforma energia elétrica em térmica.

Faça o questionamento proposto sobre a maçaneta e aguarde pelas respostas. A maçaneta parece mais fria, embora a temperatura seja a mesma para o metal e para a madeira. Questione os estudantes sobre o que explica essa diferença de sensações. Justifique que a temperatura do nosso corpo é maior do que a do conjunto metal + porta e, por isso, ocorre um fluxo de calor do nosso corpo para esse conjunto. Em seguida, explique que a velocidade com que o calor é conduzido pelo metal é diferente da madeira. Como citado no texto, o metal transmite calor com maior facilidade, o que causa a sensação de frio. Classifique alguns materiais entre bons condutores térmicos e isolantes térmicos, solicitando aos estudantes que citem mais exemplos. Os principais condutores são os metais. Entre os isolantes, temos madeira, plástico, borracha, ar e lã.

Conceitue o processo de condução explicando que ele ocorre com o calor sendo transmitido partícula a partícula, de uma região de maior para outra de menor temperatura, e que preferencialmente nos sólidos, pelo fato de as partículas estarem fortemente ligadas nesse estado físico. A condução não ocorre no vácuo justamente por estar associada às partículas. Comente ainda que não ocorre deslocamento de matéria nesse processo, apenas a vibração vai sendo transmitida pelas partículas. Para ilustrar, peça aos estudantes que imaginem uma barra de metal sendo aquecida numa fonte de calor, como a chama de um fogão. Se a extremidade da barra próxima à chama fosse pintada de uma cor diferente, por exemplo, após certo tempo, essa cor permaneceria no mesmo lugar, não sendo arrastada para outras regiões junto com o fluxo de calor.

Outros exemplos envolvendo o processo de condução: no capítulo, há imagem de um pássaro que eriça suas penas

num dia frio. Isso acontece pois, ao eriçar as penas, aumenta a região de seu corpo em contato com o ar. Como o ar é mau condutor de calor, ele dificulta a troca de calor do corpo do pássaro com o ar, mantendo-o numa temperatura agradável. Faça a comparação com o fato de também eriçarmos nossos pelos nos dias frios, pelos mesmos motivos. É possível falar ainda que preferimos ficar encolhidos em dias frios, para dificultar trocas de calor com o ambiente por diminuirmos nossa superfície de contato. Cite ainda o uso de espetos metálicos para acelerar o processo de cozimento de peças de carne, já que os metais são bons condutores de calor e levam energia mais rapidamente para a parte interna dessas peças.

Há um experimento bem simples que pode ser feito para verificar o processo de condução térmica disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/fte04.htm>> (acesso em: 8 jun. 2020).

Convecção térmica (p. 66)

Leia e comente o texto, explicando que, em geral, quando porções de um fluido são aquecidas, elas se dilatam e ficam menos densas, tendendo a subir. Já as porções mais frias se contraem e ficam mais densas, tendendo a descer. Por isso, o balão de ar quente sobe, assim como a água aquecida na panela. As diferenças de densidade entre as porções de um fluido fazem com que elas se movimentem para cima e para baixo, estabelecendo as correntes de convecção, num processo cíclico, que distribui a energia por todo o fluido. Essa movimentação ocorre devido à presença do campo gravitacional de nosso planeta.

No caso do balão, o ar é aquecido, sofre dilatação, fica menos denso e sobe, abrindo espaço para o ar mais frio, que ocupa mais espaço e é mais denso, descer. Ele é aquecido e o processo cíclico se repete, distribuindo a energia por todo o interior do balão. No caso da água, a panela é aquecida pela chama do fogão e a camada inferior da água é inicialmente aquecida, sofrendo dilatação, ficando menos densa e subindo, abrindo espaço para camadas de águas mais frias, que ocupam mais espaço e são mais densas, descenderem. Elas são aquecidas e o processo cíclico se repete, também distribuindo a energia por toda a água.

É fundamental reforçar a diferença da convecção para a condução no que diz respeito ao movimento de partículas e a semelhança de não serem processos possíveis no vácuo, pela necessidade da presença de matéria para a ocorrência dos dois processos.

Outros exemplos envolvendo o processo de convecção: no supermercado, o freezer horizontal é geralmente aberto e, mesmo assim, os alimentos permanecem resfriados. Isso ocorre porque o freezer resfria a camada de ar próxima aos alimentos, contraindo-o e deixando-o mais denso e concentrado na região mais próxima dos alimentos, dificultando as trocas de calor com o ambiente e mantendo a temperatura baixa.

Comente também sobre o surgimento de ventos devido à diferença de temperatura em certas regiões da atmosfera. Há, ainda, os exaustores eólicos, presentes em fábricas e galpões. O ar quente e menos denso sobe e faz com que esses exaustores girem, sem a necessidade de qualquer fonte de energia, retirando o ar quente do interior dos ambientes.

As geladeiras mais antigas tinham suas prateleiras vazadas para que o ar circulasse por convecção no seu interior. Ele era resfriado na parte superior da geladeira, ficava mais denso e descia, abrindo espaço para o ar quente, menos denso, subir e completar esse ciclo de convecção. As geladeiras mais modernas possuem um processo diferente de troca de calor.

Há duas possibilidades de interdisciplinaridade com Geografia que podem ser trabalhadas em conjunto com seu colega da disciplina. A primeira diz respeito aos fenômenos de maritimidade e continentalidade, relacionados às brisas terrestre e marítima. Durante o dia, no litoral, a areia aquece mais rapidamente do que a água, por possuir menos calor específico. Por conta disso, a camada de ar sobre a areia também é aquecida, dilata, fica menos densa e sobe. Assim, cria-se uma zona de baixa pressão, permitindo que o ar sobre a água se desloque para a faixa de areia, dando origem à brisa marítima que nos refresca na praia durante o dia. Durante a noite, a brisa inverte seu sentido. A água demora mais tempo para esfriar do que a areia, de modo que a camada de ar sobre ela se aquece, dilata, fica menos densa e sobe, criando uma zona de baixa pressão que permite o deslocamento do ar do continente para o oceano, dando origem à brisa continental.

A segunda possibilidade de interdisciplinaridade diz respeito à inversão térmica. Esse fenômeno acontece com maior frequência no inverno, pois a queda brusca de temperatura faz com que o ar mais próximo da superfície seja resfriado e fique aprisionado, impedido de subir devido ao ar mais quente e menos denso, que está acima. A inversão térmica pode acontecer nas mais variadas regiões, mas é especialmente agravada em grandes cidades, pois os poluentes produzidos por carros e indústrias ficam presos próximos à superfície, promovendo um aumento de doenças respiratórias.

Há um experimento bem simples que pode ser feito para verificar o processo. Para isso consulte o *site* de experimentos de Física para o Ensino Médio e Fundamental com materiais do dia a dia, da Faculdade de Ciências da Unesp de Rio Claro, na página Propagação de Calor por Convecção 1, disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/fte06.htm>> (acesso em: 28 maio 2020).

Comunicando ideias

(p. 67)

Leia o quadro com os estudantes ou peça a eles que realizem essa leitura e respondam à pergunta proposta. Para que o pouso aconteça com segurança, o condutor precisa observar o sentido do vento para se aproveitar das correntes de ar frio descendentes que o empurram para baixo.

Radiação térmica (p. 67)

Inicie a discussão sobre radiação analisando a situação proposta no texto. Comente que o processo de radiação ocorre pela emissão de ondas eletromagnéticas na faixa do infravermelho. Ainda que todas as ondas eletromagnéticas transportem energia, apenas o infravermelho, ao ser absorvido por algum corpo, é transformado em energia térmica. É fundamental ressaltar que todos os corpos, a qualquer temperatura, emitem radiação infravermelha, e que a emissão será tanto maior quanto maior for a temperatura do corpo. É dessa forma que a energia proveniente do Sol chega até a Terra, por exemplo. Como não há matéria no espaço, não há a possibilidade de

ocorrer condução ou convecção. Porém, como as ondas eletromagnéticas são capazes de se propagar no vácuo, é dessa forma que recebemos o calor do Sol.

Há diversos exemplos desse fenômeno em nosso dia a dia. Quando nos aproximamos de uma fogueira ou de uma chama acesa, temos uma sensação de calor por estarmos recebendo infravermelho irradiado por elas. Quando entramos num ambiente com muitas pessoas, também temos sensação de calor, pois todas elas estão emitindo infravermelho. As câmeras de visão noturna fazem uma leitura do infravermelho que está sendo liberado pelos corpos, reconstruindo as formas dos objetos e fazendo associações de cores a diferentes quantidades de infravermelho. Além disso, atualmente, temos termômetros que realizam medições de temperatura sem contato direto com os corpos. Para maiores informações sobre o assunto, consulte o *site* <<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta5medindo-a-temperatura-do-corpo-com-termometro-infravermelho-e-confiavel>> (acesso em: 8 jun. 2020).

O exemplo da estufa pode ser trabalhado de forma interdisciplinar com os professores de Biologia e de Geografia, estabelecendo a relação com o efeito estufa de nosso planeta.

É fundamental destacar que o efeito estufa existe desde o surgimento de nossa atmosfera e é fundamental para nossa sobrevivência no planeta. O que se tem discutido nos últimos anos é a intensificação desse efeito por conta do lançamento excessivo de gases chamados estufa, que retêm uma quantidade maior de calor, causando aumento na temperatura média do planeta e impactando severamente o clima mundial, com potencial de causar impactos catastróficos nas próximas décadas. Trata-se de um tema bem atual e presente na vida de todos os estudantes.

Para concluir a discussão dos processos de transmissão de calor, comente sobre as características da garrafa térmica. Lembre que a função dela é manter a temperatura do líquido em seu interior, seja ela alta ou baixa. Para tanto, é necessário que dificulte trocas de calor entre o líquido e o meio externo.

A garrafa é composta basicamente de uma estrutura chamada vaso Dewar, em homenagem ao seu criador, o físico britânico James Dewar. Sua estrutura é composta de uma espécie de ampola com paredes duplas de vidro. O vidro é mau condutor de calor e dificulta as trocas por condução. As paredes são duplas e separadas por uma região de vácuo, para evitar condução e convecção. A parede interna é revestida por um material espelhado para que as ondas eletromagnéticas sejam refletidas, dificultando o processo de radiação. Essa ampola é fechada por uma tampa de plástico, um mau condutor de calor, para que as massas fluidas em seu interior não escapem. A ampola ainda é revestida por uma camada plástica na tentativa de dificultar mais ainda as trocas de calor com o ambiente. Naturalmente, após algum tempo, o líquido entra em equilíbrio com o ambiente, pois a garrafa térmica não consegue impedir por completo as trocas de calor com o ambiente.

Interligações

(p. 69)

Essa é uma boa oportunidade de trabalho interdisciplinar com Geografia, no que diz respeito à sustentabilidade da produção de energia e sobre os recursos naturais disponíveis. Como a água possui elevado valor de calor específico, a quantidade de energia necessária para seu aquecimento é bastante elevada,

inclusive para a realização de diversos usos em casa, como o banho. O aquecedor solar poupa o uso de energia elétrica – principal modalidade usada nas residências no Brasil –, que está baseada em usinas hidrelétricas e termoeletrônicas. Ambas as formas de produção impactam o ambiente, o que pode ser detalhado pelo professor de Geografia explorando vantagens e desvantagens de cada forma de produção de energia e a possibilidade da escolha do modelo mais adequado em função da disponibilidade de recursos naturais.

É importante ressaltar que, como nosso país possui uma insolação razoável o ano todo, o uso da energia solar é adequado e recomendado. Os custos decorrentes desse sistema são diluídos ao longo do tempo, sendo uma forma mais barata de esquentar a água do que a energia elétrica. Caso algum estudante questione sobre problemas no aquecimento num dia de pouco sol, comente que o sistema de aquecimento solar trabalha com um dispositivo elétrico que atua em conjunto e que elevaria a temperatura da água até o valor desejado em dias sem sol. Assim, ainda que haja consumo de energia elétrica, ao longo do ano, ele será bem menor do que em um sistema totalmente elétrico.

Atividades

(p. 70)

Peça aos estudantes que realizem as atividades, individualmente ou em grupo, de acordo com a conveniência. Depois, estimule a leitura das respostas e a troca de informações entre eles.

Escalas de temperatura (p. 71)

Inicie a discussão dizendo que temperatura, assim como qualquer grandeza física, precisa de uma unidade de medida. As unidades de medida de temperatura são chamadas escalas termométricas, em que cada valor corresponde a um estado térmico diferente.

Toda escala termométrica, tradicionalmente, é definida a partir de dois pontos fixos, que são estados térmicos de referência bem definidos. A escala termométrica que usamos no Brasil e em vários países do mundo é a escala Celsius, criada pelo sueco Anders Celsius e transformada em oficial em 1742.

Sobre a história da termometria e de escalas termométricas, leia o trabalho “A termometria nos séculos XIX e XX”, publicado na *Revista Brasileira de Ensino de Física*, disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbef/v28n1/a13v28n1.pdf>> (acesso em: 8 jun. 2020).

A escala Fahrenheit foi estabelecida em 1708 pelo físico alemão Daniel Fahrenheit e é bastante utilizada até hoje nos EUA. Demonstre a conversão entre as duas escalas e reforce que essa conversão é obtida através da proporcionalidade entre os segmentos associados às alturas das colunas líquidas nos termômetros. Deixe claro que essas escalas não são diretamente proporcionais, logo, a conversão dos valores de uma escala para outra não pode ser determinada através da regra de três. Em seguida, usando o exemplo do livro, diga aos estudantes que todos podem criar sua escala termométrica e relacioná-la com alguma já existente, desde que se conheçam os valores para os pontos fixos de referência.

A escala Kelvin foi criada no século XIX pelo físico britânico William Thomson, conhecido como lorde Kelvin. Demonstre a conversão entre as escalas como feito no livro.

É importante comentar que Kelvin é a unidade de medida oficial de temperatura no Sistema Internacional de Unidades, e que o zero absoluto é inatingível.

Atividades

(p. 73)

Peça aos estudantes que realizem as atividades, individualmente ou em grupo, de acordo com a conveniência. Depois, estimule a leitura das respostas e a troca de informações entre eles.

Esquenta mais rápido, resfria mais rápido (p. 73)

Leia o texto com a turma e peça aos estudantes que tentem responder à pergunta proposta. É provável que surjam respostas como “calor recebido durante o dia fica armazenado na água”. Aproveite para comentar que o modo como a temperatura do ar varia é diferente da maneira como a temperatura da água varia, pois cada substância precisa de certa quantidade de energia para sofrer um mesmo aumento de temperatura. A grandeza física que mede essa característica se chama calor específico da substância. Trata-se de uma propriedade de cada uma das substâncias que reflete a quantidade de energia necessária para variar a temperatura daquela substância.

Utilize o valor do calor específico da água para explicar o conceito. O fato de o calor específico da água valer $1 \text{ cal/g} \cdot \text{C}$ significa que, para variarmos a temperatura de cada 1 g de água em $1 \text{ }^\circ\text{C}$, a quantidade de energia envolvida é de 1 cal . Se for para aumentar em $1 \text{ }^\circ\text{C}$, deve haver entrada de 1 cal ; se for para diminuir em $1 \text{ }^\circ\text{C}$, deve haver saída de 1 cal . Comente que o valor do calor específico da água é elevado quando comparado ao de outras substâncias. Explique que esse é o motivo de o aquecimento da água no chuveiro, por exemplo, ser tão custoso do ponto de vista energético. Aproveite para retomar a discussão das brisas marítimas e terrestres, feita no estudo do processo de convecção. Explique que a areia esquenta mais depressa do que a água durante o dia, por possuir menor calor específico. Esse calor específico menor faz com que, durante a noite, com a temperatura do ambiente mais baixa, a areia também resfrie mais depressa do que a água.

Retome o raciocínio utilizado na atividade 3, mostrando que a quantidade de calor é diretamente proporcional à massa, ao calor específico e à variação de temperatura. Logo, é possível deduzir a equação fundamental da calorimetria: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, evidenciando a relação direta de proporcionalidade.

Destaque a necessidade de observar as unidades de medida de cada uma das grandezas envolvidas. Se elas não forem coerentes, é necessário fazer a conversão. Caso contrário, os valores calculados estarão incorretos. Analise os sinais envolvidos na equação fundamental da calorimetria, explicando que massa e calor específico sempre são valores positivos, mas a variação de temperatura pode ser positiva (aquecimento) ou negativa (resfriamento). Logo, o sinal da quantidade de calor Q acompanhará o da variação de temperatura. Comente que $Q > 0$ está associado à entrada de calor no corpo, o que é

coerente com o que acontece no aquecimento. $Q < 0$ está associado à saída de calor do corpo, o que também está coerente com o que acontece no resfriamento.

Para finalizar, explique que essa expressão é válida para cálculo da quantidade de calor envolvido apenas quando há variação de temperatura sem mudança de estado físico. Esse calor associado à variação de temperatura recebe o nome de calor sensível.

Atividades

(p. 75)

Peça aos estudantes que realizem as atividades individualmente ou em grupo, de acordo com a conveniência. Depois, estimule a leitura das respostas e a troca de informações entre eles.

Comente as diferenças entre os valores do calor específico das substâncias. Demonstre o raciocínio necessário para calcular a quantidade de calor necessária para aquecer o cobre, na atividade 3. Essa noção será importante para o próximo item.

Equação fundamental da calorimetria (p. 75)

Inicie a discussão do item comentando que é importante descobrirmos como se calcula a quantidade de calor necessária para variar a temperatura de um corpo ou substância. Chame a atenção para o raciocínio utilizado na atividade 3, desta página, mostrando que a quantidade de calor é diretamente proporcional à massa, ao calor específico e à variação de temperatura. Logo, é possível deduzir a equação fundamental da calorimetria $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, evidenciando a relação direta de proporcionalidade.

Destaque para a turma a necessidade de observar as unidades de medida de cada uma das grandezas envolvidas. Se elas não forem coerentes, é necessário fazer a conversão. Caso contrário, os valores calculados estarão incorretos. Analise os sinais envolvidos na equação fundamental da calorimetria, explicando que massa e calor específico sempre são valores positivos, mas a variação de temperatura pode ser positiva (aquecimento) ou negativa (resfriamento). Logo, o sinal da quantidade de calor Q acompanhará o da variação de temperatura. Comente que $Q > 0$ está associado à entrada de calor no corpo, o que é coerente com o que acontece no aquecimento, do mesmo modo que $Q < 0$ está associado à saída de calor do corpo, o que também está coerente com o que acontece no resfriamento.

Para finalizar, explique que essa expressão é válida para cálculo da quantidade de calor envolvido apenas quando há variação de temperatura sem mudança de estado físico. Esse calor associado à variação de temperatura recebe o nome de calor sensível.

Calor e energia mecânica (p. 76)

Comente o experimento realizado por James Joule, no século XIX, de acordo com o que está descrito no texto. Reforce a ideia de que ele percebeu que o aquecimento da água estava relacionado à queda do corpo, de modo que a energia potencial gravitacional se transformava em energia térmica. Comente sobre o equivalente mecânico do calor obtido por Joule, obtendo fator $1 \text{ cal} \approx 4,18 \text{ J}$.

Em seguida, resolva detalhadamente o exemplo, mostrando as conversões de unidade e a ideia da rapidez com que uma modalidade de energia é convertida em outra, retomando o conceito de potência.

Leia mais sobre o tema nos links: <https://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/AlexMed/Exp_Joule.pdf> e <<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta5medindo-o-equivalente-mecanico-do-calor>> (acessos em: 29 maio 2020). Há também uma publicação interessante sobre como elevar a temperatura de um líquido em uma garrafa térmica por meio de agitação: <<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta5energia-mecanica-e-calor>> (acesso em: 8 jun. 2020).

Atividades

(p. 78)

Peça aos estudantes que realizem as atividades individualmente ou em grupo, de acordo com a conveniência. Depois, estimule a leitura das respostas e a troca de informações entre eles.

Comente com os estudantes que, se eles esquecerem a equação fundamental da calorimetria, conseguem determinar a quantidade de calor pensando proporcionalmente.

Avaliação

A avaliação da aprendizagem é uma das etapas mais complexas do processo pedagógico. Tradicionalmente, avaliações de Física são feitas por meio de exercícios que estimulam uma repetição de modelos e estratégias, incentivando muito pouco a reflexão dos estudantes e a conexão daqueles conceitos com a realidade. Esse capítulo trata de uma série de conceitos e fenômenos largamente utilizados e presentes no cotidiano dos estudantes, e essa característica deve ser contemplada num planejamento para a avaliação.

Nunca podemos perder de vista que a aprendizagem é um processo que não acontece de um momento para outro, e por isso é necessário adaptar o processo de avaliação a essa continuidade, e não a um único momento. É fundamental que a avaliação seja percebida também como um momento de aprendizagem para o estudante. Os conhecimentos prévios precisam ser valorizados e relacionados com a construção do conhecimento de Física.

O desenvolvimento do capítulo ao longo das aulas permite que o professor avalie o aprendizado de seus estudantes de maneira continuada. O trabalho em grupo possibilita grande desenvolvimento intelectual. Ao identificar problemas ou confusões conceituais, aproveite o erro e a partir dele mostre a maneira correta de lidar com aquela situação. As dúvidas devem sempre ser valorizadas e servir como instrumento de aprendizagem para o grupo. Todas essas etapas do processo devem compor a avaliação final do estudante.

A produção individual também deve ser levada em consideração de diferentes maneiras, contemplando, inclusive, a realização de provas. Na elaboração de itens, é importante que se estabeleçam os conceitos básicos e as habilidades que serão trabalhadas, que haja boa contextualização, que os enunciados sejam claros, objetivos e sucintos. Há também a possibilidade de realizar autoavaliação, para que cada estudante reflita sobre como traçou seu caminho nas discussões e com qual profundidade julgou dominar os assuntos.

Bibliografia complementar

- BORGES, J. F. M. *Física do cotidiano*. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2015.
Obra bem-humorada que explora a Física presente nos fenômenos cotidianos.
- GASPAR, A. *Problemas conceituais de Física para o Ensino Médio*. São Paulo: Livraria da Física, 2018.
Livro com diversos exercícios e situações importantes para a verificação da fixação de conceitos.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996. v. 2.
Livro com fortes referências teóricas sobre Física.
- HELENE, O. *Um pouco da Física do cotidiano*. São Paulo: Livraria da Física, 2016.
A obra traz diversas situações do cotidiano explicadas pela Física.
- JÚNIOR, G. D. D. C. *Aula de Física: do planejamento à avaliação*. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
Livro com proposta completa para aulas de Física, desde o planejamento até a avaliação.
- VALADARES, E. D. C. *Física mais que divertida*. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2013.
Livro com diversos experimentos de baixo custo.
- WALKER, J. *O circo voador da Física*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
O livro apresenta diversas situações do cotidiano explicadas pela Física.
- A FÍSICA na Escola. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/fne/>>. Acesso em: 9 jun. 2020.
O portal oferece acesso gratuito a todas as edições do periódico *A Física na Escola*, que traz artigos sobre o ensino de Física.
- A FÍSICA na Prática. Disponível em: <<https://www.youtube.com/c/FisicanaPratica>>. Acesso em: 9 jun. 2020.
Canal com diversos experimentos de Física que podem ser feitos em sala de aula.

Resoluções

Interligações

(p. 69)

1. A água quente tem menor densidade do que a água fria e tende a ocupar a parte mais alta do reservatório, como visto no processo de convecção. Assim, a torneira deve estar conectada à parte superior do reservatório para que por ela flua a água mais quente, e não a água mais fria que entra pela parte de baixo do reservatório.
2. A serpentina é metálica porque precisa ser suficientemente maleável para dar várias voltas no interior da placa coletora. Além disso, o metal é um bom condutor térmico, permitindo que o calor proveniente da radiação solar seja transferido para a água contida na serpentina. A placa coletora deve ser pintada na cor preta para absorver a maior quantidade possível de radiação que nela incide, com a mínima reflexão, a fim de aumentar a eficiência no aquecimento da água.

3. Não. O coletor é projetado para absorver a radiação solar e aumentar a temperatura da água. Para que sua temperatura fosse diminuída, seria necessária a emissão de certa quantidade de calor para o espaço ou a troca de calor com algum outro corpo ou sistema, o que não ocorre.

Atividades

(p. 70)

1. Para ser mais eficiente, o aparelho de ar-condicionado deve ser instalado na parte superior do ambiente, pois, pelo efeito da convecção, o ambiente será resfriado mais homoganeamente. O ar quente, por possuir menor densidade, tende a ocupar as partes mais altas do ambiente, sendo resfriado pelo aparelho de ar-condicionado. Esse ar mais frio, por possuir maior densidade que o ar quente, tende a ocupar as partes mais baixas do ambiente. Desse modo, são estabelecidas correntes de convecção e o ambiente é resfriado de maneira mais eficiente. Comente que, se o ar-condicionado fosse instalado na parte de baixo, a convecção seria prejudicada e o resfriamento do ambiente, conseqüentemente, seria mais difícil.
2. Em um forno a gás residencial, os queimadores são normalmente colocados na parte inferior e, ao serem acesos, provocam correntes de convecção do ar no interior do forno, de modo semelhante ao que ocorre com a água sendo aquecida em uma panela, ou seja, o ar é aquecido, sofre expansão, fica menos denso e sobe. Comente sobre a diferença para a situação do ar-condicionado. Quando se quer aquecer o ambiente, é melhor que esse aquecedor fique na parte de baixo, para facilitar a convecção. Por isso, em regiões mais frias, a calefação é instalada na parte de baixo dos ambientes. É possível que algum estudante questione sobre os aparelhos de ar-condicionado que possuem função de aquecimento que, naturalmente, estão instalados na parte de cima dos ambientes. Explique que ele irá aquecer o ar, mas que o processo será mais lento por causa da posição do aparelho.
3. Na estufa, o vidro bloqueia parte da radiação térmica, provocando o aumento da temperatura interna. De forma análoga, os gases que formam a camada acima da atmosfera impedem que determinada parte da radiação solar seja devolvida ao espaço, aprisionando-a em torno da Terra e estimulando a elevação da temperatura global.
4. Tanto a lã como a neve são bons isolantes térmicos (compostos de substâncias com baixa condutibilidade térmica), por isso são utilizadas nas situações descritas. No deserto, os viajantes vestem roupas de lã durante o dia para evitar aquecimento. Sem essa proteção, o viajante não suportaria a transmissão de calor do ambiente, que está a uma temperatura muito mais alta que a do corpo humano. Além disso, as noites no deserto costumam ser muito frias; assim, durante a noite, a roupa de lã tem a função de diminuir o fluxo de calor da pessoa para o ambiente. Os inuítes construíam os iglus com blocos de neve compactada, que não

é um bom condutor de calor. A neve mantém a temperatura interna do iglu mais elevada que a temperatura exterior, diminuindo a transmissão de calor do interior para o ambiente externo. Reforce a ideia de que as roupas não esquentam nem esfriam nossos corpos, mas sim dificultam a troca de calor entre o nosso corpo e o ambiente. Comente que a lã é um bom isolante térmico por possuir grande quantidade de ar, ótimo isolante, entre suas fibras. Comente o fato de as roupas dos beduínos serem escuras.

5. A diferença entre as sensações térmicas nos dois ambientes se deve à diferença entre a condutibilidade térmica dos dois materiais. O ladrilho do banheiro parece estar mais frio, pois possui maior condutibilidade térmica do que o piso de madeira da sala, e, portanto, os pés de Andrea perdem calor mais rapidamente para o piso do banheiro do que para o piso da sala, causando essa sensação de frio. Retome a discussão sobre as diferenças dos materiais no que diz respeito à condução de calor.
6. a) A transferência de calor entre o Sol e a Terra se dá exclusivamente por radiação térmica, já que não existe um meio físico ligando a Terra e o Sol que possibilitaria a transmissão de calor por outras formas. Retome que a radiação é o único processo que pode ocorrer no vácuo.
- b) Existe um limite para a temperatura do conjunto água-jarra. Quando a taxa de absorção de radiação do conjunto for igual à taxa de emissão de radiação e de calor, o equilíbrio térmico terá sido atingido. Retome o conceito de equilíbrio térmico explicando que a mesma temperatura é obtida entre corpos quando a quantidade de energia perdida é igual à recebida.
7. Alternativa e. A garrafa pintada de preto tem a característica de ser um melhor absorvedor e um melhor emissor devido justamente à sua cor; portanto, durante o experimento, a taxa de variação de temperatura da garrafa preta em relação à branca foi maior tanto no aquecimento como no resfriamento.

Atividades

(p. 73)

1. A altura da coluna de mercúrio nos dois termômetros será a mesma, já que o mercúrio de ambos estará submetido a um mesmo estado térmico; apenas os valores numéricos da temperatura em cada escala serão diferentes. Comente que, independentemente da escala utilizada no termômetro, por estar sendo medido um mesmo estado térmico, a altura da coluna será igual.
2. a) Para descobrirmos se a moça está com febre, devemos fazer a conversão da escala Fahrenheit para a escala Celsius. A equivalência entre as duas escalas pode ser obtida por meio da expressão:

$$\frac{t_F - 32}{9} = \frac{t_C}{5}$$

$$\text{Como } t_F = 100 \text{ }^\circ\text{F, temos: } \frac{100 - 32}{9} = \frac{t_C}{5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{68}{9} = \frac{t_C}{5} \Rightarrow t_C = \frac{340}{9} \therefore t_C \approx 38 \text{ }^\circ\text{C}$$

A moça está com febre, pois sua temperatura é maior que 37 °C.

Comente, novamente, a importância das unidades de medida para temperatura. O valor 100°, sem a unidade Celsius ou Fahrenheit, não nos permite ter ideia do estado térmico.

- b) Como $\frac{t_F - 32}{9} = \frac{t_C}{5}$ e $t_C = 37 \text{ }^\circ\text{C}$, temos:

$$\frac{t_F - 32}{9} = \frac{37}{5} \Rightarrow \frac{t_F - 32}{9} = 7,4 \Rightarrow t_F - 32 = 66,6$$

$$\therefore t_F = 98,6 \text{ }^\circ\text{F}$$

Observe e comente com os estudantes que a diferença de 1 °C não é equivalente à diferença de 1 °F, pois um grau Fahrenheit resulta da divisão de um intervalo em 180 partes, enquanto um grau Celsius resulta da divisão de um intervalo em 100 partes. De modo geral, a relação entre dois intervalos de temperatura nas escalas Celsius e Fahrenheit pode ser expressa matematicamente por

$$\frac{\Delta t_C}{100} = \frac{\Delta t_F}{180} \Rightarrow \Delta t_F = \frac{9}{5} \Delta t_C, \text{ ou seja,}$$

uma variação de um grau Celsius equivale a 1,8 vez a variação de um grau Fahrenheit. Como essas variações são diretamente proporcionais, podem ser calculadas através da regra de três.

3. a) As duas escalas usam os mesmos pontos fixos: a fusão do gelo e a ebulição da água. Na escala Celsius, a variação de temperatura entre os pontos fixos foi dividida por 100, mas na escala Reamur essa mesma variação foi dividida por 80. Logo, a escala Celsius é centígrada, mas a Reamur não. Como os segmentos estabelecidos são proporcionais, temos:

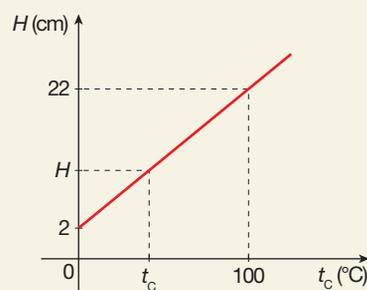
$$\frac{t_C}{100} = \frac{t_R}{80} \Rightarrow \frac{t_C}{5} = \frac{t_R}{4}$$

- b) A partir da equação de conversão, determinamos que a variação de 1 °C corresponde a 0,8 °R. Logo, a variação de 20 °R corresponde a uma variação de 25 °C na escala Celsius.

- c) A temperatura $T = 473 \text{ K}$ corresponde a $t_C = 200 \text{ }^\circ\text{C}$, pois $T = t_C + 273$. Utilizando a equação que relaciona as escalas Reamur e Celsius, temos:

$$\frac{t_C}{5} = \frac{t_R}{4} \Rightarrow \frac{200}{5} = \frac{t_R}{4} \therefore t_R = 160 \text{ }^\circ\text{R.}$$

4. a) O gráfico que relaciona a altura da coluna líquida com a temperatura na escala Celsius é:



Pela semelhança de triângulos, temos:

$$\frac{22 - 2}{H - 2} = \frac{100}{t_C} \Rightarrow 20t_C = 100(H - 2) \Rightarrow 20t_C = 100H - 200 \Rightarrow t_C + 10 = 5H$$

b) Quando a altura da coluna líquida atinge 15 cm, temos:

$$t_c + 10 = 5 \cdot H \Rightarrow t_c + 10 = 5 \cdot 15 \therefore t_c = 65 \text{ }^\circ\text{C}$$

Atividades

(p. 75)

1. Como os dois pedaços são feitos do mesmo material (ferro), eles possuem o mesmo calor específico, o que significa que precisam da mesma quantidade de energia para cada unidade de massa sofrer variação de uma unidade de temperatura. Assim, o pedaço de maior massa precisará de mais energia para sofrer a mesma variação de temperatura. Para uma quantidade fixa de calor, aquele de menor massa sofrerá maior variação de temperatura. Portanto, o corpo de 1 kg sofrerá maior variação de temperatura.
2. Para saber qual dos corpos sofrerá maior elevação de temperatura, podemos comparar os valores dos seus respectivos calores específicos. Esses valores indicam que:

- é necessário 0,056 cal para que a temperatura de 1 g de prata varie de 1 °C;
- é necessário 0,031 cal para que a temperatura de 1 g de chumbo varie de 1 °C.

Portanto, para elevar a temperatura, cada 1 g de prata necessita de mais energia que cada 1 g de chumbo. Isso significa que, para a mesma quantidade de calor, a temperatura do corpo formado por chumbo aumentará mais que a do corpo formado por prata.

3. A massa de 200 g de cobre sofreu variação de 15 °C em sua temperatura. Por causa da proporcionalidade entre as grandezas envolvidas, podemos considerar que:

- é necessário 0,093 cal para elevar 1 °C a temperatura de 1 g de cobre;
- é necessário $100 \cdot 0,093$ cal para elevar em 1 °C a temperatura de 100 g de cobre;
- é necessário $200 \cdot 0,093$ cal para elevar em 1 °C a temperatura de 200 g de cobre;
- é necessário $15 \cdot 200 \cdot 0,093$ cal para elevar em 15 °C a temperatura de 200 g de cobre.

Logo, a massa de cobre recebeu $15 \cdot 200 \cdot 0,093$ calorias, ou seja, 279 cal.

Atividades

(p. 78)

1. Temos: $m = 400$ g; $c = 0,55$ cal/(g · °C) e $\Delta T = [0 - (-16)]$ °C = 16 °C. Então:
 $Q = m \cdot c \cdot \Delta T = 400 \cdot 0,55 \cdot 16$
 $\therefore Q = 3.520$ cal = $3,52 \cdot 10^3$ cal = 3,52 kcal
2. Dados do exercício: $P = 100$ cal/s e $\Delta t = 10$ min = 600 s
 $P = \frac{E}{\Delta t} = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow 100 = \frac{Q}{600} \Rightarrow Q = 60.000$ cal ou 60 kcal

Logo: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow 60.000 = 2.000 \cdot c \cdot (82 - 22) \Rightarrow c = 0,5$ cal/g°C

3. Do enunciado, temos: $\Delta T = 12$ °C; $V = 8$ L; $m = 8$ kg = 8.000 g

Cálculo do calor: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T \therefore Q = 8.000 \cdot 1 \cdot 12$
 $\therefore Q = 96.000$ cal

O equivalente mecânico para essa tarefa, adotando 1 cal ≈ 4 J, é: $Q = 96.000 \cdot 4 = 384.000$ J. Como o aquecedor realiza um trabalho de 2.000 J por segundo, realizará trabalho igual a 384.000 J em:

$$\frac{384.000 \text{ J}}{2.000 \text{ J/s}} = 192 \text{ s ou } 3 \text{ min } 12 \text{ s.}$$

4. A quantidade de calor necessária para aquecer os 200 L de água até o ponto de ebulição é:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow Q = 200.000 \cdot 1,0 \cdot (100 - 10)$$

$$\therefore Q = 1,8 \cdot 10^7 \text{ cal} = 1,8 \cdot 10^4 \text{ kcal}$$

O bagaço de cana tem poder calorífico de 2.000 kcal/kg. Com base nisso, podemos escrever a seguinte regra de três:

$$2.000 \text{ kcal} \text{ ————— } 1 \text{ kg}$$

$$1,8 \cdot 10^4 \text{ kcal} \text{ ————— } x$$

$$\therefore x = 9 \text{ kg}$$

Logo, serão necessários 9 kg de bagaço de cana para aquecer a água na caldeira.

ATIVIDADES FINAIS

(p. 79)

1. Alternativa c. As portas e os cobertores não esquentam os corpos ou ambientes, apenas dificultam as trocas de calor. Reforce a ideia de que esses objetos apenas dificultam a troca de calor com o ambiente.
2. Alternativa a. Calor é uma energia térmica em trânsito devido a uma diferença de temperatura. Durante a mudança de estado físico, a temperatura permanece constante para substâncias puras enquanto ela recebe calor, pois este calor está sendo usado para a mudança de estado. Logo, temperatura não é sinônimo de calor. Retome os conceitos de calor e de temperatura. Comente sobre a temperatura permanecer constante durante a mudança de estado físico para substância pura.
3. Alternativa b. O vidro permite a passagem de luz visível. A energia é absorvida e reemitida na forma de radiação que não consegue passar pelo vidro, deixando a temperatura elevada no interior da estrutura. Estabeleça a comparação com a discussão conceitual de radiação térmica e o funcionamento da estufa.

Capítulo 4

Vida e energia

Professor indicado

Recomenda-se que esse capítulo seja trabalhado pelo professor de Biologia.

BNCC – competências e habilidades trabalhadas

Estão indicadas a seguir, a partir da BNCC, competências gerais, competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, assim como competências específicas de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, cujo desenvolvimento é favorecido no capítulo. Para isso, são apontados os momentos em que seu trabalho pode ser propício.

Competência geral	Justificativa	Página
1	A obra, como um todo, evidencia que é construída a partir de conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, estimulando o estudante a entender e explicar a realidade que o cerca.	Todo o capítulo
2	A competência está relacionada ao pensamento científico, crítico e criativo. Ela propõe que os estudantes sejam capazes de exercitar sua curiosidade intelectual e o pensamento crítico para que, de forma criativa, possam investigar problemas, elaborando e testando hipóteses, para criar soluções. Como favorece o pensamento científico, tal competência é recorrente no capítulo, uma vez que os estudantes devem recorrer a uma abordagem própria das ciências, analisando situações-problema para propor soluções com base no método científico.	84, 97 e 101
3	A abertura do capítulo estimula a fruição da arte por meio da análise de uma pintura, cuja interpretação pode contar com conceitos estudados no capítulo.	80
4	A competência trabalha a comunicação. Através de diferentes linguagens os estudantes deverão ser capazes de expressar-se, partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos, produzindo sentidos que levem ao entendimento mútuo. Assim, ao comunicar descobertas e entendimentos sobre a realidade, o trabalho com tal competência é favorecido.	96
5	A competência trabalha com a cultura digital e a proficiência dos estudantes em utilizar as tecnologias digitais de comunicação e informação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética para assim conseguir acessar, produzir e disseminar informações, produzindo conhecimento. Dessa forma, os estudantes deverão resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.	96
7	A competência trabalha a argumentação. Com base no trabalho com a competência, os estudantes deverão embasar seus argumentos em fatos, dados e informações confiáveis para assim formular e defender suas ideias e decisões sobre 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.	101

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
1	EM13CNT101	A habilidade trabalha a análise e representação das transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento. Espera-se que os estudantes sejam capazes de realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas, analisando os processos produtivos e propondo novas formas que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.	85
2	EM13CNT202	Trabalha a análise dos níveis de organização dos seres vivos, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas. O item sobre ecossistema trabalha os níveis macro de organização dos seres vivos; e o estudo de populações, as condições favoráveis e limitantes às populações.	88 e 90
	EM13CNT203	A habilidade trabalha a previsão e a avaliação das intervenções nos ecossistemas, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.	87, 95 e 96
	EM13CNT206	Explora a importância da preservação e conservação da biodiversidade, analisando parâmetros qualitativos e quantitativos para avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta. A atividade que trata sobre o período de defeso desenvolve tal habilidade.	95

3	EM13CNT302	A habilidade trabalha a comunicação para diversos públicos e contextos de análises, pesquisas e experimentos, utilizando diferentes linguagens, para assim participar de debates científicos.	96
	EM13CNT304	Explora a análise e discussão do papel e as competências legais dos organismos nacionais e internacionais de regulação, controle e fiscalização ambiental e dos acordos internacionais para a promoção e a garantia de práticas ambientais sustentáveis. O estudante deve refletir sobre uma situação-problema concreta e propor soluções para o problema apresentado, comunicando-a a um público mais amplo.	96

Competência específica de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	Justificativa	Página
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.	A competência trabalha a análise das relações de diferentes povos e sociedades com a natureza, avaliando criticamente seus impactos econômicos e socioambientais, favorecendo, assim, que os estudantes formulem propostas de alternativas que respeitem e promovam a consciência, a ética socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.	96

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

O domínio, pelos estudantes, de alguns conteúdos desenvolvidos ao longo do Ensino Fundamental propicia o melhor aproveitamento do conteúdo do capítulo. Destacam-se as seguintes habilidades propostas para o 7º ano do Ensino Fundamental:

- (EF07CI07) Caracterizar os principais ecossistemas brasileiros quanto à paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar, à temperatura etc., correlacionando essas características à flora e fauna específicas.
- (EF07CI08) Avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc.

A primeira trata dos aspectos físicos de ecossistemas, relacionando-os à fauna e à flora específicas daqueles ambientes, e a segunda habilidade trabalha as consequências de impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema, avaliando consequências como extinção de espécies, alteração de hábitos e migração.

São mobilizados também conhecimentos relacionados à habilidade que identifica e classifica (em renováveis e não renováveis) diferentes fontes e tipos de energia:

- (EF08CI01) Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades.

Por fim, há retomada e aprofundamento do trabalho com habilidades do 9º ano, referentes à sustentabilidade:

- (EF09CI12) Justificar a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais), as populações humanas e as atividades a eles relacionados.
- (EF09CI13) Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.

A primeira aborda a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, e a segunda habilidade trata de iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.

Objetivos do capítulo

Ao final deste capítulo, o estudante deverá ser capaz de:

- Compreender o conceito de ecossistema, a organização e as dinâmicas dos seres vivos.
- Compreender como se dá o fluxo de energia nos ecossistemas, identificando os diferentes níveis tróficos de populações.
- Reconhecer e utilizar nomenclatura típica das ciências naturais para descrever elementos de um ecossistema e das relações entre os seres vivos.
- Analisar e construir graficamente pirâmides de fluxo de energia, de número de indivíduos, de biomassa e populacional de diferentes ecossistemas, compreendendo os diferentes fatores que influenciam na dinâmica populacional.
- Utilizar repertório teórico para analisar situações-problema e elaborar argumentação consistente para embasar posicionamentos e propor soluções que considerem o desenvolvimento sustentável, agindo de forma ética e responsável.

Ao trabalhar conteúdos conceituais e teóricos acerca das Ciências da Natureza, os estudantes deverão se apropriar de conhecimentos e práticas que lhes permitam analisar com responsabilidade, ética e autonomia questões ambientais, levando em consideração argumentos científicos para embasar suas posições. Com isso, serão capazes de transmitir o conhecimento para públicos mais amplos, levando em consideração os diferentes aspectos que os temas mobilizam e propondo soluções éticas e responsáveis, visando ao desenvolvimento sustentável local, regional e globalmente.

A análise de dados em diferentes linguagens permite ampliar a capacidade de análise e comunicação dos estudantes, possibilitando que se insiram em debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância ambiental.

Sugestões metodológicas

Para começo de conversa

(p. 80)

A seção inicial do capítulo mobiliza conhecimentos prévios dos estudantes e retoma conceitos trabalhados nos anos finais do Ensino Fundamental e que são importantes para o desenvolvimento do capítulo.

Leia a página de abertura de forma coletiva e determine um breve intervalo de tempo para o debate das questões iniciais. Aproveite a oportunidade para avaliar os conhecimentos apresentados pelos estudantes sobre o assunto. Nesse momento inicial, não é necessário frisar rigor teórico nas respostas, mas o debate pode dar bons subsídios para observar o que os estudantes já sabem e que termos utilizam. Essa atividade auxilia o planejamento subsequente do professor, partindo do que os estudantes já sabem.

Analise a imagem de forma dialogada e leia a legenda. Pergunte aos estudantes se compartilham da sensação de movimento comentada sobre a técnica. Questione o motivo de esse movimento estar ligado ao Sol. Observe se os estudantes relacionam a energia solar como a fonte primária de energia para o ambiente.

Por fim, se julgar necessário, peça aos estudantes que anotem no caderno os termos em negrito do último parágrafo (e outros ao longo do texto), para compor um glossário conforme forem se apropriando dos conceitos.

Ecosistema: um mundo de interações (p. 81)

O tópico apresenta conceitos-chave para a compreensão de ecossistemas. A nomenclatura e a utilização correta dos termos são essenciais para que os estudantes possam compreender e se apropriar dos objetos de estudo da ecologia. Após a leitura da seção, debata de forma dialogada o conteúdo, solicitando aos estudantes que citem exemplos dos conceitos em diferentes situações. Pode-se, por exemplo, descrever um ecossistema e seus elementos e pedir aos estudantes que digam quais componentes são bióticos e quais são abióticos, ou, ainda, descrever situações (hipotéticas ou reais) e solicitar aos estudantes que definam se está sendo descrito o *habitat* ou o nicho ecológico.

Sugestão de atividade complementar

Se houver tempo disponível, solicite aos estudantes que façam uma pesquisa na internet buscando exemplos de nicho ecológico e *habitat*, bem como descrições de ecossistemas que listem componentes bióticos e abióticos. Depois, em duplas, um estudante lê um dos textos pesquisados ao parceiro de trabalho, que tentará definir se o texto fala de *habitat* ou nicho ecológico e/ou identificar componentes do ecossistema descrito.

A busca ativa por informações em textos digitais favorece o trabalho com a competência geral 2, pois propicia a investigação dos estudantes e a análise de fontes, bem como a competência geral 5, já que os estudantes deverão acessar informações e produzir conhecimento a partir delas. Estimule a leitura inferencial, observando os textos trazidos pelos estudantes e realizando questões sobre eles, de forma dialogada, levando os estudantes a fazer suposições e, depois, voltar à leitura do texto para corroborá-las.

Relações tróficas (p. 82)

Novamente utilizam-se termos específicos das ciências que, ao final do trabalho, devem ser dominados pelos estudantes. Podem-se adotar as mesmas estratégias do item

anterior, como construção de glossário, exemplos dialogados ou pesquisa e debate entre pares. Peça que, ao final da leitura, tentem construir cadeias alimentares com seres vivos que conhecem, identificando os níveis tróficos.

O mesmo pode ser feito para as teias alimentares, incluindo uma pesquisa prévia dos estudantes sobre algum ecossistema para que identifiquem as relações tróficas entre os componentes bióticos.

Retome a pintura de Van Gogh apresentada na abertura do capítulo, debatendo novamente o motivo de o Sol ser representado como responsável pelo movimento naquela paisagem. Relacione a energia do Sol aos organismos produtores e consumidores, introduzindo noções de fluxo de energia no ecossistema.

Fluxo de energia nos ecossistemas (p. 85)

Retome com os estudantes o sentido das setas que indicam as relações tróficas, lembrando-os de que é o mesmo do fluxo de energia. Leia o conteúdo da página e escreva no quadro ou projete as equações da fotossíntese e da respiração. Enfatize que, na primeira, há a absorção de energia solar para a síntese de moléculas complexas, e que tais moléculas (glicose) são a base de energia química para todos os outros níveis tróficos. Debata a dissipação de energia, enfatizando como tal energia é dispersada de muitas formas pelos organismos.

Leia a seção sobre as diferentes pirâmides ecológicas e enfatize que, na pirâmide de energia, o formato básico do desenho sempre será o mesmo, com a base maior que os níveis superiores. Sobre a pirâmide de biomassa invertida, comente o rápido crescimento do fitoplâncton, o que explica sua menor biomassa em relação ao zooplâncton.

Pesquisas na internet podem ser solicitadas aos estudantes, buscando descrições de diferentes ecossistemas e pedindo a eles que elaborem as respectivas pirâmides de energia, de indivíduos e de biomassa.

Produtividade dos ecossistemas (p. 87)

A leitura de artigos científicos deve ser estimulada durante o Ensino Médio por se tratar de um gênero textual com regras próprias. Solicite à turma que se divida em grupos e que cada grupo busque, nos bancos de teses de mestrado e doutorado das universidades públicas da região, uma tese ou dissertação que verse sobre a produtividade de algum ecossistema. Estipule horários para auxiliar com dúvidas dos estudantes decorrentes da leitura e organize uma ou mais aulas para que os grupos possam apresentar, em formato de seminário com *slides*, os pontos principais do texto. Oriente os estudantes a focar no objetivo do estudo, nos resultados e nas conclusões.

Compare as diferentes apresentações com a turma e debata o conceito de produtividade agrícola. Se possível, mostre formas alternativas de produção, como sistemas agroflorestais ou biodinâmicos, para que os estudantes debatam a produtividade desses ecossistemas.

Ecosistema em observação (p. 88)

Analise os níveis de organização de forma dialogada com os estudantes. É importante que eles compreendam a hierarquia entre cada nível. Se julgar necessário, desenhe os conjuntos no quadro para exemplificar o que está no texto.

Debata com os estudantes sobre outros ecossistemas após a leitura da página 89. Se optou por solicitar as pesquisas sugeridas aos estudantes anteriormente, é provável que eles tenham outros exemplos para ilustrar a interligação entre diferentes ecossistemas.

Estudo de populações (p. 90)

Esse momento pode contar com a participação do professor de Geografia, que pode demonstrar como os conceitos de dinâmica de populações em ciências naturais são empregados nos estudos demográficos.

A parte de modelagem matemática das populações também pode ser trabalhada conjuntamente com o professor de Matemática, em especial com os conceitos de crescimento exponencial, interpretando assim modelos explicativos em Ciências.

Sugestão de atividade complementar

O site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) contém pirâmides etárias e projeções atualizadas sobre a população brasileira em diferentes estados, com diferentes comparativos. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 4 jun. 2020.

Solicite aos estudantes que, em grupos, analisem os diferentes estados da federação e seus parâmetros demográficos, como taxas de mortalidade, natalidade e pirâmides etárias, relacionando com os conteúdos da seção, analisando assim a taxa de crescimento de cada estado. A atividade pode ser feita em conjunto com os professores de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, que auxiliarão nas comparações e debaterão as diferenças nas pirâmides dos diferentes estados, bem como os fatores sociais que influenciam cada um dos perfis demográficos.

Comunicando ideias

(p. 94)

Auxilie os estudantes na compilação de dados. Pode-se sugerir a utilização de uma planilha *on-line*, por exemplo, para a captação dos dados ou estabelecer um horário para que tais dados possam ser tratados em uma planilha no laboratório de informática da escola. Com os dados compilados digitalmente, é mais fácil construir a pirâmide.

Caso não seja possível realizar a atividade digitalmente, faça a tabela na lousa com a soma dos dados dos estudantes e peça que construam o gráfico em uma folha quadriculada. Utilize a pirâmide etária brasileira para comparação, em especial, do tamanho da base em relação ao resto da pirâmide.

Sugestão de atividade complementar

Uma opção para trabalhar os conceitos relacionados à dinâmica de populações é usar simuladores. Um exemplo está disponível em: <<http://www.netlogoweb.org/launch#http://www.netlogoweb.org/assets/modelslib/Sample%20Models/Biology/Rabbits%20Grass%20Weeds.nlogo>>, com manual em português no link <<http://cftc.cii.fc.ul.pt/ICES/manual/3/coelhos-ervas.html>> (acessos em: 4 jun. 2020).

O uso desse simulador permite tanto a compreensão dos conceitos quanto a análise de gráficos. Também favorece o desenvolvimento do pensamento computacional, pois permite a análise do algoritmo empregado na simulação.

Interligações

(p. 96)

A atividade trabalha com leitura inferencial. Para extrair inferências de um texto, é importante ter em conta os seguintes passos: identificar as ideias principais do texto; efetuar suposições em torno das ideias implícitas no texto a

partir das existentes; reler para constatar as inferências feitas (aquela informação que as valide se converte assim em sua fundamentação correspondente). Portanto, deve-se propiciar um tempo suficiente para leitura e reflexão com os estudantes.

Explore a relação do assunto com a área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Comente que a relação da sociedade com o ambiente onde ela se insere muda ao longo do tempo e em diferentes povos, influenciada por diversos fatores históricos, culturais, econômicos e políticos. Deixe claro que a visão da natureza como uma simples fonte de recurso – visão predominante em nossa sociedade – não é compartilhada, por exemplo, por populações nativas das Américas. Esse assunto pode ser trabalhado com participação do professor de História, levando os estudantes a analisarem e avaliarem criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza e, com isso, contribuindo para o desenvolvimento da competência específica 3 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

Comunicando ideias

(p. 96)

Organize os grupos de trabalho e disponibilize um momento para o debate entre os estudantes e a compilação das ideias iniciais. Para a pesquisa, uma sugestão é a visita à página do Projeto Tamar, uma das mais reconhecidas iniciativas de preservação da vida marinha, disponível em: <<https://www.tamar.org.br>> (acesso em: 4 jun. 2020).

Estimule a criatividade dos estudantes na abordagem do problema e na forma de apresentação. Existem inúmeras ferramentas *on-line* gratuitas que permitem a criação de vídeos, *storyboards*, nuvens de palavras e outros recursos para tornar o conteúdo mais atrativo. Se possível, compartilhe os trabalhos nas redes sociais da escola.

ATIVIDADE PRÁTICA

(p. 97)

Faça uma leitura conjunta da atividade. Divida a sala em grupos e forneça o material. Dedique um tempo para que os estudantes possam construir a tabela. Se possível, organize a atividade junto ao professor de Matemática e solicite aos estudantes que tentem escrever a função que modela a taxa de crescimento dos pardais. O número de pardais (n) nascidos em cada geração (x) é descrito pela equação $n(x) = 2 \times 5x$.

Durante a discussão, utilize os gráficos feitos pelos estudantes para analisar o crescimento exponencial. O papel mono-log facilita a comparação de dados em escala logarítmica.

Respostas sugeridas:

1. A vantagem é a da leitura de números excessivamente grandes e díspares (como o número inicial e final de indivíduos).
2. No papel milimetrado há uma curva exponencial e no mono-log, uma reta. Isso mostra que a população está crescendo rapidamente.
3. Curva exponencial.
4. Competição por recursos.
5. Alimentação, abrigo, entre outros.

Por fim, debata as hipóteses iniciais e as conclusões finais de forma dialogada.

Relações ecológicas (p. 98)

Uma forma de consolidar o conhecimento sobre as diferentes relações ecológicas é, a partir da leitura, solicitar aos estudantes que, em grupo, pensem em outros exemplos para cada uma das relações, debatendo em cada um deles quais as vantagens e/ou desvantagens envolvidas em cada associação.

Avaliação

A avaliação deve ser feita de forma continuada baseada nos debates realizados durante o capítulo. Como síntese final, pode-se solicitar a cada estudante que pesquise uma matéria de jornal, ou artigo de divulgação científica ou vídeo de divulgadores científicos que falem sobre algum ecossistema. O estudante deve identificar no texto ou vídeo os conteúdos presentes no capítulo, como as relações ecológicas, níveis tróficos, componentes do ecossistema, entre outros. Pode-se, então, solicitar um texto ou apresentação oral desse conteúdo e solicitar ao estudante que sugira uma forma de minimizar os impactos sofridos por tal ecossistema.

Bibliografia complementar

- CAIN, M. L. de; BOWMAN, W. D.; HACKER, S. D. *Ecologia*. Porto Alegre: Editora Artmed, 2011.
Livro-base para o estudo de ecologia, apresenta o assunto de forma didática e aprofundada, debatendo também novas descobertas dessa área.
- SILVA, C. P. de; ALBERTONI, E. F. *O ecossistema aquático*. Universidade Federal do Rio Grande. Disponível em: <http://www.repositorio.sead.furg.br/bitstream/123456789/1686/1/Ecossistemas_aquaticos.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2020.
Apresentação com explicações sucintas sobre componentes de ecossistemas aquáticos e suas peculiaridades.
- VARGAS, D. S. O plano inferencial em atividades escolares de leitura. *Revista Intercâmbio*, São Paulo, LAEL/PUCSP, v. XXV, p. 126-152, 2012. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/intercambio/article/view/10137/7617>>. Acesso em: 9 jun. 2020.
Artigo que debate a importância da leitura inferencial e de como trabalhar com a leitura em livros didáticos.

Resoluções

Atividades

(p. 84)

1. Sim, a tirinha trata da relação trófica entre lagartixas e mosquitos.
2. Há quatro animais que participam de mais de uma cadeia alimentar: ave, quati, gambá e onça. A extinção de algum desses animais causa o desequilíbrio das relações tróficas.
3. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes reconheçam que, se consumiram apenas alimentos de origem vegetal, comportaram-se como consumidores primários. Caso tenham se alimentado de carne bovina, podem ser considerados consumidores secundários (visto que bovinos são consumidores primários). Um debate interessante pode surgir caso algum estudante tenha se alimentado de cogumelos. Nesse caso, retome o debate sobre decompositores.

4. Organismos detritívoros, como os urubus, os abutres e as hienas, são classificados como consumidores e se alimentam de restos de matéria orgânica. Os decompositores (fungos e bactérias) convertem a matéria orgânica em nutrientes, reciclando os elementos químicos e disponibilizando-os para outros seres vivos.

Atividades

(p. 87)

1. A produtividade líquida não é igual nas duas estações, pois, na época seca, período em que as plantas estão sem folhas, a taxa de fotossíntese é muito menor do que na época de chuva.
2. O fitoplâncton e as plantas terrestres desempenham o papel de produtores nos diferentes ecossistemas. Nas pirâmides ecológicas elaboradas, esses organismos devem estar representados na base.
3. Diferentes fatores, como a luminosidade, a disponibilidade de água e a temperatura.
4. Diz-se que a energia não é criada ou perdida, mas transformada, pois uma forma de energia é sempre convertida em outra. A energia solar, por exemplo, é transformada em energia química pela fotossíntese.

Atividades

(p. 93)

1. A densidade da população de lebres é de 50 indivíduos/km² e de raposas é de 2 indivíduos/km².
2. É possível inferir que há uma tendência ao envelhecimento da população no Brasil, uma vez que o tamanho da base é menor que a faixa correspondente aos indivíduos em idade reprodutiva.

Atividades

(p. 95)

1. Caso a população de lincos fosse reduzida drasticamente, inicialmente a população de lebres tenderia a aumentar e as populações de organismos que servem de alimento para elas diminuiriam. Outra consequência é o aumento da competição intraespecífica entre as lebres.
2. A população de *P. caudatum* entra em declínio e a de *P. aurelia* mantém-se inalterada, devido ao princípio de exclusão competitiva. Nessa interação, ambas as espécies ocupam o mesmo nicho ecológico e a competição por recursos favorece uma delas.
3. O período de defeso corresponde à época de reprodução das espécies; dessa forma, a proibição da pesca nesse período protege a população de pescado e permite seu crescimento.
4. Como as espécies migratórias não ficam restritas a uma região geográfica, a principal dificuldade no estudo de dinâmica de populações é monitorá-las em regiões distintas nas diferentes épocas do ano. Além disso, é difícil rastrear de maneira detalhada a rota de migração, pois muitas espécies utilizam diferentes estratégias de navegação.

5. As espécies exóticas podem interferir no equilíbrio do ecossistema em que foram inseridas, pois geralmente não encontram predadores ou parasitas específicos, que controlariam naturalmente o crescimento populacional. As populações dessas espécies, então, tendem a aumentar, dominando os nichos ecológicos ocupados por elas, competindo por recursos com as espécies nativas e afetando o equilíbrio das cadeias alimentares.

Interligações

(p. 96)

1. A preservação dos anfíbios contribui para o controle populacional de mosquitos transmissores de doenças que afetam os seres humanos, como a dengue.
2. Não. Todas as espécies são importantes em um ecossistema, pois desempenham papéis na manutenção do equilíbrio das teias alimentares. Assim, todas elas devem ser preservadas.

Atividades

(p. 100)

1. Há relação de mutualismo entre as duas espécies, pois ambas são beneficiadas.
2. Na ausência das formigas, a planta poderia sofrer ataques de herbívoros e ter dificuldade para se reproduzir.
3. O controle biológico apresenta inúmeras vantagens em relação ao uso de defensivos químicos: evita o desenvolvimento de organismos resistentes, impede a eventual contaminação do solo e de águas por agentes químicos, não afeta insetos polinizadores, previne a ocorrência de problemas graves de saúde entre trabalhadores rurais e a intoxicação de organismos consumidores. Como desvantagens, podem-se citar a necessidade do entendimento da biologia da praga e de seus predadores, maior tempo despendido para o planejamento das estratégias de inclusão e controle mais lento da praga.
4. Resposta pessoal.

ATIVIDADES FINAIS

(p. 101)

1. Porque é no primeiro nível que se concentra a maior quantidade de energia e biomassa. As pirâmides de energia nunca têm a base menor que os níveis seguintes porque o fluxo de energia é unidirecional (partindo dos produtores para os consumidores).
2. Tanto a alga como o arroz são produtores. Aquele que ingere *temaki* apenas com arroz e alga é consumidor primário.
3. Apenas debilitar o hospedeiro possibilita que o parasita continue obtendo o alimento de que necessita.
4. A transmissão da gripe é um fator dependente da densidade populacional porque, quanto maior a aglomeração humana, mais facilmente ocorre o contágio.
5. A plantação de cereais proporcionará maior quantidade de alimento dentro de um mesmo intervalo de tempo porque os cereais ocupam o nível trófico dos produtores.

6. Em uma pastagem, a biodiversidade será muito menor que em uma floresta nativa, visto que há poucos nichos para serem ocupados pelos seres vivos. Assim, haverá menos biomassa e relações alimentares na área de pasto.
7. Alternativa c. Na recuperação de áreas desmatadas, é desejável que as espécies escolhidas apresentem elevado potencial biótico.
8. A preservação do solo permite que os organismos decompositores disponibilizem os nutrientes para os organismos produtores, garantindo o equilíbrio das cadeias alimentares.
9. Os mamíferos roedores, pois nessa relação trófica as serpentes atuam como consumidores secundários, estando, portanto, mais próximas da base da cadeia alimentar.
10. Na ausência de mamíferos roedores poderia ocorrer um aumento temporário na população de gafanhotos e outros insetos, uma vez que eles competem pelo alimento (cactos). Com o aumento do número de insetos, a população de répteis, que se alimenta deles, também poderia aumentar. Esse crescimento nas populações de insetos e de répteis poderia diminuir o impacto da ausência de mamíferos roedores para as raposas, já que elas também se alimentam dos dois tipos de organismo anteriores.
11. Exemplos: joaninhas no controle de pulgões e vespas ou moscas que parasitam ovos de insetos e ácaros prejudiciais à lavoura.
12. O pesquisador pode comparar o crescimento e o desenvolvimento da planta na presença e na ausência do animal. Caso ela cresça mais na presença dele, a relação será benéfica; caso o crescimento seja maior na ausência do animal, então a relação é prejudicial; se o crescimento for o mesmo nos dois casos, a relação é indiferente.
13. a) As plantas colocadas juntas, vaso B, cresceram menos. Nesse vaso há quatro plantas utilizando os recursos do solo, enquanto no vaso A apenas uma planta utiliza os recursos disponíveis.
b) Se uma das plantas do vaso B tivesse crescido mais, provavelmente, seria porque apresenta características diferentes das demais e que conferem vantagens na competição intraespecífica à qual foi submetida.
14. Alternativa c. A quantidade de energia diminui conforme se passa de um nível trófico para o próximo.
15. Favorecem o aumento da população as situações descritas em IV e VII.
16. Tendem a diminuir a população as situações I, II, III, V e VI.
17. Descrevem fatores dependentes da densidade populacional as situações I, II, III, IV e V.
18. O ser humano interfere na população de quatis de diversas maneiras: criando condições para o aumento de seus predadores, nesse caso as onças; diminuindo as presas dos quatis devido ao uso de pesticidas; caçando suas presas; e aumentando ou diminuindo a oferta de alimento.
19. Alternativa c. Devido à bioacumulação, a concentração do pesticida aumenta a cada nível trófico.

Capítulo 5

As transformações ao nosso redor

Professor indicado

Recomenda-se que este capítulo seja trabalhado pelo professor de Química.

BNCC - competências e habilidades trabalhadas

Estão indicadas a seguir, fundamentadas na BNCC, as competências gerais, as competências específicas e as habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, assim como as competências específicas de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, cujo desenvolvimento é favorecido no capítulo. Para isso, são apontados os momentos em que seu trabalho pode ser propício.

Competência geral	Justificativa	Página
1	A construção do conhecimento químico no que tange ao estudo da matéria faz parte da abordagem do capítulo ao se tratar de temas como a teoria dos quatro elementos, a conservação da matéria e as características de substâncias com caráter ácido e básico. Os textos e as atividades permitem ao estudante perceber que a Ciência é uma construção humana.	105 a 110, 117 a 122
2	Textos e abordagens ao longo do capítulo tratam de processos próprios da Ciência, como a pesquisa, a investigação, a formulação de hipóteses, a reflexão e a análise crítica nas seções <i>Atividade prática</i> , <i>Interligações – A combustão e o monóxido de carbono</i> e <i>Comunicando ideias</i> .	106, 111, 120
4	Na seção <i>Para começo de conversa</i> , há questões que podem ser discutidas em sala de aula para que os estudantes compartilhem conhecimentos prévios, ideias e opiniões em diferentes contextos.	104
7	Há propostas de atividades nas seções <i>Interligações – A combustão e o monóxido de carbono</i> e <i>Atividades finais</i> em que os estudantes podem desenvolver a argumentação, formulando, negociando e defendendo suas ideias. Eles também são incentivados a refletir sobre os cuidados consigo mesmo e com os outros.	111, 125
8	Com as atividades propostas nas seções <i>Comunicando ideias</i> e <i>Atividades finais</i> , os estudantes têm a oportunidade de refletir sobre os cuidados relacionados a sua saúde física.	120, 125 e 126
9	O trabalho em grupo para a produção de um material para a promoção da saúde, proposto na atividade 2, das <i>Atividades finais</i> , exige dos estudantes a prática do diálogo, da cooperação, do respeito, da valorização das diferenças e opiniões distintas, entre outras.	125 e 126
10	Atividades contextualizadas presentes na seção <i>Interligações – A combustão e o monóxido de carbono</i> propõem situações que demandam reflexões sobre ações individuais e coletivas para a construção de um mundo mais democrático e sustentável.	111, 120, 126

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
1	EM13CNT101	As combustões, a decomposição da água e o funcionamento de <i>airbags</i> de automóveis são alguns exemplos propostos no capítulo que estimulam os estudantes a analisar as reações químicas e a interpretar e representar as equações químicas.	105 a 116, 124, 126
	EM13CNT104	Ao refletir sobre o uso do gás hidrogênio como combustível, os estudantes poderão avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente decorrentes dos processos químicos de transformação de energia. O texto sobre a emissão de monóxido de carbono e o uso de catalisadores oportuniza a discussão sobre os riscos à saúde humana e ao meio ambiente causados pela emissão de poluentes gerados na combustão para a obtenção de energia.	104, 111
2	EM13CNT207	A discussão sobre os perigos à saúde relativos ao consumo de sódio em excesso e a produção de um material para a promoção da saúde oportunizam aos estudantes identificar, analisar e discutir dificuldades enfrentadas pela sociedade atual, no que se refere ao consumo de alimentos.	125, 126
3	EM13CNT301	No capítulo é proposta uma atividade prática em que os estudantes são estimulados a utilizar instrumentos de medição, como balanças, a interpretar resultados experimentais e a propor explicações para as observações.	106, 109, 125, 126
	EM13CNT302	Na produção de materiais de divulgação científica e para a promoção da saúde, os estudantes desenvolvem a comunicação com diferentes públicos, trazendo informações científicas que poderão proporcionar debates em relação ao consumo de alimentos industrializados e à saúde da população.	120, 126

continua

continuação

EM13CNT303	As atividades propostas na seção <i>Atividades finais</i> trabalham com os estudantes a interpretação de textos de divulgação científica e análise quanto às fontes confiáveis de informações ao requisitar a pesquisa sobre a importância do sal na alimentação humana.	125, 126
EM13CNT306	A poluição atmosférica gerada pela queima de combustíveis fósseis e algumas alternativas para a redução dessas emissões são tratadas ao longo do capítulo. Destaca-se, por exemplo, a importância do dispositivo automotivo que reduz a emissão de poluentes atmosféricos, os catalisadores automotivos.	111, 114, 120
EM13CNT307	O uso de gás hidrogênio como alternativa à combustão de derivados do petróleo é abordado como soluções viáveis e sustentáveis à dependência da sociedade frente a estes combustíveis.	114, 125, 126
EM13CNT309	Na seção <i>Interligações – A combustão e o monóxido de carbono</i> , o texto e as atividades sobre a combustão, o aumento da emissão de monóxido de carbono e a relação com a expansão de uma atividade econômica do segmento de prestação de serviços promovem a análise e a conexão dessas questões ambientais, econômicas e sociais que envolvem a obtenção de energia pelo processo de combustão.	111

Competência específica de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	Justificativa	Páginas
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.	Este capítulo aborda textos e atividades que permitem a análise sobre as consequências de uma relação desproporcional entre ambiente e o ser humano estabelecidas pela dependência de combustíveis não renováveis para a obtenção de energia, e a relação entre a industrialização dos alimentos e os impactos na saúde.	111, 120, 126
4. Analisar as relações de produção, capital e trabalho em diferentes territórios, contextos e culturas, discutindo o papel dessas relações na construção, consolidação e transformação das sociedades.	Discutem-se as relações de fonte de renda, trabalho e impactos socioambientais pela expansão de uma categoria de trabalhadores que surge, entre outros fatores, pela demanda de serviços resultante das transformações da sociedade, possibilitando a ampliação da discussão para outras esferas de políticas públicas e de emprego, promovendo a consciência e a ética.	111

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

Para o melhor aproveitamento do capítulo, é necessário que os estudantes estejam familiarizados com os conceitos de Matemática básica (potências de 10), noções básicas de reações químicas, indícios da reação; combustão completa e incompleta e solubilidade.

A seguir, estão listadas as habilidades dos anos finais do Ensino Fundamental, que serão retomadas e aprofundadas neste capítulo. Caso julgue necessário, realize uma avaliação diagnóstica para verificar se algum desses conceitos precisa ser retomado.

- **EF06CI02:** Identificar evidências de transformações químicas a partir do resultado de misturas de materiais que originam produtos diferentes dos que foram misturados (mistura de ingredientes para fazer um bolo, mistura de vinagre com bicarbonato de sódio etc.).
- **EF09CI02:** Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.
- **EF09CI03:** Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.

Objetivos do capítulo

Este capítulo vai ajudar o estudante a:

- Identificar reagentes, produtos, estados físicos em uma reação química;
- Descrever e interpretar uma equação química;
- Balancear uma equação química pelo Método das Tentativas;
- Conceituar ácidos, bases e sais segundo Arrhenius;
- Conhecer alguns dos principais ácidos, bases e sais presentes em seu cotidiano;
- Associar o efeito de ácidos e bases sobre alguns indicadores;
- Compreender alguns tipos de reação, como as combustões, as reações de neutralização e de precipitação;
- Reconhecer que algumas reações envolvem transferência de elétrons.

Neste capítulo, foram aprofundados os aspectos básicos estudados nos Anos Finais do Ensino Fundamental relativos às transformações químicas, as leis ponderais de Lavoisier e Proust e o significado das equações químicas que as representam. À medida que o estudante aprende a interpretar uma equação química e a

compreender alguns exemplos importantes de reações, como o caso das combustões, tem condições de entender questões significativas que impactam positiva e negativamente na vida dele, relacionando-as com os diversos campos do conhecimento, o que é essencial para qualquer cidadão.

Sugestões metodológicas

Antes de começar

Acreditamos que cabe uma explicação quanto à sequência adotada para este capítulo. Tradicionalmente, quando se estudam as funções químicas, são apresentados ácidos, bases, sais e óxidos, exatamente nessa ordem. Embora tenhamos tratado neste capítulo os conceitos de ácido e base segundo Arrhenius, não tratamos do estudo dos óxidos.

Por quê? Em primeiro lugar, porque os óxidos não podem ser entendidos como uma **função**, diferentemente dos tipos de substância citados anteriormente; eles só têm como característica comum serem binários e conterem oxigênio. Para exemplificar o que foi dito, vale dizer que alguns óxidos podem ser entendidos como bases de Arrhenius – caso de parte dos óxidos básicos, como o CaO e o Na_2O , uma vez que em água originam íons hidróxido, $\text{OH}^- (\text{aq})^-$, e outros, como ácidos de Arrhenius – caso dos óxidos ácidos, como o CO_2 e o N_2O_5 , já que em água originam íons $\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq})^-$, sem mencionar que há outros tipos de óxido que não se encaixam em nenhuma das classificações mencionadas.

Outro ponto a ser destacado é que, assim como no capítulo 1, consideramos absolutamente desnecessário que, ao iniciar os estudos do componente curricular de Química, o estudante memorize a tabela de cátions e ânions, a classificação periódica, as séries de reatividade, a nomenclatura de substâncias, entre outras informações. A memorização dos símbolos químicos, dos elementos de alguns grupos da tabela periódica e das fórmulas das substâncias mais utilizadas no estudo da Química ocorre naturalmente, à medida que os estudantes consultam tabelas com diversas informações durante a resolução de questões teóricas ou práticas que surgem ao longo do trabalho. Esse tipo de procedimento não impede que, a critério do professor, após algum tempo de curso, sejam solicitadas de memória as fórmulas das substâncias mais importantes. De qualquer modo, não há sentido em pretender que os estudantes memorizem mais que uma dúzia de íons para aprender os conceitos básicos de Química para o Ensino Médio. Por isso, no texto, as referências às substâncias são feitas usando seus nomes e suas fórmulas.

A adoção desses critérios favorece que o foco do trabalho seja dirigido ao que é mais importante: a compreensão e a utilização de conceitos da Química e de uma nova linguagem, altamente abstrata. Espera-se também evitar que os alunos criem uma imagem equivocada dessa Ciência, o que, infelizmente, costuma acontecer com muita frequência: a de que se trata de uma disciplina impossível de aprender se não se contar com boa memória. Vale lembrar ao colega que muitas gerações de brasileiros que estudaram Química no antigo colegial associam-na imediatamente a frases e músicas, de gosto duvidoso, usadas para decorar elementos de grupos da tabela periódica ou fórmulas para resolver problemas. A questão que se coloca é: será que tais alunos construíram conhecimentos químicos ou apenas aprenderam a usar recursos lúdicos para a memorização de curto prazo?

Será que eles foram estimulados a desenvolver habilidades e competências úteis para seu desenvolvimento cognitivo?

Para começo de conversa

(p. 104)

Retome com os estudantes os assuntos abordados no capítulo 1, referentes ao domínio do fogo, ao uso que a humanidade da energia e à repercussão dos processos químicos de transformação de energia sobre problemas ambientais e da vida humana.

Estimule os estudantes a responder às questões mencionadas no texto e aproveite esse momento para trabalhar a competência geral 4, promovendo a expressão, o compartilhamento de informações, de sentimentos, de ideias e de experiências.

Nossos antepassados e a estruturação das modernas Ciências Naturais (p. 105)

Com base na metodologia de sala de aula invertida, oriente os estudantes a ler, em casa, os textos “Nossos antepassados e a estruturação das modernas Ciências Naturais” e “A trajetória de Lavoisier” (página 105); solicite então que pesquisem informações sobre as contribuições de Lavoisier para a Ciência.

Se julgar pertinente, peça-lhes que assistam ao documentário *Einstein: a grande ideia* (*Einstein's Big Idea*, NOVA, 2005, dirigido por Gary Stone); há um trecho específico que fala sobre Lavoisier e suas descobertas ao lado da esposa e também química Marie-Anne Lavoisier. É possível encontrar um trecho desse documentário dublado em português, com o título “A história de Lavoisier”, nas plataformas de compartilhamento de vídeos da internet.

Após a visualização do documentário, questione os estudantes sobre as principais ideias no material disponibilizado.

As contribuições de Lavoisier foram fundamentais para o desenvolvimento da Química e, caso julgue pertinente, pode-se utilizar o texto da *Sugestão de leitura complementar*, presente mais adiante, para aprofundar esse assunto. Ao final da leitura, pode-se sugerir a elaboração de poemas de cordel ou de músicas pelos estudantes sobre a vida e os trabalhos de Lavoisier. Essa proposta de atividade pode ser realizada em parceria com o professor de Língua Portuguesa.

Algumas referências que podem ajudá-lo no desenvolvimento da atividade:

- ACADEMIA Brasileira de Literatura de Cordel. Disponível em: <<http://www.ablc.com.br/o-cordel/metricas-2/>>. Acesso em: 7 jul. 2020.
- MARINHO, A. C.; PINHEIRO, H. *O cordel no cotidiano escolar*. São Paulo: Cortez, 2012. 168 p.
- CALHADO, C. Ler por prazer no ritmo do cordel. **Revista Nova Escola**, 1 jul. 2011. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/2049/ler-por-prazer-no-ritmo-do-cordel>>. Acesso em: 7 jul. 2020.

ATIVIDADE PRÁTICA

(p. 106)

Um algoritmo pode ser definido como uma sequência finita e bem definida de passos com os quais se resolve um problema ou se executa uma tarefa. Na atividade prática, o procedimento descrito pode ser comparado a um algoritmo, pois, para que tudo funcione conforme o esperado, é necessário que o estudante siga rigorosamente os seis passos descritos na ordem em que aparecem. O rigor e a ordem desses passos garantem que o experimento possa ser reproduzido e observado de acordo com o esperado por quem planejou a experiência.

Sugestão de leitura complementar

A teoria do flogístico

A teoria do flogístico ou flogisto – do grego *phlogistós*, “inflamável” –, publicada pelo estudioso alemão Georg Ernst Stahl (1660-1734), em 1697, apresentava uma explicação para o fenômeno da combustão baseada na ideia de que, quando há queima, algo é liberado. Essa ideia já era defendida por seu compatriota, Johann Joachim Becher (1635-1682), cerca de três décadas antes. Segundo ela, muitos materiais, ao queimar, têm sua massa reduzida porque uma parte do material (o flogisto) era perdida na queima. Quanto aos metais, que ganhavam massa ao serem queimados – caso do magnésio, do alumínio e do ferro, por exemplo –, a teoria admitia que o flogisto perdido por eles na queima tinha massa negativa.

Dessa forma, a queima de uma folha de papel (na qual se observa a redução da massa) serve para exemplificar o que Stahl interpretava como perda de flogisto. No caso da combustão da palha de aço, em que é observado o ganho de massa, por raciocínio semelhante, Stahl diria que o flogisto do ferro seria negativo.

Nessa época, o oxigênio, componente do ar fundamental para o processo de combustão feito no ambiente, ainda não havia sido descoberto. Foi Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) quem descobriu o oxigênio, em 1771. Com essa descoberta, a teoria do flogístico passou a ser cada vez menos aceita.

Algumas contribuições de Lavoisier

O ar, o oxigênio e a combustão

Embora o oxigênio tenha sido descoberto por Scheele, seu trabalho teve pouca repercussão. Muitos atribuem essa descoberta a Joseph Priestley (1733-1804), que, em 1774, divulgou a descoberta de um gás que alimentava melhor a combustão do que o ar. Ele havia obtido esse gás a partir da decomposição do óxido de mercúrio(II) feita por aquecimento. Para isso, recorreu a uma lente que concentrava um feixe de luz sobre o óxido, aquecendo-o. O gás, ao qual Priestley atribuiu o nome de ar deflogisticado (com base na teoria do flogístico), era o oxigênio.

Além de ter tomado conhecimento dessa e de outras pesquisas a respeito da natureza do ar, Lavoisier teve contato com o próprio Priestley. Como não concordava com a interpretação dos fatos baseada na teoria do flogístico, Lavoisier planejou uma série de experimentos, utilizando balanças.

Entre seus experimentos, podemos mencionar o aquecimento do fósforo e do enxofre em ambiente aberto. Com isso, ele verificou que obtinha materiais de massas diferentes das de partida. Realizou também o aquecimento de outras substâncias, como o óxido de chumbo, notando o desprendimento de um gás.

Uma de suas experiências mais famosas foi a do aquecimento do mercúrio em um vaso selado durante 12 dias. Como resultado, observou a formação de um sólido vermelho, que atualmente sabemos tratar-se de óxido de mercúrio(II), e a redução de volume do “ar” em cerca de 20% (hoje sabemos que essa redução ocorre por causa do consumo do oxigênio presente no ar, quando há a reação com o mercúrio).

Lavoisier realizou também o processo inverso, isto é, o aquecimento do óxido de mercúrio(II), notando que voltava a obter mercúrio e “ar” em quantidades idênticas às que foram consumidas no processo anterior.

Depois de uma série de experimentos, concluiu que o ar da atmosfera não continha apenas uma substância; o ar era, na verdade, uma mistura de diversos gases. Para ele, o ar da atmosfera era constituído de aproximadamente um quarto de “ar deflogisticado”, ou seja, do ar que era respirável (essa parte respirável do ar é o oxigênio). Lavoisier identificou também outro constituinte do ar: o azoto (que hoje chamamos de nitrogênio).

Outra contribuição de Lavoisier foi a conclusão de que a água era constituída de hidrogênio e oxigênio.

Essas descobertas contribuíram para que seus contemporâneos abandonassem a ideia do flogisto.

Leis ponderais das reações químicas (p. 107)

Peça aos estudantes que leiam a *Caixa de ferramentas* e expliquem o que entenderam por axioma. Forneça a eles outros exemplos para que possam compreender melhor o termo, que não é de uso corrente.

Aproveite as observações feitas pelos estudantes na **Atividade prática – Transformações químicas e a massa dos sistemas** para abordar a conservação de massas nas transformações da matéria.

Auxilie os estudantes na compreensão das tabelas. Se necessário, reproduza-as na lousa e complemente-as ao longo da explicação.

Atividades

(p. 109)

Para avaliar a aprendizagem dos estudantes sobre as leis ponderais, solicite a resolução individual das questões das atividades 1 e 2 da página 109.

Reações químicas: estudo qualitativo (p. 110)

Converse com os estudantes sobre como as reações químicas são representadas. Ressalte os componentes de uma equação química – os reagentes e produtos –, a indicação dos estados físicos, o significado dos símbolos e fórmulas químicas e da seta de reação. Leia em voz alta como interpretar uma equação química.

Interligações

(p. 111)

Sugere-se que seja dispensada atenção especial à leitura e às atividades do texto do **Interligações**. As respostas fornecidas pelos estudantes para as questões 1 e 2 possibilitam avaliar a compreensão deles sobre o texto e se possuem dificuldades em representar e interpretar equações químicas. Para a questão 3, é interessante organizar com os estudantes um roteiro de entrevista adequado. A seguir, há algumas sugestões de perguntas a serem feitas ao entrevistado:

1. Como é o trabalho de *motoboy*? Quantas horas por dia você trabalha?
2. Há riscos envolvidos na sua profissão? Quais?
3. Quais foram os motivos que o levaram a exercer essa profissão?
4. Que conselhos você daria para alguém que vai iniciar nessa profissão?

Alguns tipos de reações químicas (p. 115)

Quanto a fórmulas e nomes de substâncias, não se pretende que os estudantes saibam de cor os nomes e as respectivas fórmulas das substâncias químicas; no entanto, muitas delas, dada a frequência com que aparecem no texto e em atividades do livro do aluno, pela importância que têm em nossa vida, acabam sendo memorizadas. Vale lembrar que, em explicações inseridas no texto, sempre aparecem nome e fórmula das substâncias.

A discussão do tema pode ser iniciada com base na análise da fotografia de um *airbag* acionado. Discuta com os estudantes a importância da ocorrência rápida dessa reação em caso de acidente. Depois, as fórmulas podem ser analisadas.

Reações envolvendo ácidos, bases e sais (p. 117)

Antes de discutir com os estudantes a respeito dos ácidos, bases e sais, é importante apresentar-lhes os conceitos de dissociação iônica e ionização, pois esses conceitos podem ser revelar muito abstratos para eles.

Se julgar pertinente, sugerimos exibir a animação *Dissociação de cloreto de sódio em 3D*, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=uTgJHP9msLE>> (acesso em: 21 jul. 2020), para tornar o conteúdo um pouco menos abstrato. Uma alternativa ao vídeo é montar modelos de átomos e íons com a turma.

Dando sequência, discuta com os estudantes as informações apresentadas na tabela *Teste de condutibilidade elétrica de $H_2O(l)$, $NaCl(s)$ e $NaCl(aq)$* . Utilize essas informações para explicar como ocorre a interação da água com os íons e como a mobilidade desses íons possibilita a condutibilidade elétrica da solução formada.

Utilize o exemplo presente no texto didático do cloreto de hidrogênio ou gás clorídrico, $HCl(g)$, ao ser colocado em água, para explicar o modelo explicativo para ionização.

Se julgar oportuno, após a leitura da seção **Interligações – Um pouco da história dos conceitos de ácido e base**, utilize a atividade 2 indicada nas *Sugestões de atividades complementares*.

Outra possibilidade para complementar o estudo de ácidos e base é a utilização do simulador de soluções ácido/base disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/acid-base-solutions/latest/acid-base-solutions_pt_BR.html> (acesso em: 21 jul. 2020). Incentive os estudantes a alterar os parâmetros do simulador e discuta com eles sobre as diferenças nos resultados apresentados.

Sugestões de atividade complementar

Atividade 1

Para auxiliar o ensino de ácido e base, sugerimos a elaboração de um *quiz*. Os estudantes podem elaborar de 5 a 10 questões sobre o tema ácidos e bases a apresentar aos colegas para que resolvam. Ao final, as questões podem ser discutidas em sala de aula. Para a elaboração do *quiz*, eles podem usar uma plataforma *on-line* gratuita ou realizar manualmente, em papel, com apuração das respostas.

Atividade 2

Divida os estudantes em grupos e para cada grupo entregue amostras de substâncias que são utilizadas por eles no

dia a dia. Exemplos: limão, vinagre, leite de magnésia, xampu, fermento em pó, detergente, água sanitária, soda cáustica, ácido muriático etc.

Converse com os estudantes sobre a função dos indicadores e mencione a existência de muitos indicadores naturais. Nessa experimentação, eles deverão utilizar os indicadores naturais: repolho-roxo e feijão-preto e o indicador fenolftaleína.

O extrato do repolho-roxo deve ser preparado da seguinte forma: inicia-se pela maceração de uma folha de repolho-roxo, seguida da diluição em água fervente. Então, coa-se a solução, passando-a para um recipiente de vidro. Já o extrato de feijão-preto deve ser preparado adicionando água fria a esse feijão cru e deixando-o em imersão por 5 horas; após esse tempo, deve-se coar e reservar em um recipiente de vidro. Os estudantes vão colocar em tubos de ensaio uma pequena amostra das substâncias fornecidas por você e completar com um quarto do volume de água. Deverão usar a pipeta de Pasteur ou conta-gotas e adicionar 10 gotas do indicador em cada tubo de ensaio. Após a adição do indicador na solução, anotar a coloração. Solicite-lhes que elaborem uma tabela para anotar os resultados, indicando a coloração final da solução.

Compare com os estudantes os dados obtidos pela turma e apresente a eles as características de cada um dos grupos de substâncias: ácido, base e sais.

Comunicando ideias (p. 120)

A atividade proposta consiste na elaboração de um texto de divulgação científica sobre aditivos alimentares. Se for possível, desenvolva essa atividade em parceria com o professor de Língua Portuguesa, pela possibilidade do trabalho de gênero de texto de divulgação científica e postagem em redes sociais.

O texto de divulgação científica é um gênero textual muito utilizado pelas Ciências e tem como principal objetivo a divulgação de conhecimentos científicos em uma linguagem clara e objetiva para a sociedade. Procure orientá-los a evitar o uso de linguagem coloquial e gírias na elaboração desse texto e a utilizar fontes de pesquisa confiáveis, como *sites* de universidades e governamentais.

Para saber mais sobre aditivos alimentares, sugerimos a leitura:

- *Perguntas e respostas sobre rotulagem de alimentos* do portal da Anvisa. <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2020/perguntas-e-respostas-rotulagem-nutricional>>.
- ROMEIRO, S.; DELGADO, M. Aditivos alimentares: conceitos básicos, legislação e controvérsias. **Revista Nutricias**, Porto, n. 18, set. 2013. <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2182-72302013000300006>.
- DRAUZIO. Quais os limites diários e os riscos que os aditivos podem trazer? <https://drauziovarella.uol.com.br/alimentacao/quais-os-limites-diarios-e-os-riscos-que-os-aditivos-podem-trazer/?aff_source=56d95533a8284936a374e3a6da3d7996>. Acessos em: 10 abr. 2021.

Formação de precipitado (p. 123)

Ao abordar os conceitos envolvidos na formação de um precipitado e a tabela de solubilidade, sugerimos as atividades 1 e 2 indicadas nas *Sugestões de atividades complementares* para aprofundar o estudo de precipitação.

Sugestão de atividade complementar

Atividade 1

Química e defesa do consumidor

Nos últimos anos, muitas matérias têm sido veiculadas na mídia, chamando nossa atenção para a presença de chumbo em brinquedos infantis e em tintas usadas na pintura de imóveis. Leia alguns fragmentos de textos que tratam dessa questão.

Uma pesquisa realizada pelo Procon-SP mostra que a segurança não preocupa na hora da compra de brinquedos. Dos entrevistados, 74,8% das pessoas declararam que não consideram prioridade observar se o brinquedo foi certificado pelo Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia).

[...] O Procon-SP considera “motivo de preocupação saber que mais de 60% dos consumidores não citem a origem e segurança como os fatores mais importantes na aquisição de um brinquedo”.

[...], algumas tintas usadas para pintar brinquedos são tóxicas, devido à presença de materiais como chumbo e mercúrio. [...]

RUIZ, M. Dia das Crianças: confira seis cuidados na hora de comprar um presente. *Metro Jornal*, São Paulo, 8 out. 2019. Disponível em: <<https://www.metrojornal.com.br/foco/2019/10/08/dia-das-criancas-dicas-presente.html>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

Utilizadas por crianças nas atividades pedagógicas diárias, como parte dos kits do pré-escolar, as tintas de uso infantil como têmperas guaches, aquarelas e pinturas a dedo são produtos hipoalergênicos e atóxicos. [...] o Programa de Análise de Produtos do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) analisou em laboratório a concentração de chumbo presente em sete marcas [...]. Todas estavam conformes, dentro do limite máximo de 0,06% (seis centésimos por cento), de chumbo, em peso. “Uma preocupação constante com as tintas de uso infantil é a ocorrência de chumbo. A presença desse metal pesado na composição representa um alto risco à saúde de seus usuários por envenenamento. Pode comprometer o aprendizado, causar hipertensão e até convulsões. (...)”.

INMETRO. Inmetro avalia chumbo em tintas de uso infantil. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/imprensa/releases/chumbo-em-tintas-uso-infantil.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

O Ministério do Meio Ambiente abriu [...] consulta pública para o anteprojeto de lei que reduz em 85% a adição de chumbo em tintas, selantes, vernizes, solventes e materiais similares de revestimento de superfícies.

O documento prevê que fabricantes e importadores não poderão fabricar, importar ou comercializar produtos com teor acima de 90 ppm (partes por mi-

lhão). Pela legislação atual, aprovada em 2008, esse teor em tintas imobiliárias, escolares e infantis está limitado a 600 ppm.

Países como a Inglaterra, Suécia e Polônia baniram o uso de chumbo em tintas desde os anos 1920. A Espanha banuiu em 1931. O chumbo foi largamente utilizado na pigmentação ou como secante em tintas, até que pesquisas revelaram que ele é responsável por várias doenças, como danos ao sistema nervoso, anemia e distúrbios de comportamento, além de poluir o meio ambiente. Com a mudança na lei, o Brasil se adequa às normas internacionais previstas pelas Nações Unidas.

[...]

As tintas com alto teor de chumbo podem causar danos neurológicos irreversíveis quando acumuladas no organismo. As pesquisas mostram que as crianças são a parcela mais vulnerável da população, por levarem mais a mão à boca ao manusearem lápis e brinquedos.

[...]

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Aberta consulta pública sobre teor de chumbo. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/informma/item/14522-noticiaacom-2017-12-2750.html>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

1. A maioria das pessoas não sabe que tintas à base de chumbo são tóxicas. Sugira formas de fazer com que essa informação chegue ao conhecimento dos consumidores e também de trabalhadores que manipulam tintas (operários, pintores), para que evitem riscos à saúde.

Resposta: Resposta pessoal. Os estudantes podem sugerir, por exemplo, campanhas com cartazes, filmes publicitários informando sobre os riscos à saúde e a importância do uso de EPIs.

2. Pirataria é crime! Mas muitos acabam comprando brinquedos piratas que não são certificados pelo Inmetro. Não há garantia de que eles não contenham tintas de chumbo ou outros aspectos que causem risco aos menores. Tais produtos são bem mais baratos porque não há a incidência de impostos, taxas e também porque são produzidos sem preocupação com a higiene, a segurança e a preservação ambiental. Além disso, as condições de trabalho dos que os fabricam são precárias sobretudo com relação a garantias trabalhistas, desrespeito à carga horária de trabalho, segurança, entre outras. Sob a orientação do professor, você e seus colegas devem pensar em soluções para evitar que a população compre esse tipo de produto.

Resposta: É importante que o professor converse com os estudantes sobre esse problema socioeconômico, analisando com eles as soluções que apresentarem.

3. Com base no que leu, responda: que efeitos têm os íons de chumbo no organismo?

Resposta: Espera-se que os estudantes destaquem os efeitos neurotóxicos do chumbo.

4. Você pode imaginar por que, apesar de sua toxicidade, a tinta à base de chumbo ainda é usada em diversos produtos?

Resposta: A tinta à base de chumbo é mais barata que a adequada ao consumo.

5. Após a ingestão de produto contendo chumbo formam-se íons Pb^{2+} . Uma das formas de detectar a presença de

chumbo em um brinquedo consiste em banhá-lo a 37 °C com água e, depois, imergi-lo em recipiente com mistura aquosa com ácido clorídrico (HCl). Qual a finalidade do uso de ácido clorídrico na detecção de chumbo nessas tintas?

Resposta: O HCl(aq) reage com os íons Pb^{2+} formando $PbCl_2$ (sal praticamente insolúvel na temperatura ambiente). No estômago, ocorre algo semelhante, pois íons Pb^{2+} (aq) reagem com o HCl(aq) presente no suco gástrico.

6. Equacione na forma iônica o processo usado na detecção de chumbo.

Resposta: $Pb^{2+}(aq) + 2 Cl^{-}(aq) \rightarrow PbCl_2(s)$

Atividade 2

A atividade proposta a seguir é uma atividade prática. Providencie os materiais com antecedência.

Materiais

- 2 estantes com 6 tubos de ensaio de 15 mm × 150 mm
- 4 conta-gotas
- 4 béqueres ou copos de vidro
- caneta marcadora de vidro
- soluções aquosas de:
 - sulfato de cobre(II), $CuSO_4$ (encontrado em lojas de produtos para aquários);
 - carbonato de sódio, Na_2CO_3 (encontrado em lojas de produtos para cerâmica);
 - cloreto de sódio, NaCl (pode ser utilizado o sal de cozinha);
 - cloreto de potássio, KCl (encontrado em farmácias ou no sal *light*).

Procedimento

1. Numerem os tubos de ensaio de 1 a 12.
2. Copiem no caderno a tabela abaixo.

		Mistura de soluções aquosas			
		cloreto de sódio	cloreto de potássio	sulfato de cobre(II)	carbonato de sódio
	Fórmula química	////////// //////////	////////// //////////	////////// //////////	////////// //////////
carbonato de sódio	//////////	////////// //////////	////////// //////////	////////// //////////	_____
sulfato de cobre(II)	//////////	////////// //////////	////////// //////////	_____	
cloreto de potássio	//////////	////////// //////////	_____		
cloreto de sódio	//////////	_____			

3. Coloquem cerca de 2 mL de solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl) – cerca de 40 gotas – no tubo de ensaio 1. Com outro conta-gotas, acrescentem o mesmo volume de solução aquosa de carbonato de sódio (Na_2CO_3) nesse tubo de ensaio.
4. Observem o que ocorre e anotem na tabela o que veem: houve mudança? Qual?
5. Repitam os procedimentos acima para as misturas de soluções indicadas na tabela. Utilizem para isso os tubos de ensaio 2 a 6. Cuidado para não usar o mesmo conta-gotas em soluções diferentes.
6. Para os tubos de ensaio 7 a 12, repitam cada uma das adições feitas nos tubos anteriores, invertendo a ordem usada. Por exemplo, no tubo de ensaio 7, introduzam primeiro a solução de carbonato de sódio e depois a de cloreto de sódio.
7. Anotem na tabela o que observaram.

Descarte dos resíduos: as misturas contendo somente íons sódio e/ou potássio podem ser descartadas na pia; as misturas contendo íons cobre(II) podem ser misturadas e transferidas para um frasco com rótulo para eventual uso em outro experimento.

Analise suas observações

1. De acordo com o que vocês observaram na atividade, a ordem em que os reagentes são postos em contato altera o resultado da reação?

- Em qual mistura ocorreu uma reação química?
- A mistura de soluções aquosas de sulfato de sódio e carbonato de potássio reage formando um precipitado? Expliquem seu raciocínio.
- Alguns íons metálicos são tóxicos e, por isso, misturas que os contenham não devem ser descartadas em rios, mares ou lagoas. As misturas contendo íons cobre utilizadas no experimento, por exemplo, não podem ser despejadas na pia. O sal sólido de cobre, no entanto, pode ser retirado da mistura por um método de separação. Descreva como vocês realizariam esse processo com os resíduos do experimento, explicando que método de separação poderia ser utilizado.

Orientações e respostas dessa atividade

Sugestão de preparo de soluções:

- Misturar 1 g de sulfato de cobre(II), CuSO_4 , em 100 mL de água. A solução obtida pode ser transferida para um frasco com identificação.
- As soluções aquosas de carbonato de sódio e cloreto de sódio podem ser preparadas da mesma maneira: 1 g do sal para 100 mL de água. Em seguida, devem ser acondicionadas em frascos identificados.
- Sal *light* é uma mistura de sal de potássio e de sódio. Pode ser utilizado no experimento 1 g de sal *light* para 100 mL de água ou a solução de cloreto de potássio comercializada em farmácia.

Mistura de soluções aquosas				
	cloreto de sódio	cloreto de potássio	sulfato de cobre(II)	carbonato de sódio
Fórmula química	NaCl	KCl	CuSO_4	Na_2CO_3
Na_2CO_3	Nada muda.	Nada muda.	Precipitado azul	_____
CuSO_4	Nada muda.	Nada muda.	_____	_____
KCl	Nada muda.	_____	_____	_____
NaCl	_____	_____	_____	_____

Se julgar oportuno, peça aos estudantes que comparem as respostas às questões 1 e 3 com as respostas dadas às perguntas iniciais a respeito de misturas de soluções contendo íons que podem formar precipitados (é possível prever reações como essas? A mudança na ordem em que as substâncias são colocadas em contato altera o resultado?).

1. Não altera o resultado.

2. A mistura de soluções aquosas de sulfato de cobre(II) e carbonato de sódio produz um precipitado azul, o carbonato de cobre(II), CuCO_3 .

3. Não. Os alunos poderão explicar de várias formas por que as soluções não reagem. Uma resposta possível é que a mistura de soluções aquosas de sulfato de cobre(II) e cloreto de potássio, realizada no experimento, não produziu precipitado, assim como a mistura de soluções aquosas de cloreto de potássio e carbonato de sódio. Ou seja, os íons sódio, potássio, carbonato e sulfato continuaram cercados por moléculas de água.

4. Muitas respostas são possíveis, e a ordem de procedimento pode ter variações. Pode-se, por exemplo, misturar

a solução de carbonato de sódio aos tubos contendo íons cobre(II) dissolvidos em água; em seguida, filtrar cada mistura retirando o sólido e descartando o resíduo líquido. Pode-se também misturar todas as soluções contendo íons cobre(II), acrescentar solução de carbonato de sódio, filtrar e descartar o resíduo líquido. Outras formas possíveis são os métodos de evaporação, cristalização e destilação simples (este último, seguido de aquecimento em estufa ou exposição ao ambiente). Se julgar pertinente, sugerimos ampliar a atividade experimental solicitando aos estudantes (ou a um estudante eleito pela turma) que testem os métodos propostos com os resíduos do experimento.

Avaliação

Ao longo do desenvolvimento do capítulo, é possível realizar atividades avaliativas para averiguar a compreensão dos estudantes e, se necessário, retomar algum conteúdo ou alterar estratégias de ensino.

As atividades em grupo podem servir de instrumentos avaliativos para verificar o desenvolvimento das competências gerais 4 e 7. É essencial estimular o desenvolvimento dessas competências pessoais; e, ao desenvolver as atividades propostas, os estudantes poderão partilhar informações, sentimentos, ideias, experiências e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo, além de formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns com base em direitos humanos, consciência socioambiental, consumo responsável e ética.

Para avaliar as habilidades desenvolvidas, sugerimos que em primeiro lugar seja realizada uma autoavaliação pelos estudantes. Em seguida, valide com cada estudante a autoavaliação feita, recorrendo para isso às suas observações durante as aulas. Sugerimos que você lhes apresente uma tabela semelhante à seguinte.

Habilidades	Crterios de avaliao
EM13CNT101	Analisar as transformações e conservações da quantidade de matéria.
EM13CNT104	Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente decorrentes dos processos químicos de transformação de energia.
EM13CNT207	Analisar e consigo discutir sobre as dificuldades enfrentadas pela sociedade atual, no que se refere a produção e consumo de alimentos.
EM13CNT301	Interpretar modelos explicativos, através de dados e resultados experimentais, para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
EM13CNT306	Avaliar os riscos envolvidos na combustão para obtenção de energia, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza.
EM13CNT307	Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso como combustíveis.

Cada um desses critérios deve ser avaliado pelo estudante em: *perfeitamente*, *razoavelmente* e *preciso melhorar*.

Bibliografia complementar

- ANTOINE LAVOISIER – “Pai” da Química Moderna – “Lei da Conservação das massas”. [Locução de:] Tânia Barros. [S. l.]: Loucos por biografias. *Podcast*. Disponível em: <<https://anchor.fm/loucosporbiografias/episodes/ANTOINE-LAVOISIER---Pai-da-Quimica-Moderna-Lei-da-Conservao-das-massas---Biografia-e4ne0k>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

Este *podcast* traz a biografia de Antoine Lavoisier.

- CHAVES, M. H. O.; PIMENTEL, N. L. *Uma proposta metodológica para o ensino de ácidos e bases numa abordagem problematizadora*. UFSM – Santa Maria/RS, 2001. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernos/pde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uem_qui_artigo_ana_paula_pinheiro.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2020.

O artigo destaca uma proposta de ensino de ácidos e bases de maneira contextualizada e com o uso da experimentação investigativa.

- EP. 26: Indicadores ácido-base – Moléculas: um *podcast* sobre química. [Locução de:] Adilson de Oliveita. 16 mar. 2020: Laboratório Aberto de Interatividade. *Podcast*. Disponível em: <<https://www.labi.ufscar.br/2020/03/16/o-tijolo-do-mundo-o-atomo-e-suas-divisoes-podcasts-cbn/>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

Neste *podcast* é apresentado um episódio em que se errou o ponto de viragem de uma volumetria ácido-base, ressaltando a importância da utilização de indicadores com explicações do conceito de ácido e de base.

- MONTEIRO, P. C.; RODRIGUES, M. A. Ácidos e bases no cotidiano: uma proposta de experimento investigativo para o ensino médio. *Revista Prática Docente*. v. 4, n. 1, p. 227-241, jan./jun. 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/334525309_ACIDOS_E_BASES_NO_COTIDIANO_UMA_PROPOSTA_DE_EXPERIMENTO_INVESTIGATIVO_PARA_O_ENSINO_MEDIO>. Acesso em: 21 jul. 2020.

O artigo apresenta uma investigação das potencialidades didáticas de uma atividade experimental investigativa sobre ácidos e bases, que envolveu a reflexão sobre reconhecimento de produtos ácidos e alcalinos presentes no dia a dia, a leitura e discussão de um texto sobre origem e características físicas e químicas de substâncias ácidas e alcalinas e a realização do experimento, utilizando várias substâncias cotidianas de caráter ácido e básico e o indicador natural de repolho roxo.

- OLIVEIRA, P. M. da; FERNANDES, R. F.; LOJA, L. F. B.; PIRES, D. A. T. Laboratório ponderal – atividade lúdica computacional para o ensino de cálculos estequiométricos. *Tecnia*, v. 3, n. 2, 2018. Disponível em: <<http://revistas.ifg.edu.br/tecnica/article/view/189>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

O artigo apresenta um jogo sobre leis ponderais como estratégia lúdica para abordar os conhecimentos.

- SANTOS, L. C.; SILVA, M. G. L. da. O estado da arte sobre estequiometria: dificuldades de aprendizagem e estratégias de ensino. In: IX CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 2013. Disponível em: <<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/308303>>. Acesso em: 21 jul. 2020.

O artigo apresenta um panorama das pesquisas realizadas sobre estequiometria no que se refere às investigações sobre dificuldades de aprendizagem e estratégias de ensino.

Resoluções

ATIVIDADE PRÁTICA

(p. 106)

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes tenham observado a formação de bolhas na solução, resultado do gás produzido no processo de dissolução da pastilha. Podem citar, também, aumento do volume da bexiga por consequência da formação de gás carbônico.
2. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes indiquem que houve diferença no resultado dos dois procedimentos. Na etapa 4, é possível observar a conservação da massa do sistema. No entanto, na etapa 6, ocorreu uma diferença nos valores de massa antes e depois da transformação química; isso ocorre porque o gás carbônico formado escapa do sistema para o ambiente, pois não há nenhuma barreira, como no primeiro caso, no qual se utiliza a bexiga para contê-lo.

Atividades

(p. 109)

1. a) A partir de uma das linhas da tabela, podemos determinar a porcentagem em massa de cada constituinte da substância carbonato de cobre. Por exemplo:

$$1^{\text{a}} \text{ horizontal: } \frac{m(\text{cobre})}{m(\text{carbonato de cobre})} = \frac{5,1 \text{ g}}{10 \text{ g}} = \frac{x}{100\%}$$

ou 51% em massa da substância é cobre.

Analogamente:

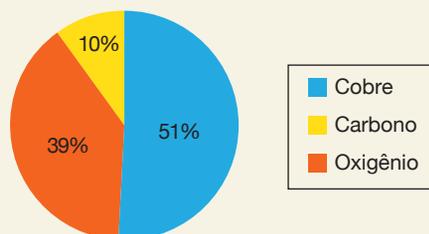
$$\frac{m(\text{carbono})}{m(\text{carbonato de cobre})} = \frac{1,0 \text{ g}}{10 \text{ g}} = \frac{y}{100\%}$$

ou 10% em massa da substância é carbono.

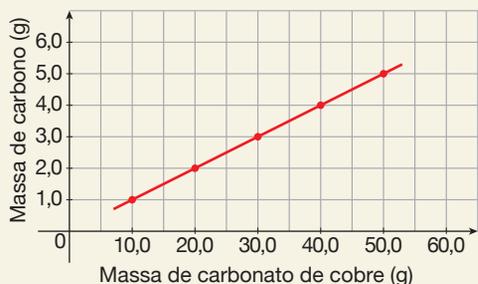
$$\frac{m(\text{oxigênio})}{m(\text{carbonato de cobre})} = \frac{3,9 \text{ g}}{10 \text{ g}} = \frac{z}{100\%}$$

ou 39% em massa da substância é oxigênio.

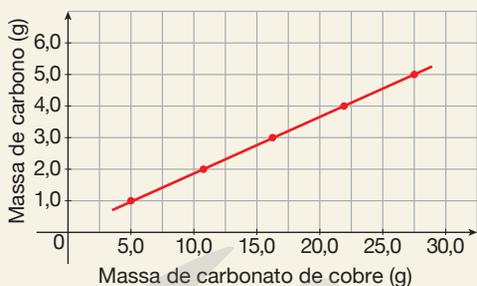
51% de cobre, 10% de carbono e 39% de oxigênio.



- b) A construção e a análise de gráficos são importantes recursos usados por várias disciplinas, como Física, Geografia, Matemática etc. para interpretar dados numéricos. Os gráficos permitem, em geral, ampliar a visão de relações entre grandezas e compreender o significado que os valores tabelados nem sempre evidenciam.



- c) Dobrando a massa de carbonato de cobre, também dobra a massa do elemento carbono. Essas massas, portanto, são diretamente proporcionais. Essa relação de proporcionalidade pode ser estendida aos demais componentes do carbonato de cobre.
- d) Vale lembrar a importância dos estudantes fundamentarem seus argumentos em função da proporcionalidade entre as massas dos elementos cobre e carbono obtidas pelo gráfico, o que explica que essa relação seja expressa por uma reta que passa pela origem.



Conclui-se que existe proporcionalidade entre as massas dos elementos cobre e carbono.

- e) Não. A obtenção de um gráfico similar demonstra que a proporção entre as massas se mantém, de acordo com a lei de Proust.
2. a) cálcio + cloro \rightarrow cloreto de cálcio
- | | | |
|--------|------|--------|
| 40 g | 71 g | 111 g |
| 14,2 g | x | 22,2 g |
- De acordo com a lei de Lavoisier:
- $$14,2 \text{ g} + x = 22,2 \text{ g}$$
- $$x = (22,2 \text{ g} - 14,2 \text{ g}) = 8 \text{ g}$$
- A massa de cálcio que reage é igual a 8 g. A massa de cálcio utilizada na reação foi 9 gramas, pois, além dos 8 gramas que reagiram, ainda restou 1 grama no recipiente.
- b) Supondo que todo o cálcio reaja e que, portanto, o cloro esteja em excesso, a partir da proporção fornecida, podemos calcular:
- $$\frac{\text{massa de cálcio}}{\text{massa de cloro}} = \frac{40 \text{ g}}{71 \text{ g}} = \frac{80 \text{ g}}{m}$$
- $m = 142 \text{ g}$ de cloro
- Como estavam disponíveis 150 g de cloro, restaram sem reagir 8 g.

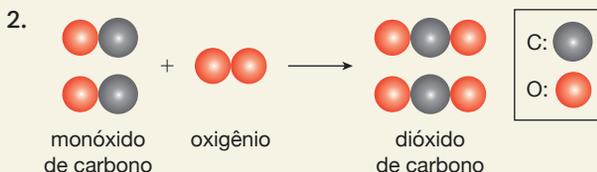
Resposta: Não, além de (142 g + 80 g), isto é, 222 g de cloreto de cálcio, haverá excesso de 8 g de cloro.

- c) Lei das proporções definidas (Proust).

Interligações

(p. 111)

1. Reagentes: $\text{CO}(\text{g})$, $\text{O}_2(\text{g})$; produto: $\text{CO}_2(\text{g})$.



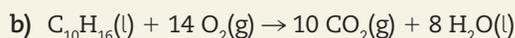
3. a) Aos *motoboys*.
- b) Resposta pessoal. Pode-se abrir uma discussão com os estudantes sobre o assunto, levantando questões como: a necessidade de deslocamentos mais rápidos em razão do aumento do número de veículos, o aumento da atividade econômica, o aumento do comércio *on-line* etc.
- c) A resposta vai depender dos entrevistados. Entre as causas mais prováveis, devem aparecer: perda de emprego anterior e dificuldade de encontrar nova ocupação; flexibilidade de horário de trabalho, permitindo exercer a função de *motoboy* para complementar um baixo salário fixo recebido em outro emprego; aumento da demanda desse trabalho nos grandes centros urbanos, entre outras.

Atividades

(p. 114)

1. $2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- b) Para cada 2 moléculas de gás hidrogênio que entram em combustão, é consumida 1 molécula de gás oxigênio, formando-se 2 moléculas de água.
- c) Porque o único produto que ela gera é o vapor de água, que não é poluente.
2. Não. O_2 é a representação química do gás oxigênio, uma substância simples (presente na atmosfera) cujas moléculas são constituídas por dois átomos de oxigênio unidos. A indicação "2 O" corresponde à representação química de dois átomos do elemento químico oxigênio, não ligados quimicamente, que possuem conteúdo energético e reatividade diferentes dos da molécula de O_2 .
3. a) $1 \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- b) $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) + \frac{13}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4 \text{CO}_2(\text{g}) + 5 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- c) $2 \text{K}(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2 \text{KOH}(\text{aq}) + 1 \text{H}_2(\text{g})$
- d) $4 \text{Na}(\text{s}) + 1 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{Na}_2\text{O}(\text{s})$
4. $2 \text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq}) + 3 \text{Na}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Na}_3\text{PO}_4(\text{aq}) + 3 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
5. a) Na combustão do etileno, o número total de moléculas dos reagentes é igual ao número total de moléculas dos produtos. Na combustão do butano, o número de moléculas total dos reagentes é diferente do número de moléculas total dos produtos, na proporção de, respectivamente, 7,5 : 9.
- b) O número de átomos de cada elemento.

6. a) Caso não estejam secas, a umidade dificultará a combustão do limoneno.



Atividades

(p. 116)

- a) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$
 $C(s) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow CO(g)$ ou $2 C(s) + O_2(g) \rightarrow 2 CO(g)$
- b) Na formação do gás carbônico, o consumo de oxigênio é relativamente maior — a proporção é de uma molécula de O_2 para cada átomo de C —, enquanto na segunda reação, para a mesma quantidade de C, é necessária a metade da quantidade de oxigênio.
2. $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightarrow 2 NH_3(g)$
3. $2 CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2 CO_2(g)$
4. a) $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$
- b) $SO_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \xrightarrow{\text{catalisador}} SO_3(g)$
- c) $SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(l)$

Interligações

(p. 117)

1. Os ácidos reagem com hidrogenocarbonato de sódio liberando gás; já as bases não têm o mesmo comportamento. Os ácidos mudam a cor do xarope de violeta para vermelho, enquanto as bases alteram a coloração desse xarope para verde.
2. Enquanto os antecessores de Lavoisier procuravam os efeitos que ácidos e bases provocavam em pigmentos vegetais, esse cientista buscou componentes das substâncias que as caracterizassem como ácidos ou bases.

Atividades

(p. 120)

1. A água da torneira ou de uma fonte mineral não é pura. Ela contém eletrólitos que a tornam condutora de corrente elétrica.
2. a) O fluoreto de potássio é iônico:
 $KF(s) \xrightarrow{H_2O} K^+(aq) + F^-(aq)$
- b) O ácido perclórico é molecular, e em água ocorre a reação representada a seguir:
 $HClO_4(l) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + ClO_4^-(aq)$

Atividades

(p. 124)

1. Não. Exemplos: o ouro e a platina, porque esses metais são menos reativos.
2. A palavra “inoxidável”, que sugere que o aço não pode ser oxidado.
3. O ferro oxidou.
 $Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2 e^-$
 $Fe \rightarrow Fe^{3+} + 3 e^-$

ATIVIDADES FINAIS

(p. 125)

1. a) A redução da acidez dos solos por meio da calagem.
b) Informa que, no Brasil, predominam solos ácidos, caracterizados por baixos valores de pH menores que 5,5, teores insuficientes de cálcio e excesso de alumínio e/ou manganês.
c) Em solos ácidos, com altos teores de íons alumínio, as raízes se desenvolvem pouco, o que reduz a capacidade da planta de absorver água e nutrientes.
d) Porque ele reage com os íons $H^+(aq)$, provenientes do solo, neutralizando parte deles, o que permite elevar o pH.
e) Porque a água das chuvas liberou os íons H^+ do solo, garantindo sua reação com o carbonato de cálcio aplicado no solo.
2. a) “O excesso de íon sódio, presente no principal componente do sal de cozinha...”
b) Resposta pessoal.
c) Resposta pessoal.
3. Amostra 1, pois apresenta cor associada à faixa de pH = 3. Alguns estudantes podem citar a amostra 3 (que apresenta cor associada à faixa de pH = 6); nesse caso, esclareça que o solo é um sistema complexo formado por diversas substâncias, e, portanto, não apresenta pH 7 (neutro). A calagem é necessária para reduzir a acidez, elevando o pH a uma faixa adequada, normalmente entre 5,5 e 6,5.
4. Alternativa a.
Primeiro, calculamos a quantidade de enxofre em uma tonelada (1.000.000 g) de carvão:
 $1.000.000 \text{ g} \text{ — } 100\%$
 $x \text{ — } 1\%$
 $x = 10.000 \text{ g}$ de enxofre em uma tonelada de carvão
Agora calculamos a quantidade de hidróxido de cálcio necessária para purificar o óxido formado. Podemos relacioná-la diretamente com a massa de enxofre:
 32 g de enxofre — 74 g de hidróxido de cálcio
 10.000 g de enxofre — y
 $y = 23.125 \text{ g}$ de hidróxido de cálcio
Em quilogramas: 23,125 kg.
5. Alternativa d.
 $\text{álcool etílico} + \text{oxigênio} \rightarrow \text{dióxido de carbono} + \text{água}$
 $46 \text{ g} \quad 96 \text{ g} \quad x \quad 54 \text{ g}$
De acordo com a lei da conservação das massas:
 $(46 \text{ g} + 96 \text{ g}) = (x + 54 \text{ g})$
 $x = 88 \text{ g}$ (dióxido de carbono)

Próximos passos

(p. 127)

- a) Resposta pessoal.
- b) $CaCO_3$ – carbonato de cálcio.
- c) $CaCO_3 + H_2O \rightarrow CO_2 + Ca(OH)_2$. Sai pela chaminé o dióxido de carbono, que tem sido ultimamente muito comentado, pois é associado ao chamado efeito estufa e, por isso, considerado prejudicial ao ambiente.

Capítulo 6

Reciclagem e transformação de matéria e energia nos seres vivos

Professor indicado

Recomenda-se que esse capítulo seja trabalhado pelo professor de Biologia.

BNCC – competências e habilidades trabalhadas

Estão indicadas a seguir, a partir da BNCC, competências gerais, competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, assim como competências específicas de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, cujo desenvolvimento é favorecido no capítulo. Para isso, são apontados os momentos em que seu trabalho pode ser propício.

Competência geral	Justificativa	Página
1	A obra, como um todo, evidencia que é construída a partir de conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, estimulando o estudante a entender e explicar a realidade que o cerca.	Todo o capítulo
2	Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências como investigar, refletir, elaborar hipóteses, entres outros, fundamentando-se em conhecimentos de diferentes áreas, é uma importante competência para as tomadas de decisão no cotidiano. Isso é feito ao longo do capítulo por meio de atividades.	128, 132, 133 e 137
4	Utilizar diferentes linguagens para expressar e compartilhar informações, experiências, ideias e sentimentos favorece a construção de significados que impulsionam o aprendizado. O capítulo desenvolve essa competência em atividades distintas, que estimulam o compartilhamento de informações.	128, 133 e 137
7	O uso de tecnologias digitais de informação e comunicação é estimulado de forma crítica para a pesquisa de informações relacionadas aos assuntos estudados.	137 e 139

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
1	EM13CNT101	A compreensão dos mecanismos que explicam o metabolismo energético envolve analisar transformações contendo matéria e energia. Os estudantes são também convidados a elaborar representações relativas a esses processos, o que contribui ainda mais para o desenvolvimento da habilidade.	143
	EM13CNT105	O texto e as atividades levam o estudante a analisar ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos da interferência humana sobre eles, construindo no estudante a habilidade necessária para tomadas de decisões cotidianas que visam minimizar consequências nocivas à vida.	138, 139, 142 e 143
2	EM13CNT202	O texto e as atividades focam o estudo da vida no nível intracelular, deixando evidente a relação dos processos metabólicos com níveis de organização maiores, como o indivíduo e o ecossistema onde ele se insere.	128 e 137
3	EM13CNT301	São apresentadas situações nas quais os estudantes devem elaborar hipóteses e discuti-las, o que contribui para o enfrentamento de situações-problema a partir da perspectiva científica.	142

Competência específica de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	Justificativa	Página
2. Analisar a formação de territórios e fronteiras em diferentes tempos e espaços, mediante a compreensão das relações de poder que determinam as territorialidades e o papel geopolítico dos Estados-nações.	A seção sobre o <i>Warka Water</i> analisa a influência da tecnologia na dinâmica de um povo, mostrando impactos de decisões ambientais, econômicas, políticas e sociais.	139

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

Considerando a continuidade à proposta do Ensino Fundamental e sua adequação ao Ensino Médio, esse capítulo retoma e aprofunda o estudo dos eixos temáticos “Matéria e Energia” e “Vida e Universo”. Assim, conhecimentos básicos que devem ser dominados pelos estudantes para um melhor aproveitamento do conteúdo relacionam-se com as seguintes habilidades do Ensino Fundamental:

- (EF06CI02) Identificar evidências de transformações químicas a partir do resultado de misturas de materiais que originam produtos diferentes dos que foram misturados (mistura de ingredientes para fazer um bolo, mistura de vinagre com bicarbonato de sódio etc.).
- (EF06CI05) Explicar a organização básica das células e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos.
- (EF07CI12) Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição.
- (EF07CI13) Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.

Tratam, respectivamente, sobre transformações químicas, estrutura celular, composição do ar e efeito estufa.

Valorizar os conhecimentos prévios proporciona ao estudante a possibilidade de interação entre a nova informação e o conhecimento presente em sua estrutura cognitiva, em que uma nova informação pode modificar ou aprimorar o conhecimento relativo às temáticas que serão abordadas nesse capítulo.

Objetivos do capítulo

Ao final desse capítulo, o estudante deverá ser capaz de:

- Compreender diferentes mecanismos pelos quais os organismos obtêm energia a partir do alimento ou da fotossíntese.
- Relacionar os mecanismos citados ao fluxo de energia nos ecossistemas.
- Diferenciar os ciclos biogeoquímicos de alguns elementos químicos, compreendendo como são afetados por fenômenos naturais ou ações humanas.

Com esses objetivos, o capítulo visa favorecer um aprendizado contextualizado, conectado com aspectos do cotidiano dos estudantes. A articulação do conhecimento científico com elementos do cotidiano estimula a discussão e a reflexão em sala de aula, promovendo o reconhecimento, por parte do estudante, da importância do conhecimento científico para as tomadas de decisão na vida cotidiana.

Sugestões metodológicas

Para começo de conversa

(p. 128)

Faça a leitura do texto e conduza os questionamentos oralmente, promovendo reflexão e discussão. As respostas às questões propostas permitem ao professor avaliar o conheci-

mento prévio dos estudantes. Ouça as respostas atentamente e lembre-se de que o objetivo é apresentar o assunto que será abordado no capítulo e conhecer aquilo que o estudante sabe sobre o tema.

Analise a imagem com a turma. Os queijos são alimentos produzidos pelo processo de fermentação, realizado por bactérias que transformam a lactose do leite em ácido láctico e outras substâncias. Os defumados representam um método de conservação de alimentos que consiste em expor a carne ou derivados de carne à fumaça produzida pela combustão incompleta da madeira previamente selecionada, com objetivo de evitar a proliferação de microrganismos.

Nessa imagem, portanto, temos a representação da utilização de microrganismos na produção de alimentos, como o queijo, e temos a utilização de métodos para evitar a proliferação de microrganismos, caso da defumação. Explore a imagem fazendo alguns questionamentos, como: O que vocês observam na imagem? Como são produzidos os queijos e os alimentos defumados? Quais organismos participam e quais são evitados durante a produção desses alimentos?

Espera-se que os estudantes reconheçam a participação de microrganismos nesses processos. Esse momento inicial pode exercitar a curiosidade intelectual, com a qual o estudante recorrerá à abordagem própria das ciências, que inclui uma reflexão e análise crítica. Além disso, a aproximação com temas presentes no cotidiano poderá motivá-lo a se aprofundar na aprendizagem. Ao longo da discussão, o estudante tem a possibilidade de utilizar diferentes linguagens para se expressar e compartilhar informações, experiências, ideias e sentimentos.

Na correção das respostas, considere que os autótrofos podem produzir energia por quimiossíntese e fotossíntese. Os heterótrofos obtêm energia por meio de alimentos. Organismos fotossintetizantes obtêm matéria do ar (CO_2) e do solo (água e sais minerais). Heterótrofos obtêm matéria na alimentação. As plantas, algas e outros organismos que realizam o processo de fotossíntese são a base da cadeia alimentar e fazem parte, direta ou indiretamente, da alimentação de todos os organismos heterótrofos. Além disso, o gás oxigênio, produto da fotossíntese junto com os açúcares, possibilitou o aparecimento e a manutenção dos seres aeróbios em nosso planeta.

Metabolismo celular (p. 129)

Após a conversa inicial, antes da leitura do texto, é importante avaliar se os estudantes recordam-se dos conceitos de autótrofos e heterótrofos, estudados no Ensino Fundamental. Verifique também se conhecem o conceito de oxidantes e oxidados. Caso apresentem dificuldades em relação a esses termos, solicite que façam uma pesquisa, que pode ser no dicionário, na internet ou mesmo no livro. Após elucidar as dúvidas, prossiga com a leitura do texto.

Caixa de ferramentas

(p. 129)

O conceito de ATP precisa ser elucidado para a compreensão de outros processos que serão estudados no decorrer do capítulo. Diante disso, oriente os estudantes para uma leitura atenta da seção. Espera-se que eles reconheçam que o ATP é uma molécula que funciona como fonte de energia para a célula. Caso seja necessário adiante, retome o assunto, pois ele será mobilizado no estudo da respiração e da fermentação.

Respiração aeróbia (p. 129)

A maioria dos seres vivos realiza respiração aeróbia, obtendo energia a partir da quebra de moléculas orgânicas, principalmente glicose. Nessa via metabólica ocorrem reações de oxirredução. O conceito de oxirredução também precisa estar claro para o estudante, pois é uma reação importante nessa via metabólica. Esse termo é resgatado na **Caixa de ferramentas** e é importante ser dominado pelos estudantes.

Pode haver confusão com o processo de oxirredução, uma vez que ocorrem ao mesmo tempo doação e ganho de elétrons. Diante disso, apresente outros exemplos que estão mais próximos do cotidiano deles, tal como a corrosão do ferro, na qual há uma reação de oxirredução. Nesse processo, o ferro oxida-se, isto é, cede elétrons, enquanto outra substância química, como o oxigênio do ar (O_2), sofre uma redução, ou seja, ganha elétrons. Esse exemplo pode auxiliar o estudante a compreender o processo de oxirredução que ocorre na respiração. Se necessário, retome os conceitos estudados sobre reações com transferência de elétrons.

Após esses esclarecimentos, leia o texto e os esquemas e discuta os conceitos abordados. Explique que a respiração aeróbia ocorre em três etapas: glicólise, ciclo de Krebs e fosforilação oxidativa. A primeira etapa é a glicólise, um processo anaeróbio que ocorre no citosol da célula. A segunda etapa, o ciclo de Krebs, acontece dentro de uma organela celular denominada mitocôndria. Sinalize que todas as células eucariontes possuem mitocôndrias. Por fim, comente que a energia armazenada durante essas duas etapas é finalmente transferida ao ATP, no processo chamado fosforilação oxidativa, que ocorre na membrana interna da mitocôndria.

Fermentação (p. 131)

Após os estudantes se apropriarem dos conceitos relacionados à respiração aeróbia, é momento de estudar o processo de fermentação. Nesse capítulo é abordada a fermentação láctica, que leva à produção de ácido láctico (lactato), e a fermentação alcoólica, que leva à produção de álcool etílico (etanol). O processo de fermentação está presente no cotidiano dos estudantes, e o professor pode fazer uso dos saberes que eles já possuem.

Comente o fato de que, por algum tempo, acreditava-se que as dores que surgiam após a prática de atividades físicas intensas seriam causadas pelo acúmulo de ácido láctico nos músculos. No entanto, estudos recentes indicam que essa substância é consumida rapidamente, e que as dores são provocadas por microinflamações nas fibras musculares. Promova um momento de discussão com a classe sobre o assunto, refletindo que o conhecimento científico é historicamente construído. Cada cientista deixa sua contribuição, e isso faz com que a ciência esteja sempre em construção e reconstrução.

Pergunte se em nosso organismo ocorre algum processo de fermentação. Esse questionamento pode auxiliar os estudantes a ampliar seu horizonte, uma vez que é mais comum pensar em fermentação em outras situações, principalmente naquelas envolvidas com a fabricação de alimento. Leia a legenda da imagem que mostra ciclistas e comente a importância da fermentação em algumas atividades esportivas. As células do tecido muscular realizam fermentação láctica para complementar o suprimento de energia durante atividades intensas.

Comunicando ideias

(p. 132)

Solicite aos estudantes que pesquisem o significado de “fermento natural”, ou *levain*, em fontes confiáveis, preferen-

cialmente fontes especializadas em divulgação científica. Após a pesquisa, peça que construam um quadro comparativo com semelhanças e diferenças entre o fermento natural e o fermento biológico seco, encontrado em mercados. Por fim, peça a eles que compartilhem o resultado da pesquisa com os colegas. Esse é um momento importante, pois o trabalho em grupo pode auxiliar no desenvolvimento de diferentes competências e habilidades relacionadas à comunicação.

Interligações

(p. 133)

Nessa seção, o estudante tem a oportunidade de relacionar o conteúdo estudado a situações cotidianas. O assunto permeia conteúdos estudados em História e Geografia, sobretudo questões relacionadas à economia e à geopolítica internacionais. As atividades propostas favorecem o desenvolvimento da comunicação por meio de recursos visuais.

Atue como um facilitador do aprendizado, orientando os estudantes nas pesquisas e fazendo direcionamentos que julgar necessários.

Sugestão de atividade complementar

Para aprofundar o estudo da fermentação, é possível realizar uma atividade investigativa. A investigação no ensino de Ciências torna o aprendizado mais contextualizado e prazeroso para os estudantes, além de desenvolver diferentes habilidades e competências. Uma proposta dessa natureza é apresentada no endereço: <<https://novaescola.org.br/conteudo/8943/investigar-por-que-a-massa-do-pao-cresce>> (acesso em: 9 jun. 2020).

Fotossíntese (p. 134)

No decorrer desse tópico, os estudantes vão trabalhar com o conceito de fotossíntese. Explore as diferentes representações esquemáticas, que mostram o cloroplasto com destaque para as principais organelas e um cloroplasto em corte, indicando o local de ocorrência das fases da fotossíntese.

Na fotossíntese, a partir de gás carbônico, água e energia luminosa, é produzida glicose e liberado gás oxigênio. Relacione isso ao ciclo de matéria nos ecossistemas, introduzindo o ciclo da água, do carbono e do oxigênio. As representações são importantes elementos na descrição e desenvolvimento de significados do conhecimento científico. Oriente os estudantes a explorar esses esquemas, pois, além de terem um papel representativo, são elementos de divulgação científica.

Esclareça a diferença da fase fotoquímica e da fase química da fotossíntese e sinalize que, assim como os animais, as plantas precisam respirar o tempo todo para obter a energia de que necessitam para suas atividades básicas. Além dos esquemas apresentados, o estudante tem a oportunidade de trabalhar com um gráfico. Explore com os estudantes a maneira como os dados estão organizados no gráfico, que traz uma representação das taxas de fotossíntese e de respiração de uma planta de acordo com a intensidade luminosa.

Interligações

(p. 137)

A seção discute o papel dos pigmentos presentes nas plantas. Ressalte que, mesmo em plantas que não são verdes, a clorofila está presente e é responsável pela fotossíntese. Nessa seção há outra oportunidade de trabalho com leitura de gráfico, que pode

ser orientado pela questão apresentada. Antes de iniciar a pesquisa, levante as hipóteses iniciais dos estudantes, perguntando por que a clorofila e os carotenoides absorvem luz em comprimentos de onda que não correspondem às suas cores.

A resposta a essa questão é pessoal; lembre-se que, nesse momento, o estudante está levantando hipóteses que serão checadas por meio da pesquisa. Após um momento de discussão, solicite a eles que iniciem a pesquisa. Essa atividade permite que o estudante exercite a curiosidade intelectual, interprete dados, elabore hipóteses, investigue uma situação-problema e comunique suas descobertas e conclusões.

Quimiossíntese (p. 137)

A quimiossíntese é um processo pelo qual organismos produzem energia por meio da oxidação de compostos inorgânicos como ferro (Fe) e nitrito (NO_2). Leia o texto e discuta esse processo com os estudantes.

Comunicando ideias

(p. 137)

Nessa seção, é apresentada uma tabela com resultados de um experimento. O objetivo é verificar o efeito da intensidade luminosa sobre a massa de carboidratos produzida e armazenada por determinada espécie de planta.

O exercício sugere a construção de um gráfico; contudo, antes de solicitá-la, seria interessante apresentar alguns tipos de gráficos aos estudantes para ajudá-los na escolha e na organização dos dados. Essa proposta permitirá aos estudantes uma análise de fenômenos naturais com base nas interações e relações entre matéria e energia.

Ciclos biogeoquímicos (p. 138)

Os ciclos biogeoquímicos também fazem parte de nosso cotidiano e são essenciais para a manutenção da vida. Os estudantes são apresentados aos ciclos da água, do carbono, do nitrogênio, do oxigênio e aos desequilíbrios que podem ocorrer nesses ciclos. Explore a leitura dos esquemas para auxiliar os estudantes durante o aprendizado.

O estudo tem início pelo ciclo da água, salientando a importância desse ciclo em promover a circulação física de elementos na natureza. Destaque como o fluxo da água nos diversos compartimentos naturais permeia todos os ciclos que serão estudados.

Interligações

(p. 139)

A temática da água está muito presente nos noticiários e desencadeia discussões ricas em sala de aula. A seção traz um exemplo de como a observação de fenômenos naturais, aliados a processos tecnológicos e ao conhecimento científico, podem originar ações que minimizam impactos socioambientais e melhoram as condições de vida de uma comunidade.

O texto favorece que o estudante explore vários aspectos científicos e culturais da construção e pode desencadear investigações. Instigue a curiosidade dos estudantes, promovendo pesquisas cujos resultados podem ser debatidos e favorecer a reflexão de como o conhecimento científico pode ajudar a sociedade. Destaque a importância de fatores como desenvolvimento tecnológico e engajamento da comunidade no estabelecimento de iniciativas como essa. Comente que esses fatores são determinantes no estabelecimento e na manutenção de territórios, o que pode ser feito com a participação do

professor de Geografia. O estudo do tema pode ser aprofundado solicitando aos estudantes que pesquisem outros exemplos similares, o que contribui para o desenvolvimento da competência específica 2 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

Ciclo do carbono (p. 140)

Orientar os estudantes a explorar e observar o esquema do ciclo do carbono. Destaque as várias setas que indicam o consumo ou a produção de gás carbônico. Chame a atenção deles para a situação do desmatamento, onde a seta indica produção de gás carbônico. Pergunte aos estudantes por que isso ocorre, criando uma oportunidade para que empreguem os conceitos aprendidos para analisar e interpretar os efeitos da interferência humana sobre a natureza. O desmatamento diminui a captura do gás carbônico pela fotossíntese.

Outro ponto que pode ser discutido é a queima de combustíveis fósseis e de matéria orgânica, que libera para a atmosfera uma quantidade de gás carbônico muito elevada e em velocidade muito maior do que os organismos fotossintetizantes são capazes de captar.

Ciclo do nitrogênio (p. 141)

O nitrogênio é essencial aos seres vivos, pois faz parte da constituição de moléculas como as proteínas e os ácidos nucleicos. Explique que a maioria dos seres vivos não consegue utilizar o gás nitrogênio atmosférico. Comente que as bactérias fixadoras de nitrogênio estudadas há mais tempo são as cianobactérias (bactérias de vida livre) e as bactérias que formam nódulos nas raízes das leguminosas, denominadas genericamente de rizóbios.

O decorrer do texto sobre o ciclo do nitrogênio aborda um processo de síntese da amônia utilizado na fabricação de fertilizantes. Esse evento foi muito importante dos pontos de vista científico e social, e seria interessante comentá-lo. Relembre também as implicações do mau uso de fertilizantes, que causam alterações ambientais graves, como a poluição da água e do solo. Refletir sobre o processo de construção do conhecimento científico e suas aplicações e implicações é importante para exercitar a análise crítica dos estudantes.

Ciclo do oxigênio (p. 142)

O esquema do ciclo do oxigênio proporciona aos estudantes a possibilidade de relacionar esse ciclo a outros conceitos estudados anteriormente. Aproveite esse momento para enfatizar a importância do ciclo do oxigênio na fotossíntese, sua presença na respiração celular e no processo de combustão. Enfatize que o ciclo do carbono está relacionado ao ciclo do oxigênio.

Outro ponto importante a ser comentado é sobre a camada de ozônio, que absorve parte dos raios ultravioleta provenientes do Sol, protegendo os seres vivos dos efeitos nocivos dessa radiação.

Chame a atenção dos estudantes para os principais desequilíbrios que atingem os ciclos biogeoquímicos e que são provocados pelo ser humano. Questione o posicionamento deles em relação a essas questões e suas experiências pessoais. Isso permite uma autoavaliação do comportamento em situações cotidianas, visando ao uso consciente dos recursos naturais.

Sugestão de atividade complementar

A leitura do livro *Nós somos senhores do clima*, de Tim Flannery (Galera Record, 2012), pode ser sugerida aos estudantes para enriquecer as discussões sobre aquecimento global.

Nesse livro, o autor tem uma concepção otimista e diz que há muito ainda a ser feito para salvar o mundo. Entre suas constatações, por exemplo, está a de que alguns meses são suficientes para atingir 70% da redução de emissões de gases estufa necessária à estabilização do clima no planeta, muito menos que os 50 anos sugeridos por alguns governos.

Comunicando ideias

(p. 143)

Nessa seção o estudante terá a oportunidade de analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre eles, além de discutir medidas práticas que minimizem as consequências nocivas à vida resultantes da interferência humana.

Na segunda atividade, estimule o compartilhamento de informações entre os estudantes, colaborando para o desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas à comunicação.

Avaliação

Nesse capítulo, assim como nos demais, a avaliação não se constitui apenas como análise pontual da compreensão sobre os conceitos apresentados. Deve ser feita de forma continuada, baseada nos debates realizados durante o capítulo e nos diferentes blocos de atividades. Dessa maneira, é possível identificar com maior precisão os tópicos que geraram mais dúvidas e aqueles que foram dominados pelos estudantes.

Bibliografia complementar

- CHAGAS, A. P. A síntese da amônia: alguns aspectos históricos. *Química Nova*, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 240-247, fev. 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000100039>>. Acesso em: 8 jun. 2020.
Artigo que revisa aspectos históricos importantes sobre a descoberta da amônia e traz reflexões de como levar isso para a sala de aula.
- LOPES, R. L. T. *Conservação de alimentos*. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (Cetec), 2007. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MjEz>>. Acesso em: 8 jun. 2020.
Apostila técnica com informações aprofundadas sobre conservação de alimentos.

Resoluções

Atividades

(p. 132)

1. Um organismo com metabolismo aeróbio facultativo na ausência de gás oxigênio obtém energia pelo processo fermentativo. Nesse processo, o consumo de glicose para satisfazer a demanda energética é mais elevado porque o rendimento é menor, ou seja, produz-se uma quantidade menor de ATP por molécula de glicose metabolizada. Quando o processo de obtenção de energia é aeróbio, a produção de ATP por molécula de glicose é mais elevada; assim, é necessário consumir menos glicose para suprir a mesma demanda energética.
2. Alcoólica, pois ela produz gás carbônico, necessário para o crescimento da massa.

Interligações

(p. 133)

1. A energia renovável é a energia que vem de recursos naturais como: Sol, água, vento, chuva, marés, energia geotérmica, biomassa, que são recursos sempre disponíveis ou passíveis de serem disponibilizados em curto período. O etanol é proveniente da fermentação do açúcar solúvel encontrado na cana-de-açúcar. A cana-de-açúcar é um recurso natural e renovável e possui ciclo de vida de um ano a um ano e meio. Após a extração do açúcar solúvel para produção do etanol por vias fermentativas, o bagaço também é utilizado para geração de energia pela queima. A utilização do etanol e de biocombustíveis em geral está relacionada com a questão do aquecimento global, na redução do gás carbônico (CO₂). Praticamente todo o CO₂ emitido pela queima do etanol é reabsorvido pela cana-de-açúcar em crescimento, fechando o ciclo do carbono e não permitindo o acúmulo desse gás na atmosfera, como ocorre com a queima de combustíveis fósseis. O acúmulo de CO₂ na atmosfera promove o efeito estufa. O efeito estufa é muito importante para a manutenção da temperatura na Terra e garantia de vida. Porém, altas concentrações desse gás promovem o aumento da temperatura além do necessário, o que chamamos de aquecimento global, causando perdas em diversos ecossistemas.
2. Alguns pontos positivos que podem ser citados: possibilita o fechamento do ciclo do carbono (CO₂), contribuindo para a estabilização da concentração desse gás na atmosfera (isso contribui para frear o aquecimento global); no caso específico do Brasil, há grande área para cultivo de plantas que podem ser usadas para a produção de biocombustíveis; geração de emprego e renda no campo (isso evita o inchaço das cidades); o biodiesel substitui bem o óleo diesel sem necessidade de ajustes no motor; redução do lixo no planeta (pode ser usado para produção de biocombustível); manuseio e armazenamento mais seguros que os combustíveis fósseis. Alguns pontos negativos que podem ser citados: consome grande quantidade de energia para a produção; aumento do consumo de água (para irrigação das culturas); redução da biodiversidade (áreas extensas de monocultura e desmatamento dessas áreas de plantio); as culturas para produção de biocombustíveis consomem muitos fertilizantes nitrogenados, com liberação de óxidos de nitrogênio, que também são gases do efeito estufa e podem promover eutrofização de corpos de água; possibilidade de redução da produção de alimentos em favor do aumento da produção de biocombustíveis, o que pode contribuir para o aumento da fome no mundo e o encarecimento dos alimentos; contaminação de lençóis freáticos por nitritos e nitratos, provenientes de fertilizantes. A ingestão desses produtos causa problemas respiratórios, devido à produção de meta-hemoglobina (hemoglobina oxidada).
3. Resposta pessoal.
4. Resposta pessoal.

Atividades

(p. 137)

1. A fotossíntese é um processo metabólico de geração de energia química armazenada em moléculas de carboidratos. Assim, plantas, algas e outros organismos que realizam esse processo são a base da cadeia alimentar e fazem parte, direta ou indiretamente, da alimentação de todos os organismos heterótrofos. Além disso, o gás oxigênio, produto da fotossíntese junto com os açúcares, possibilitou o aparecimento e a manutenção dos seres aeróbios.
2. Na quimiossíntese, em vez da luz, a fonte primária de energia é a oxidação de compostos inorgânicos, como ferro (Fe) e nitrito (NO_2), para a obtenção de NADPH e de ATP. Estes últimos compostos são utilizados como fonte de energia durante a síntese de compostos orgânicos a partir de CO_2 e água.
3. As plantas também realizam respiração celular durante todo o tempo para a obtenção de energia, degradando moléculas orgânicas como glicose, produzidas durante o processo fotossintético. As plantas produzem reservas energéticas para os períodos de escuro, permitindo que sobrevivam durante a noite.
5. Alternativa e. Conforme aumenta a disponibilidade de oxigênio, aumenta a taxa de respiração aeróbia. Como esse processo é mais eficiente que a fermentação, o consumo de glicose diminui.
6. Alternativa c. A fermentação láctica é utilizada na produção de derivados do leite.
7. Em ambientes com baixa umidade do ar, há uma tendência de perda de água da planta para o ambiente; assim, se não houver grande disponibilidade de água no solo, os estômatos fecham, impedindo a perda de água na forma de vapor (transpiração). No entanto, o fechamento estomático também influenciaria no processo fotossintético por diminuir o CO_2 disponível para as células.
8. A diferença entre as taxas de fotossíntese se deve às condições de iluminação (dias nublados ou ensolarados). As taxas de fotossíntese caem em temperaturas acima de 40°C devido à desnaturação das enzimas participantes desse processo. Com a duplicação da concentração de CO_2 , as taxas de fotossíntese seriam maiores em ambas as curvas. Sendo o CO_2 um substrato fundamental para a síntese de glicose, sua maior disponibilidade implica maior eficiência do processo de fotossíntese.

Atividades

(p. 142)

1. A degradação e a poluição dos solos reduzem as populações de bactérias e fungos decompositores, o que retarda a reciclagem dos nutrientes e a disponibilidade da matéria inorgânica para os produtores, interrompendo o ciclo dos elementos.
2. Um dos produtos da fotossíntese é o gás oxigênio, utilizado pela maioria dos seres vivos no processo de respiração. O desaparecimento dos organismos fotossintetizantes reduziria a quantidade de oxigênio disponível. O gráfico elaborado deve representar o declínio da quantidade de oxigênio após o desaparecimento desses organismos.
9. O processo indicado por I é a fotossíntese. O processo II corresponde à respiração celular.
10. Resposta pessoal.
11. Ponto de compensação fótico corresponde à intensidade luminosa que permite que a fotossíntese tenha a mesma taxa metabólica que a respiração celular. Nesse ponto, os produtos gerados pela fotossíntese (gás oxigênio e glicose) são utilizados pela respiração celular. As plantas necessitam, de maneira geral, estar sob condições de luz no ponto de compensação ou acima dele para que possam produzir os compostos necessários à respiração e ainda produzir reservas. Assim, quando uma planta tem um ponto de compensação fótico mais baixo que outra, ela precisa de uma intensidade luminosa menor para manter seu metabolismo balanceado, sem a necessidade da utilização de reservas.

ATIVIDADES FINAIS

(p. 143)

1. Respiração celular: substâncias consumidas – glicose, ADP, FAD, gás oxigênio; substâncias produzidas – ATP, GTP, gás carbônico; período em que ocorre – não depende de luz, ocorre em todos os períodos. Fotossíntese: substâncias consumidas – ATP, NADPH, água, gás carbônico; substâncias produzidas – carboidratos, gás oxigênio; período em que ocorre – fase fotoquímica é dependente da luz, assim só ocorre durante o dia. Fase química é independente de luz, podendo ocorrer também à noite.
2. Alternativa a. A fotossíntese tem a luz como fonte de energia, assim como o processo descrito.
3. Se algum reagente da fotossíntese faltar, a reação vai parar, mas a planta continuará viva enquanto conseguir realizar a respiração e tiver açúcar disponível para seu metabolismo energético.
4. Os ambientes mais prováveis de se encontrarem organismos fermentativos são locais sem gás oxigênio, pois a respiração aeróbia necessita desse gás comoceptor final de elétrons; na sua ausência, a etapa de fosforilação oxidativa não é possível; assim, favorece a ocorrência de outro processo para obtenção de energia (ATP), a fermentação.
12. O ponto A está abaixo do ponto de compensação fótico; assim, a intensidade luminosa à qual a planta está submetida não está sendo suficiente para produzir glicose e gás oxigênio para a respiração celular. Dessa forma, a planta está utilizando parte das suas reservas de glicose e capturando gás oxigênio da atmosfera através da abertura estomática. Já o ponto C está acima do ponto de compensação fótico, portanto, nessa intensidade luminosa a fotossíntese está produzindo glicose e O_2 suficientes para o metabolismo respiratório e armazenamento. A afirmação não é precisa. As plantas de uma floresta vivem, em média, com o metabolismo em seu ponto de compensação fótico, de modo que não há saldo positivo de incremento de gás oxigênio para a atmosfera. Grande parte do que é produzido é consumida pela própria floresta.

Sugestões de desenvolvimento

Os principais objetivos no trabalho com essa proposta são:

- Aplicar conceitos trabalhados durante o volume de forma a estimular e praticar o processo de investigação.
- Identificar conceitos de matéria e energia em situações do cotidiano.
- Estimular o estudante a construir conhecimento a partir da coleta de dados.

Antes de iniciar a atividade, é importante incentivar os estudantes para que o aprendizado seja significativo. Assim, uma maneira de prepará-los para o processo investigativo é discutir a respeito das informações de contas de luz, leitura de funcionamento e uso de aparelhos eletrodomésticos e aspectos relacionados ao consumo de energia em uma casa, um escritório ou mesmo em uma fábrica.

Se possível, leve os estudantes até o relógio de entrada de eletricidade da escola e explique seu funcionamento. Antes de iniciar o trabalho de investigação na própria escola, peça a eles que façam uma investigação exploratória do consumo de energia em suas próprias residências. Proponha um objetivo geral para essa investigação, como pedir que avaliem a área construída de suas casas e calculem o consumo em kWh por m² e por habitante; futuramente, poderão comparar entre si os índices obtidos. Não é necessário revelar a identidade da pessoa à qual pertencem os dados. O importante é elencar um objetivo e apontar quais são as informações necessárias para atingi-lo.

Após a coleta de dados pelos estudantes, é interessante promover uma discussão sobre os resultados obtidos com o intuito de prepará-los para sua investigação. Durante essa conversa, é oportuno destacar a relevância entre os objetivos pretendidos pela investigação e as metodologias usadas para obter as informações necessárias. O foco deve estar no processo de investigação, mais do que no aprofundamento de determinado tema.

Outra forma de motivar os estudantes é propor uma discussão sobre o trabalho do cientista e o fazer científico. Para isso, uma boa alternativa é exibir um ou mais episódios da série de animação *Um cientista, uma história*, disponível em: <https://www.youtube.com/playlist?list=PL4_wpZsopCJJ-FDPoi8C59bdV0CyJqJ76&app=desktop> (acesso em: 5 ago, 2020). Os vídeos têm aproximadamente cinco minutos de duração e apresentam alguns aspectos da biografia de 30 cientistas brasileiros que fazem parte da nossa história. Outra sugestão é exibir vídeos sobre projetos voltados a alternativas sustentáveis, desenvolvidos por jovens cientistas. É importante discutir com os estudantes aspectos relacionados ao processo investigativo: Quem faz ciência? Como surgem os temas de interesse? Quais os temas investigados? Como é o processo investigativo?

Como produto final há várias possibilidades: um texto com enfoque científico, um vídeo apresentando todas as etapas do processo de pesquisa realizado, apresentação de seminário, entre outras. A escolha vai depender das intenções pedagógicas adequadas a cada contexto. No caso de texto, uma parceria com a área de Língua Portuguesa é interessante, enquanto a produção de um vídeo também pode contar com parceria da área de Linguagens, por exemplo.

Para maior conhecimento sobre o trabalho feito nas diferentes etapas de um processo investigativo com estudantes do Ensino Médio, uma fonte de consulta pode ser: *O trabalho com projetos de pesquisa: do Ensino Fundamental ao Ensino Médio*, de Jorge Santos Martins (Campinas: Papirus, 2007). Se julgar oportuno discutir a diferença entre conhecimento científico e senso comum, uma boa referência é: *Filosofia da Ciência: Introdução ao jogo e suas regras*, de Rubem Alves (São Paulo: Brasiliense, 1991).

A avaliação desse trabalho pode ser feita em etapas, com o objetivo de verificar diferentes momentos do processo, por exemplo: o planejamento na primeira etapa; a coleta de dados na segunda etapa; a comunicação dos dados (texto, produção audiovisual ou apresentação oral) na terceira etapa.

MIGUEL THOMPSON

Doutor em Ciências (Área de concentração: Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências (Área de concentração: Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo. Bacharel em Ciências (Biologia) pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Professor.

ELOCI PERES RIOS

Doutora em Ciências (Área de concentração: Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências (Oceanografia Biológica) pela Universidade de São Paulo. Bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Professora.

WALTER SPINELLI

Doutor em Educação (Área de concentração: Educação – Opção: Ensino de Ciências e Matemática) pela Universidade de São Paulo. Mestre em Educação (Área de concentração: Educação – Opção: Ensino de Ciências e Matemática) pela Universidade de São Paulo. Professor.

HUGO REIS

Doutor em Ciências (Área de concentração: Física de Partículas Elementares) pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências (Área de concentração: Física de Partículas Elementares) pela Universidade de São Paulo. Bacharel em Física pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Professor.

BLAIDI SANT'ANNA

Licenciado em Física pela Universidade de São Paulo. Diretor, coordenador pedagógico e professor.

VERA LÚCIA DUARTE DE NOVAIS

Mestre em Educação (Área de concentração: Currículo) pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Bacharela e licenciada em Química pela Universidade de São Paulo. Professora.

MURILO TISSONI ANTUNES

Licenciado em Química pela Universidade de São Paulo. Professor.

CONEXÕES

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

Matéria e energia

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

1ª edição

São Paulo, 2020

Coordenação geral: Maria do Carmo Fernandes Branco

Edição executiva: Gláucia Teixeira, Rita Helena Bröckelmann

Edição: Thiago Macedo de Abreu Hortêncio, Daniel Hohl, Kátia Paulilo Mantovani, Juliana Albuquerque, Ana Carolina de Almeida Yamamoto, Lara Vieira Leite, Paula Yumi Hirata

Assistência editorial: Elizangela Gomes Marques

Gerência de design e produção gráfica: Everson de Paula

Coordenação de produção: Patrícia Costa

Suporte administrativo editorial: Maria de Lourdes Rodrigues

Coordenação de design e projetos visuais: Marta Cerqueira Leite

Projeto gráfico: Bruno Tonel

Capa: Daniela Cunha

Ilustrações: Otávio dos Santos, Daniela Cunha

IhorZigor/Shutterstock; Sazhnieva Oksana/Shutterstock; A-spring/Shutterstock

Coordenação de arte: Aderson Oliveira, Wilson Gazzoni

Edição de arte: Marcel Hideki Yonamine, Eliazar Alves Cavalcanti Junior, Nilza Shizue Yoshida

Editoração eletrônica: Grapho Editoração

Edição de infografia: Giselle Hirata, Priscilla Boffo

Coordenação de revisão: Camila Christi Gazzani, Elaine Cristina del Nero, Maristela S. Carrasco

Revisão: Elza Doring, Lilian Xavier, Luciana Baraldi, Sirlene Prignolato, Leandra Trindade, Nancy H. Dias, Viviane T. Mendes

Coordenação de pesquisa iconográfica: Sônia Oddi, Luciano Baneza Gabarron

Pesquisa iconográfica: Fabiana Nogueira, Enio Lopes, Vanessa Trindade, Márcia Mendonça, Camila D'Angelo, Renata Martins

Suporte administrativo editorial: Flávia Bosqueiro

Coordenação de bureau: Rubens M. Rodrigues

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

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)

Conexões : ciências da natureza e suas tecnologias / Miguel Thompson ... [et al.]. -- 1. ed. -- São Paulo : Moderna, 2020.

Outros autores: Eloci Peres Rios, Walter Spinelli, Hugo Reis, Blaidi Sant'Anna, Vera Lúcia Duarte de Novais, Murilo Tissoni Antunes

Área do conhecimento: Ciências da natureza e suas tecnologias

Obra em 6 vol.

Conteúdo: Matéria e energia -- Energia e ambiente -- Saúde e tecnologia -- Conservação e transformação -- Terra e equilíbrios -- Universo, materiais e evolução

1. Biologia (Ensino médio) 2. Ciências (Ensino médio) 3. Física (Ensino médio) 4. Química (Ensino médio) I. Thompson, Miguel. II. Rios, Eloci Peres. III. Spinelli, Walter. IV. Reis, Hugo. V. Sant'Anna, Blaidi. VI. Novais, Vera Lúcia Duarte de. VII. Antunes, Murilo Tissoni

20-39324

CDD-373.19

Índices para catálogo sistemático:

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

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

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

APRESENTAÇÃO

A Ciência é uma poderosa ferramenta de análise da realidade. A partir das Ciências Naturais, é possível compreender os fenômenos da natureza e desenvolver tecnologias que contribuam para o bem-estar humano e que possam colaborar para um convívio harmônico entre nossa espécie e o planeta.

Desenvolvido de maneira fragmentada, porém, o conhecimento científico também pode ampliar diferenças sociais e até acelerar o processo de degradação do ambiente decorrente das ações humanas. Nesse sentido, desenvolver uma visão de área, conectando diferentes saberes científicos em torno dos desafios contemporâneos, contribui decisivamente para nossa formação integral.

Ao construir esta coleção, escolhemos eixos integradores capazes de agregar conceitos das diferentes áreas que compõem as Ciências da Natureza e suas Tecnologias (a Biologia, a Física e a Química) e de educar nosso olhar para entendermos a complexidade do mundo de hoje. Ideias estruturantes como Matéria, Energia, Ambiente, Saúde, Tecnologia e Evolução, entre outras, conduziram nosso trabalho, capítulo a capítulo, de maneira a facilitar o desenvolvimento de uma visão abrangente e crítica, apontando novas possibilidades educativas para conceitos tradicionalmente desenvolvidos de maneira isolada.

Dessa forma, entendemos que poderemos contribuir para a formação de indivíduos e de uma sociedade mais aberta, ética e consciente em busca de um entendimento maior do incrível mundo que nos cerca.

Bom trabalho!

Autores

CONHEÇA SEU LIVRO



Videotutorial

- Assista ao videotutorial de apresentação do volume.

Ponto de partida



Máquina agrícola (colheitadeira) trabalhando colheita da cana-de-açúcar em uma plantação em Leme (SP), 2018.

A maior parte da energia usada na Terra provém do Sol. As plantas, como a cana-de-açúcar (foto) se desenvolvem graças à fotossíntese, que transforma a energia solar em energia química. A partir dela, obtém-se o etanol, um combustível utilizado para acionar motores automotivos. Outros combustíveis, como o diesel, utilizado pela colheitadeira (foto), são produzidos a partir de fontes não renováveis. A queima desses combustíveis forma produtos indesejáveis, que causam impactos ambientais e, portanto, é importante buscar alternativas para minimizá-los. Uma dessas alternativas seria viabilizar o uso do hidrogênio como combustível automotor, pois é único produto desta queima e é água. Na forma líquida, o hidrogênio é usado na propulsão de foguetes (foto).



Ilustração 3D do lançamento de um ônibus espacial que foi usado pela NASA entre 1981 e 2011. (Representação livre de propriedade, como fantasia.)

Ponto de partida
Envolve as três disciplinas e instiga os estudantes para o estudo do volume e suas temáticas.

Para começo de conversa
Imagem e questão(s) contextualizadora(s) sobre um problema apresentado. Podem ser questões de levantamento de conhecimento prévio ou de hipóteses.

Interligações
Apresenta texto e atividades como uma oportunidade de relacionar o conteúdo de capítulo com situações cotidianas ou outras áreas do conhecimento.

CAPÍTULO 6 Reciclagem e transformação de matéria e energia nos seres vivos

Para começo de conversa

Para sobreviver, os seres vivos precisam de energia decorrente da transformação dos raios luminosos do Sol, da alimentação ou de outras fontes. Isso envolve transformações químicas que resultam na geração de energia e matéria.

Tais transformações ocorrem em processos como a fotossíntese, a respiração celular e a fermentação, que participam tanto do metabolismo celular quanto da reciclagem da matéria, nos ciclos biogeoquímicos. Como processos produzem energia nos organismos autótrofos e heterótrofos? Como esses organismos obtêm matéria para sintetizar substâncias fundamentais à sobrevivência? Como esses processos se relacionam entre si nos ecossistemas?

Neste capítulo você estudará como a matéria, que constitui os seres vivos, é reciclada no ambiente. Um complexo sistema de relações entre muitas espécies, de decompositores e produtores e consumidores, mantém a matéria orgânica e inorgânica em constante transformação e reutilização por meio dos processos metabólicos dos organismos.



Queijos são alimentos produzidos pelo processo de fermentação realizada por bactérias e algumas espécies de fungos, que transformam a lactose do leite em ácido lático e outras substâncias.

Metabolismo celular

Na manutenção das diversas atividades dos seres vivos, as células consomem energia, que é obtida de algumas moléculas orgânicas. Sem **autótrofos** não saímos de produzir essas moléculas por meio da fotossíntese ou da quimiossíntese, que serão estudadas adiante. Já os seres **heterótrofos**, como nós, precisamos adquirir com regularidade essas moléculas orgânicas por meio de alimentos.

Em nossa dieta, normalmente as principais fontes de energia são os carboidratos e os lipídios, embora proteínas também possam ser utilizadas para esse fim. Como viemos a seguir, os compostos orgânicos que provêm da digestão chegam ao citoplasma das células e participam de processos nos quais são **oxidados** (cedem elétrons para outras substâncias). A energia química contida nas ligações entre os átomos (energia de ligação) é então transferida para moléculas de **ATP (adenosina trifosfato)**, que participam de diversas reações químicas no interior da célula, nessas reações, energia armazenada no ATP é liberada.

Apartir de dois átomos de glicose (são capazes de fornecer muito mais ATP que os carboidratos, o carboidrato glicose é a principal molécula oxidada para a obtenção de energia e ela tem papel central nas vias metabólicas de vários organismos).

Nos animais e plantas, a quebra da glicose para produção de ATP pode ocorrer na **respiração aeróbia**, que necessita de gás oxigênio (O₂), ou na **fermentação**, que dispensa a presença de O₂. Nesse último caso, outros compostos atuam como **oxidantes**, com menor quantidade de ATP produzida a partir de uma molécula de glicose.

Caixa de ferramentas

A sigla **ATP** corresponde à molécula **adenosina trifosfato**, que armazena a energia química utilizada pela célula nas diversas funções que realiza, como síntese de moléculas, transportes ativos através da membrana celular e movimentação de cílios e flagelos. A síntese do ATP é realizada pela adição de um grupo fosfato a uma molécula de **ADP (adenosina difosfato)**. Durante o metabolismo celular, parte da energia liberada na fermentação ou na respiração aeróbia é armazenada em novas ligações químicas na síntese de ATP a partir de ADP e fosfato inorgânico (P_i).

Assim, para a síntese de ATP há consumo de energia, enquanto a degradação dessa molécula libera energia. A manutenção de um estoque de ATP no interior das células garante a energia necessária para a realização de suas atividades.



Esquema da síntese e da degradação do ATP. Fonte: MARZOTTO, A.; TORRES, R. S. Biologia: base. 1. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

Respiração aeróbia

Essa é a via metabólica pela qual muitos seres vivos obtêm energia a partir da quebra de moléculas orgânicas, principalmente glicose. Nela, reações de oxidação a partir de uma molécula de glicose e 6 moléculas de gás oxigênio produzem 6 moléculas de gás carbônico (CO₂), 6 moléculas de água (H₂O) e 30 moléculas de ATP.



A respiração aeróbia ocorre em três etapas: glicólise, ciclo de Krebs e fosforilação oxidativa.

Caixa de ferramentas

Oxidredução é o processo no qual ocorre ao mesmo tempo oxidação e ganho de elétrons. Durante esse processo ocorre a troca de elétrons entre reações, ou seja, os elétrons não se perdem.

Caixa de ferramentas
Explicação de alguns termos ou conceitos essenciais para a compreensão do texto.

Interligações

Ameaça aos anfíbios



O sapo temnotecticus (Melanophryniscus temnotecticus) é um anfíbio brasileiro ameaçado de extinção.

Depois de 360 milhões de anos vivendo muito bem na Terra, os anfíbios estão em perigo. Populações e espécies desse grupo de animais vêm escasseando, estão sob ameaça de extinção ou até mesmo desapareceram. Segundo a Avaliação Global de Anfíbios (Global Amphibian Assessment - GAA), que reúne pesquisadores do mundo todo, das cerca de 6 mil espécies conhecidas, nada menos que 2.460 ou 41% do total, estão com população em queda. Dessas, 1.856 (31% das 6 mil) estão ameaçadas em algum grau. No Brasil, há pelo menos 21 espécies em declínio e 28 correm o risco de desaparecer. [...]

A diminuição ou ausência delas leva a um desequilíbrio, com o aumento de mosquitos transmissores de doenças, como o da dengue, por exemplo. [...]

[...] O maior motivo é a respiração pela pele, que os torna ótimos bioindicadores das condições do ambiente, mas pode levá-los à morte. Qualquer poluição do ar ou da água os afeta. Por isso, quando o meio em que vivem está sendo degradado, eles são os primeiros a dar o alarme. Se algo está prejudicando os anfíbios, provavelmente afetará outros animais e até mesmo o homem. [...]

Fonte: DA SILVA, E. E. e outros. *Breves Problemas Resolvidos*, p. 176, jul. 2006. Disponível em: <http://www.energia.org.br/revista/revista03/03/030504A-DISTRIBUICAO%20de%20agua.pdf>. Acesso em: 3 maio 2020.

- Como a preservação dos anfíbios pode colaborar para o bem-estar e a saúde dos seres humanos?
- Sonete? Por quê?

Comunicando ideias

Sabe-se que a iluminação artificial em praias onde ocorre a desova de tartarugas marinhas prejudica os filhotes recém-eclosos, desorientando seus trajetos em direção ao mar. Por outro lado, nessas regiões existem comunidades que se utilizam dessa iluminação e da eletricidade para outros fins.

Em grupo, procurem em possíveis soluções para integrar os interesses humanos e a proteção as tartarugas. Registrem suas ideias em uma folha avulsa e, então, pesquisem pelas práticas sugeridas por biólogos para minimizar os impactos gerados às tartarugas marinhas. Comparem suas sugestões com as recomendações dos especialistas.

Para finalizar, utilize a criatividade, expondo esse questionamento em uma rede social.

Comunicando ideias
Atividade que envolve o desenvolvimento de habilidades relacionadas à comunicação de conteúdos científicos, em suas várias formas, dirigida a diversos públicos e em vários meios.

Objetivos

- Entender e interpretar diferentes fenômenos da natureza, de forma a permitir a ampliação de situações que costumamos observar ao nosso redor.
- Compreender a relação existente entre o movimento, a energia, o calor e a temperatura em diversas situações.
- Ampliar o entendimento sobre os conceitos de matéria e energia, presentes no Universo e nos seres vivos.
- Descrever a importância da matéria e da energia para os seres vivos.
- Explicar como os seres vivos adquirem e utilizam a matéria e a energia.
- Apresentar situações relacionadas a conceitos das Ciências da Natureza extraídas do cotidiano.
- Aproximar conceitos e aplicações tecnológicas, permitindo detectar sua presença no dia a dia.

Justificativa

Compreender que os seres vivos precisam de matéria e energia para sobreviver, crescer e se reproduzir é fundamental para reconhecer a importância da conservação ambiental. Por exemplo, reconhecer que o desaparecimento de um ser vivo pode afetar muitos outros seres nos possibilita refletir sobre a importância da conservação do meio ambiente. Esse conhecimento também é relevante para se ter cautela na introdução de espécies que não são nativas.

Além disso, entender como as nossas células obtêm energia nos permite reconhecer a importância do oxigênio que adquirimos na respiração e dos compostos orgânicos que ingerimos em nossa alimentação.

Durante séculos, o uso dos recursos energéticos evoluiu com a criação de equipamentos cada vez mais sofisticados para locomoção, prevenção de doenças, viagens espaciais, controle de pragas na agricultura etc. Reflexos dessa evolução são comprovados, por exemplo, pelo fato de que vivemos hoje mais e melhor que nossos antepassados, ou em como a distância deixou de ser um problema para comunicação, ou ainda na maneira como dominamos o mundo dos átomos e moléculas para criação de remédios ou para a geração de energia.

A melhoria da qualidade de vida no planeta depende do uso racional que fizermos de nossos recursos energéticos. Depende também do respeito aos conhecimentos científicos, da Física, da Química e da Biologia, construídos ao longo do tempo, alguns deles presentes nos textos deste volume.

A BNCC neste volume

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento aprovado em 2018 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. As habilidades são indicadas por seus códigos; veja a seguir como é composto o código da habilidade.

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.

A segunda sequência de letras indica a área (três letras) ou o componente curricular (duas letras):

CNT = Linguagens e suas Tecnologias

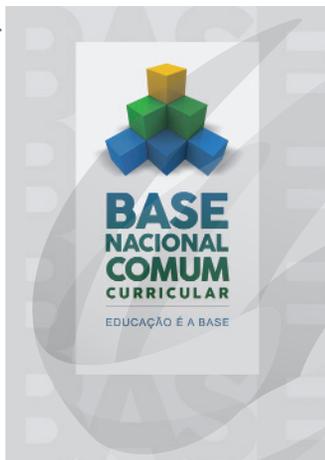
LP = Língua Portuguesa

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 últimos números).



Nos quadros a seguir, você pode conhecer quais competências e habilidades estão sendo mobilizadas no desenvolvimento de cada capítulo deste livro.

Competências gerais	Capítulos
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.	1, 2, 3, 4, 5 e 6
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.	1, 2, 3, 4, 5, e 6
3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.	1, 2 e 4
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.	1, 4, 5 e 6
5. 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.	1 e 4
7. 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.	1, 2, 4, 5 e 6
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.	5
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.	1 e 5
10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.	5

Competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Capítulos
1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas 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.	1, 2, 3, 4, 5 e 6
	(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.	3
	(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.	1 e 5

Continua na próxima página

	<p>(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.</p>	1, 3 e 6
	<p>(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.</p>	1 e 2
<p>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.</p>	<p>(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.</p>	2
	<p>(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 <i>softwares</i> de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p>	4 e 6
	<p>(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 <i>softwares</i> de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p>	1 e 4
	<p>(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.</p>	2 e 3
	<p>(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.</p>	1 e 4
	<p>(EM13CNT207) Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.</p>	5
<p>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).</p>	<p>(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.</p>	1, 2, 3, 5 e 6

	<p>(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.</p>	<p>1, 2, 4 e 5</p>
	<p>(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.</p>	<p>1, 2 e 5</p>
	<p>(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, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.</p>	<p>4</p>
	<p>(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.</p>	<p>1 e 5</p>
	<p>(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.</p>	<p>1 e 5</p>
	<p>(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.</p>	<p>1, 2 e 5</p>
	<p>(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.</p>	<p>1</p>

SUMÁRIO

Ponto de partida	12
Capítulo 1 O mundo que nos cerca: do que a matéria é feita	14
Petróleo: foco da Ciência, da Economia e do Jornalismo	15
Interligações – Reações químicas como fonte de energia	19
Comunicando ideias	20
Como diferenciar substância de mistura?	21
Separação de misturas	24
Interligações – Novos filtros: melhorando a vida das pessoas sem acesso à água potável	24
Interligações – Rio Doce terá processo de decantação para evitar rejeitos na sua foz	26
Do que os materiais são constituídos?	29
Classificar: uma necessidade das Ciências	35
Fique por dentro	39
Atividades finais	39
Próximos passos	41
Capítulo 2 Energia e movimento	42
Velocidade média, velocidade instantânea e aceleração	43
Energia cinética e trabalho	44
Interligações – Testes automobilísticos	46
Acelerou, a velocidade variou	47
Queda livre: gravidade agindo	48
Interligações – Galileu, os números ímpares e a aceleração da gravidade	51
A energia potencial gravitacional	52
Conservação da energia	54
Energia e potência	55
Atividade prática – As baladas “verdes”	57
Como é calculado o consumo de energia elétrica?	58
Interligações – Como funciona uma usina hidrelétrica	59
Fique por dentro	60
Atividades finais	61
Próximos passos	61
Capítulo 3 Calor é energia	62
Temperatura, equilíbrio térmico e calor	62
Comunicando ideias	64
Propagação do calor	64
Comunicando ideias	67
Interligações – Os aquecedores solares	69
Escalas de temperatura	71
Esquenta mais rápido, resfria mais rápido	73
Calor e energia mecânica	76
Fique por dentro	78
Atividades finais	79
Próximos passos	79

Capítulo 4	Vida e energia	80
Ecosistema: um mundo de interações		81
Relações tróficas		82
Fluxo de energia nos ecossistemas		85
Ecosistema em observação		88
Estudo de populações		90
Comunicando ideias		94
Fatores de regulação das populações		94
Interligações – Ameaça aos anfíbios		96
Comunicando ideias		96
Atividade prática – Crescimento populacional: um modelo		97
Relações ecológicas		98
Fique por dentro		101
Atividades finais		101
Próximos passos		103
Capítulo 5	As transformações ao nosso redor	104
Nossos antepassados e a estruturação das modernas Ciências Naturais		105
Atividade prática – Transformações químicas e a massa dos sistemas		106
Leis ponderais das reações químicas		107
Reações químicas: estudo qualitativo		110
Interligações – A combustão e o monóxido de carbono		111
Alguns tipos de reações químicas		115
Interligações – Um pouco da história dos conceitos de ácido e base		117
Comunicando ideias		120
Fique por dentro		124
Atividades finais		125
Próximos passos		127
Capítulo 6	Reciclagem e transformação de matéria e energia nos seres vivos	128
Metabolismo celular		129
Respiração aeróbia		129
Fermentação		131
Comunicando ideias		132
Interligações – O etanol e a economia brasileira		133
Como os organismos autótrofos obtêm energia?		133
Fotossíntese		134
Interligações – Os pigmentos		137
Quimiossíntese		137
Comunicando ideias		137
Ciclos biogeoquímicos		138
Interligações – <i>Warka Water</i> – em busca de água		139
Comunicando ideias		143
Fique por dentro		143
Atividades finais		143
Ponto final		146
Respostas das atividades e atividades finais		147
Referências bibliográficas comentadas		152

Ponto de partida



Máquina agrícola (colheitadeira) fazendo a colheita da cana-de-açúcar em uma plantação em Leme (SP), 2018.

A maior parte da energia usada na Terra provém do Sol. As plantas, como a cana-de-açúcar (foto) se desenvolvem graças à fotossíntese, que transforma a energia solar em energia química. A partir dela, obtém-se o etanol, um combustível utilizado para acionar motores automotivos. Outros combustíveis, como o *diesel*, utilizado pela colheitadeira (foto), são produzidos a partir de fontes não renováveis. A queima desses combustíveis forma produtos indesejáveis, que causam impactos ambientais e, portanto, é importante buscar alternativas para minimizá-los. Uma dessas alternativas seria viabilizar o uso do hidrogênio como combustível automotor, pois o único produto dessa queima é a água. Na forma líquida, o hidrogênio é usado na propulsão de foguetes (foto).

3DSCULPTOR/SHUTTERSTOCK

Ilustração 3D do lançamento de ônibus espacial que foi usado pela NASA entre 1981 e 2011. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

O mundo que nos cerca: do que a matéria é feita

BNCC:

EM13CNT101

EM13CNT104

EM13CNT105

EM13CNT106

EM13CNT203

EM13CNT206

EM13CNT301

EM13CNT302

EM13CNT303

EM13CNT306

EM13CNT307

EM13CNT309

EM13CNT310

Para começo de conversa

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

Tente imaginar como viviam nossos antepassados milhares de anos atrás, época em que eram mínimas as intervenções humanas na natureza.

Por mais que observassem tudo o que os cercava, não havia a possibilidade de obter informações confiáveis sobre a constituição de todos esses materiais. Para chegar a ela, observações, reflexões, troca de informações se acumularam durante milhares de anos, até que as Ciências Naturais começassem a se estruturar. Um detonador importante desse longo processo ocorreu há cerca de 500 mil anos: o uso do fogo. Isso diferenciou o ser humano de outros animais. Supõe-se que os povos primitivos o encontraram na natureza – em consequência de um raio, por exemplo –, aprenderam a controlá-lo e a alimentá-lo; só mais tarde conseguiram produzir o fogo.

O domínio do fogo representou uma conquista importante para a humanidade, uma vez que proporcionou acesso à iluminação e proteção contra o frio. Também com a utilização do fogo foi possível obter metais dos minérios retirados da natureza, como é o caso do cobre (4.000 a.C.).

As práticas iniciadas por nossos ancestrais, milhares de anos antes de Cristo, eram de caráter eminentemente

empírico, isto é, baseadas somente nas observações e experiências vividas, sem a elaboração de teorias; apesar disso, elas foram importantes para que depois de um longo processo as ciências modernas se estruturassem.

O mundo que nos cerca na atualidade é bem diferente do que nossos antepassados viviam. Contamos hoje com as indústrias, por exemplo, responsáveis pela produção de muitos materiais, como combustíveis, solventes, entre outros. Além disso, aviões, veículos, *smartphones*, computadores e outros equipamentos permitiram mudanças nas formas de transporte e de comunicação. Isso só é possível devido a revolução tecnológica e a evolução do conhecimento.

Por que se diz que a utilização do fogo representou uma revolução tecnológica?

Por que as reações de combustão são tão importantes em nossa vida? Dê exemplos de usos dessa reação no cotidiano.

Neste capítulo, retomaremos alguns conceitos já estudados no Ensino Fundamental. Eles e outros que serão abordados neste livro permitem compreender alguns dos procedimentos adotados pelas Ciências Naturais para entender o mundo que nos cerca.

O domínio do fogo, o conhecimento sobre a natureza da matéria e diversos outros recursos propiciaram o desenvolvimento de tecnologias, como as representadas nesta ilustração. (Representação fora de proporção; cores-fantasia.)



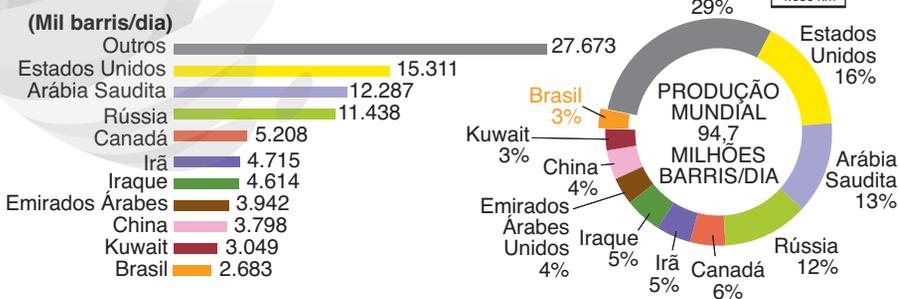
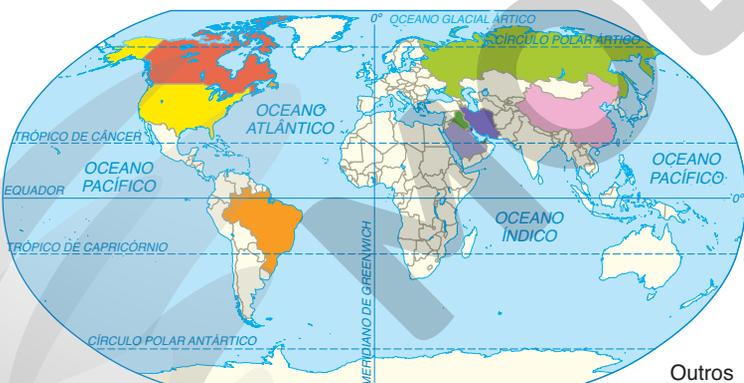
Petróleo: foco da Ciência, da Economia e do Jornalismo

A energia, e tudo o que se relaciona a ela, é parte importante do cotidiano e, por isso, é tema frequente dos noticiários. No entanto, torna-se difícil pensar em energia – do ponto de vista econômico ou político – sem relacioná-la ao petróleo. Além disso, esse recurso é também matéria-prima essencial nas indústrias de todo o mundo.



Além de o petróleo ser fundamental para a economia, as mais importantes reservas desse recurso distribuem-se de modo bastante desigual pelo planeta. Não é por acaso que as áreas petrolíferas mais ricas, nas quais o óleo tem melhor qualidade e é mais facilmente explorável, têm sido palco de grandes negócios, guerras e conflitos. Observe no gráfico a seguir quais são os maiores produtores mundiais de petróleo.

MAPA E PRODUÇÃO DOS PRINCIPAIS PAÍSES PRODUTORES DE PETRÓLEO EM 2018



Note que os Estados Unidos, a Arábia Saudita e a Rússia foram os maiores produtores de petróleo de 2018, e juntos correspondem a 41% da produção mundial de petróleo.

Fonte consultada: ANP. Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis: 2019. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/5237-anuario-estatistico-2019>>. Acesso em: 30 mar. 2020.

Petróleo no Brasil: um pouco de história

Apesar de o petróleo ser conhecido desde a Antiguidade, época em que era usado em cerimônias religiosas, foi na segunda metade do século XIX que o chamado “ouro negro” despertou o interesse mundial, com as primeiras perfurações de poços petrolíferos nos Estados Unidos.

Uma das aplicações imediatas do petróleo naquela época está vinculada ao papel de um de seus derivados, o **querosene**, usado como combustível de lampiões na iluminação.

Qual foi a importância desse uso do petróleo na vida dos brasileiros no século XIX? A possibilidade de se extrair petróleo e, dele, um combustível que fosse empregado na iluminação pública motivou as tentativas pioneiras de encontrá-lo em solo brasileiro no período que se seguiu às primeiras explorações estadunidenses.

No início do século XIX, os combustíveis utilizados na iluminação pública de cidades brasileiras, como Recife, Rio de Janeiro e São Paulo, eram óleos de natureza animal e vegetal (como os de baleia e de mamona), materiais que foram mais tarde substituídos pelo gás de iluminação – mistura de gases extraída de outra fonte natural, a hulha (um carvão mineral). Foi apenas nas últimas décadas do século XIX que as lâmpadas elétricas chegaram a algumas cidades, embora até o início do século XX fosse comum o uso de gases combustíveis para a iluminação.

O petróleo, além de não ter sido importante nos primórdios da iluminação das cidades brasileiras, também não teve destaque em outros segmentos, apesar da extração em solo brasileiro de alguns barris do óleo no final do século XIX. Na época, cerca de dez países já o extraíam de seus subsolos, usando-o, inclusive, para fins industriais. Surgiram nesse período os primeiros **motores a explosão** e, com eles, o grande interesse em localizar e explorar novos poços – fontes de combustíveis para os transportes.

A localização de reservas de petróleo em solo brasileiro – como as de Lobato, bairro de Salvador, na Bahia – e a participação de lideranças nacionalistas na exploração desse recurso natural levaram à criação da Petrobras, na segunda metade do século XX, durante o governo de Getúlio Vargas (1882-1954). Foi a partir dessa época que o potencial das reservas nacionais despertou interesse econômico.

A exploração de petróleo em plataformas marítimas ganhou importância nas últimas décadas do século XX. No entanto, foi apenas em meados dos anos 1990 que a exploração em águas profundas se tornou relevante. A partir de 2007, com a descoberta de grandes reservas de petróleo e gás em uma camada chamada de **pré-sal**, que fica a milhares de metros abaixo do nível do mar, foram desenvolvidas tecnologias que permitiram o aumento da extração de petróleo dessa região. Para se ter uma ideia:

- em 2010, a média de produção de petróleo era 41 mil barris de óleo/dia;
- em 2014, aumentou para 500 mil barris/dia;
- e em 2019, esse número passou para mais de 2 milhões de barris/dia.

(Fonte dos dados: Petrobras. Disponível em: <<https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/pre-sal/>>. Acesso em: 1º abr. 2020.)

Para atingir esses resultados foram necessários altos investimentos na criação de tecnologias que permitissem produzir óleo e gás em locais de acesso limitado e ultraprofundos, e que suportassem as altas pressões dos reservatórios e os contaminantes presentes nos fluidos produzidos.

Vale lembrar que, em torno das decisões sobre esses e outros investimentos no campo da energia, há muitos fatores a serem considerados, como a busca pelo baixo impacto ambiental e o envolvimento e a preparação de profissionais que atuam nas diversas áreas do conhecimento.

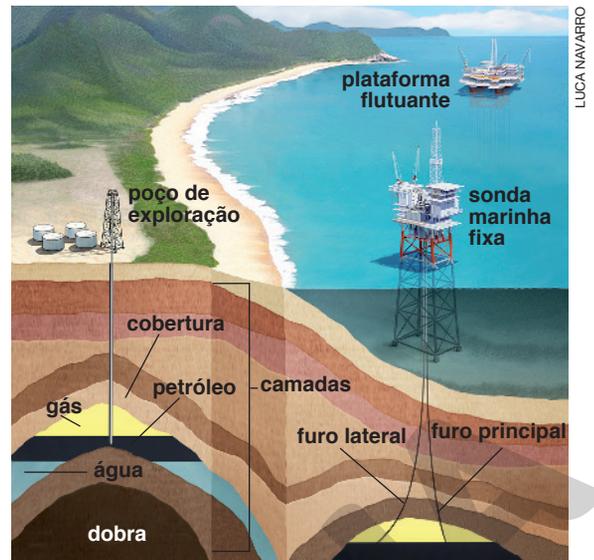


Plataforma de petróleo na Baía de Guanabara, estado do Rio de Janeiro, 2018.

Extração de petróleo

O petróleo (palavra com origem no latim *petra* + *oleum*, óleo de pedra) é um líquido oleoso, cuja coloração pode variar. É encontrado junto ao gás natural em depósitos subterrâneos, nos quais ficam aprisionados por rochas impermeáveis, que impedem seu afloramento à superfície do solo.

A perfuração do solo pode fazer com que o petróleo esguiche, devido à pressão exercida pelos gases que ocupam a parte superior do depósito. Frequentemente, o petróleo é bombeado até a superfície, sendo dali conduzido a depósitos. A forma de extração depende do tipo de jazida. No entanto, independentemente da forma escolhida, é necessário o uso de filtro para reter partículas sólidas, como detritos, areia e sedimentos.



Esquema de exploração do petróleo no subsolo e em alto-mar. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

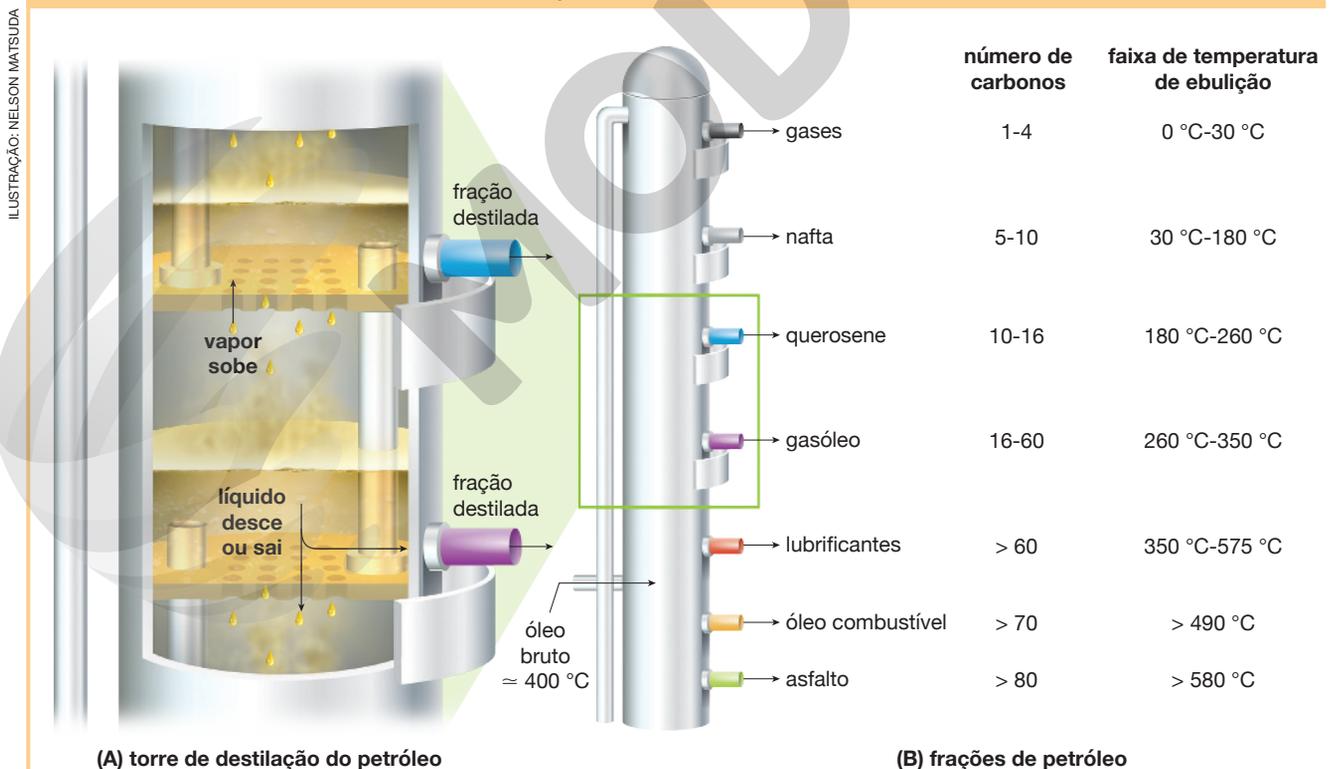
Refino do petróleo

Nas refinarias, o petróleo é submetido a operações que permitem separar as frações desejadas. Algumas delas passam por transformações antes de serem comercializadas.

O refino inicia-se com a **destilação fracionada**, processo do qual são obtidas as principais frações de petróleo. No esquema abaixo está representado o caminho do vapor e o líquido que se condensa em cada altura de uma torre de destilação. É como se submetêssemos a amostra a diversas destilações simples, o que torna o processo de separação das diversas frações mais eficiente.

O resíduo final da destilação fracionada do petróleo é o asfalto.

DESTILAÇÃO FRACIONADA DO PETRÓLEO



Fonte: Energy.gov. Disponível em: <<https://www.energy.gov/eere/amo/articles/new-software-will-enable-chemical-manufacturers-optimize-distillation-column>>. Acesso em: 9 jun. 2020.

Esquema do refino do petróleo bruto. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

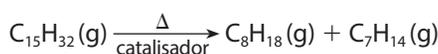
Craqueamento do petróleo

Aproximadamente 20% do petróleo bruto é formado por compostos de baixa temperatura de ebulição, que podem ser empregados como combustíveis nos motores de explosão.

Com a demanda crescente de gasolina, procurou-se obter do petróleo maiores quantidades desse combustível automotivo, o que se tornou possível por meio do **craqueamento do petróleo**.

O craqueamento é um processo que permite obter compostos constituídos por moléculas menores do que as dos **hidrocarbonetos** – grupo de substâncias constituídas somente por átomos de carbono e hidrogênio, como metano (CH₄) e etano (C₂H₆) – retirados de frações obtidas do petróleo e usados como reagente nesse processo. Essa obtenção é vantajosa, pois os compostos obtidos são úteis como combustíveis de automóveis.

Observe um exemplo:



Professor, a equação química exemplificada representa apenas uma das muitas reações de craqueamento do petróleo.

Indústria petroquímica

Por meio dos processos que acabamos de abordar, podem ser obtidos diversos compostos químicos. A partir dessas substâncias, podemos obter muitas outras recorrendo a outras reações químicas.

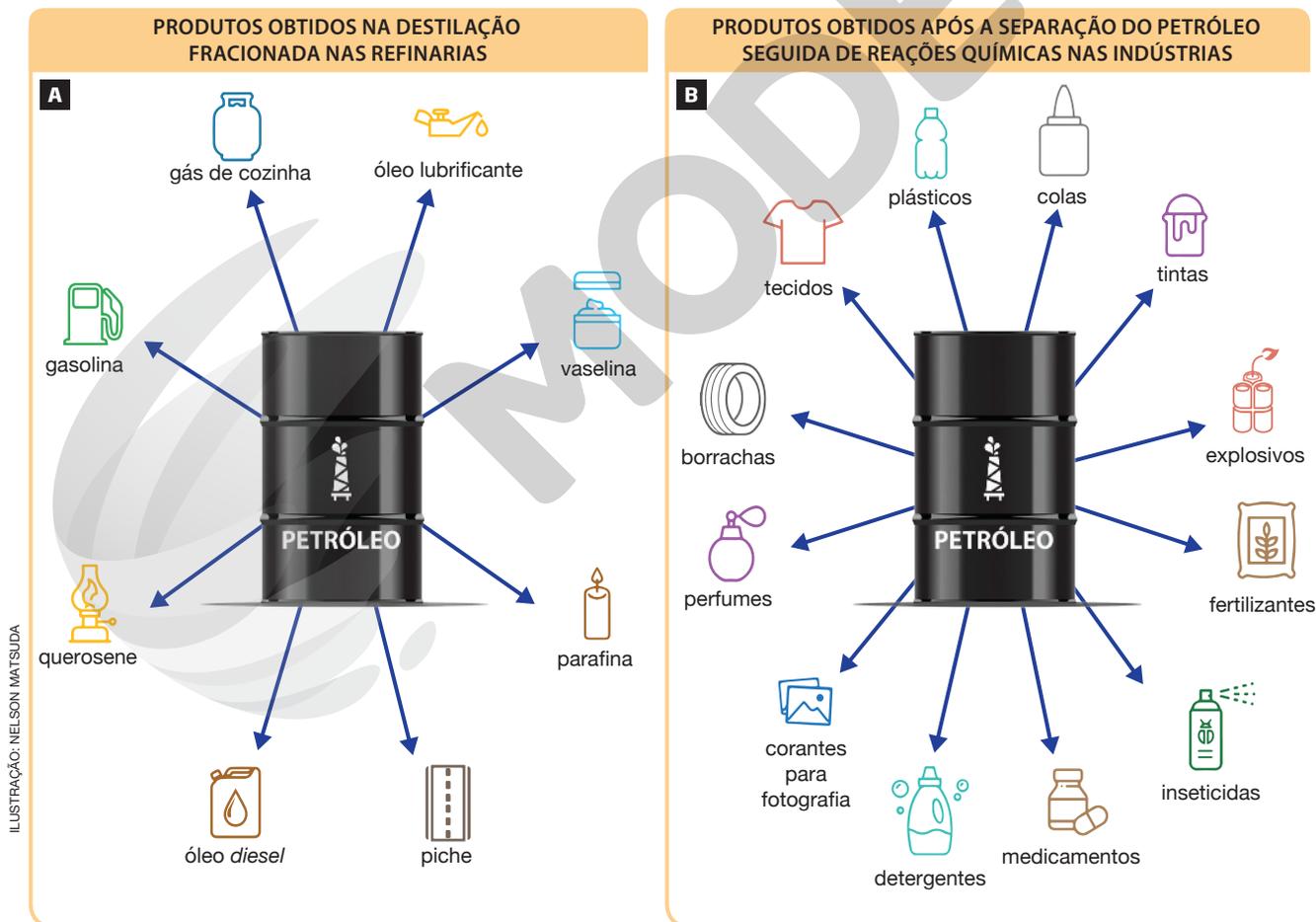


ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUJIDA

Fonte: ALMEIDA, A. L. *Indústria do petróleo no Brasil e no mundo: formação, desenvolvimento e ambiência atual*. São Paulo: Blucher, 2015.

Representação dos produtos obtidos do petróleo (A) e de seus derivados (B). (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

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

Reações químicas como fonte de energia

O uso da energia térmica liberada em uma reação de combustão faz parte do cotidiano de todos nós. Quando utilizamos o gás encanado ou um botijão para cozinhar, valemo-nos da energia liberada na queima desse combustível gasoso. No caso, a reação química transforma energia química em térmica. O mesmo vale para a combustão da gasolina ou do etanol, em um motor de explosão, responsável pela conversão da energia química proveniente da reação em energia mecânica, tornando possível o movimento do veículo.

Em qualquer caso, a combustão implica dois tipos de reagentes: o combustível (a gasolina, por exemplo) e o comburente (é o caso do oxigênio presente no ar). É por essa razão que se pode combater o início de um incêndio impedindo o contato do combustível com o ar. Para isso, pode-se recorrer a um cobertor ou outro material que “abafe” a chama ou isole o combustível. As reações de combustão comumente precisam ser iniciadas por uma fonte de energia: uma chama ou uma faísca elétrica, por exemplo.

Em baterias e pilhas, obtém-se energia elétrica por meio das reações químicas que ocorrem no interior desses equipamentos. Para isso, ocorre a conversão da energia liberada nos processos químicos em energia elétrica, que pode ser utilizada para movimentar um motor ou ligar uma lanterna, por exemplo.

Em nosso organismo, reações químicas também são responsáveis pela obtenção da energia que nos permite respirar, pensar, andar etc.

É fácil concluir que a energia envolvida nas reações químicas é essencial para viabilizar processos naturais e outras atividades nas quais se necessita de energia.

Combustíveis como o carvão mineral, ou a gasolina, o *diesel* e o gás de cozinha, extraídos do petróleo, são chamados de fontes **não renováveis** de energia, isto é, a natureza dispõe de quantidades limitadas de recursos dos quais são retirados esses combustíveis. Já o etanol, proveniente da cana-de-açúcar, é um combustível **renovável**, uma vez que é possível obtê-lo por meio de novas plantações, assim como o vento que movimenta as pás de usinas eólicas.

A busca por novas alternativas

Devido à crescente preocupação com a preservação do ambiente, atualmente vem crescendo o empenho de muitos países na busca por novas matrizes energéticas. Com elas, procura-se evitar o esgotamento de fontes

não renováveis e desenvolver tecnologias que permitam transformações de um tipo de energia em outro com menor impacto ambiental. Assim, fontes de energia como a eólica, que não envolvam a queima de combustíveis fósseis (carvão mineral e derivados de petróleo) – que geram grandes quantidades de poluentes –, tendem a ser mais usadas e aprimoradas.



A região Nordeste é a maior produtora de energia eólica do Brasil. Na foto, Complexo Eólico Rei dos Ventos, em Galinhos (RN), 2020.

1. Analise as várias fontes de energia citadas no texto do ponto de vista econômico e ambiental. Para isso, faça uma pesquisa em fontes confiáveis (anote-as) e registre as informações que você obteve. Ao final da pesquisa, sob orientação do seu professor, elabore uma apresentação oral, ou na forma de cartazes, por exemplo, com o resultado do seu trabalho.
2. Certamente, uma das maiores fontes de agressão ao ambiente tem vindo do uso de combustíveis fósseis e de seus derivados – caso da gasolina, do óleo *diesel*, entre outros. Isso porque geralmente a energia utilizada para movimentar um veículo, aquecer um alimento, aumentar a temperatura de uma mistura a ser processada em uma siderúrgica, por exemplo, é obtida desses combustíveis e tem como consequência a formação de poluentes, isto é, de materiais que, em curto ou longo prazo, causam prejuízos ao ambiente e à vida em geral. Além disso, acidentes podem ocorrer nas etapas de extração ou de transporte de petróleo, resultando no derramamento de óleo; e isso ameaça a vida de animais como tartarugas, aves e peixes e põe em risco, inclusive, a saúde dos seres humanos.

Busquem informações, em sites confiáveis, a respeito do vazamento de petróleo que ocorreu próximo à costa brasileira em 2019.

- O primeiro grupo representará as empresas petrolíferas que estão envolvidas nesse incidente. Assim sendo, deverá elaborar argumentos que defendam o ponto de vista dessas empresas sobre o vazamento de óleo no oceano.
- O segundo grupo representará a comunidade que mora na região litorânea afetada por esse vazamento e é constituída de pescadores. A defesa dessas pessoas deverá considerar tais condições de vida.
- O terceiro grupo representará o júri; deverá anotar os argumentos ao longo da exposição dos dois primeiros grupos.

A ordem e o tempo de exposição de ideias de cada grupo serão organizadas por seu professor. Após ouvir as duas partes, o grupo de julgadores deverá elaborar um texto em que, além de emitir julgamento, sejam destacados as possíveis causas e os impactos que esse incidente provocou no ambiente, na vida da população, na economia etc.

3. As charges e histórias em quadrinhos (HQ) são gêneros textuais que aliam linguagem verbal e não verbal. Ambas têm o intuito de contar histórias, mas é comum que os autores utilizem humor e ironia para fazer uma crítica. Observe a charge e a HQ a seguir e faça o que se pede.



- Identifique o aspecto criticado pelo autor na charge e na HQ.
- Em grupos, pesquisem em sites confiáveis técnicas que podem ser utilizadas para lidar com a questão ambiental sugerida na charge e na HQ. Alguns grupos devem fazer uma breve exposição oral sobre a técnica escolhida para os colegas; outros podem fazer cartazes ou desenhos, histórias em quadrinhos e charges. Tudo será organizado por seu professor; aguarde suas instruções.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

A dependência do petróleo e a poluição originada pelo uso de seus derivados são constantemente discutidas nas diversas áreas do conhecimento, inclusive na artística. Em duplas, pesquisem obras (poemas, músicas, pinturas, grafites, histórias em quadrinhos, fotografias, entre outras expressões) que abordem esse tema. Seleccionem aquela que julgarem mais interessante e a apresentem para a turma com informações que a contextualizem (o que motivou o autor a produzir aquela obra, o que ele deseja expressar ou discutir etc.). Produzam também algum tipo de material sobre o tema e apresentem aos colegas.

Como diferenciar substância de mistura?

Você sabia que tanto o petróleo quanto os derivados obtidos em sua destilação fracionada são misturas de substâncias?

Como você explicaria a diferença entre uma substância e uma mistura?

Em noticiários de jornais e televisão e no dia a dia é comum a utilização da expressão “água pura” associada à água potável, ou seja, água própria para o consumo humano. No entanto, na Química e em outras áreas da Ciência, o termo **puro** tem um significado diferente; ele indica que a água, por exemplo, é isenta de outros materiais (como sais dissolvidos), ou seja, a água pura é constituída de uma única substância, a água, diferentemente da água de torneira e da água mineral, que têm em sua composição água, sais e gases dissolvidos.

Quando dizemos que “o ar está puro”, nós nos referimos ao fato de ele estar isento de impurezas, poluentes atmosféricos que prejudicam a saúde dos seres vivos. No entanto, o ar atmosférico, independentemente da presença de poluentes, é uma mistura formada por diferentes gases e vapor de água.

Uma maneira de diferenciar uma substância de uma mistura consiste em verificar se as mudanças de estado físico ocorrem ou não em temperaturas constantes.

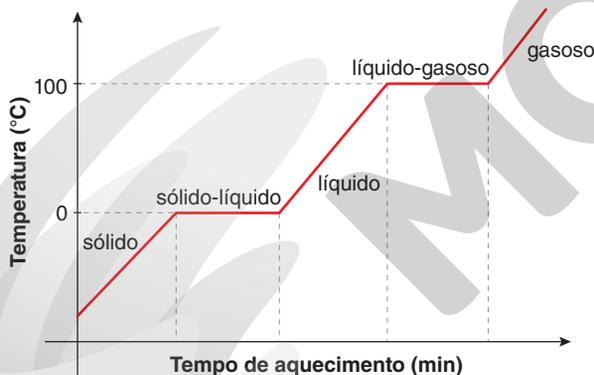
Para exemplificar, vamos comparar o que se observa durante a ebulição da água (substância) ao nível do mar e da água com sal de cozinha (mistura contendo cloreto de sódio – principal constituinte do sal de cozinha – dissolvido em água).



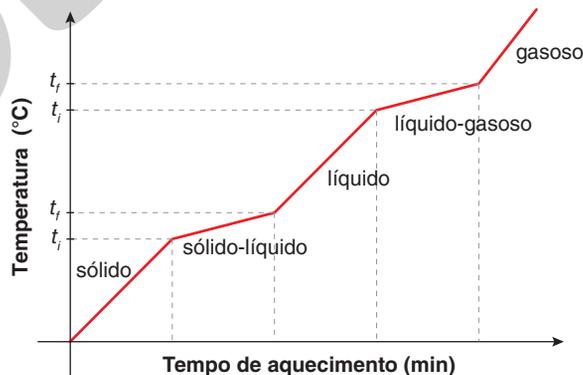
SERGIO PANALLI/PULSAR IMAGENS

Mesmo que a água de uma lagoa seja potável, ela contém mais do que uma substância. Parque Indígena do Xingu, Querência (MT), 2018.

VARIAÇÃO DE ESTADO FÍSICO DA ÁGUA EM FUNÇÃO DO TEMPO DE AQUECIMENTO AO NÍVEL DO MAR



VARIAÇÃO DE ESTADO FÍSICO DE UMA MISTURA DE ÁGUA E SAL DE COZINHA EM FUNÇÃO DO TEMPO DE AQUECIMENTO



Nota: Os gráficos são apenas esboços, isto é, as inclinações das retas não correspondem a dados obtidos experimentalmente.

Observe que, durante as mudanças de estado físico de uma substância (gráfico à esquerda), a temperatura permanece constante. Isso é representado graficamente pelas linhas horizontais paralelas ao eixo do tempo – chamadas de **patamares**.

A temperatura em que uma substância “ferve”, ou seja, em que entra em ebulição, é denominada **temperatura de ebulição**. No caso da água, ao nível do mar, esse valor corresponde a 100 °C.

Diferentemente do que acontece com a água pura, note no gráfico à direita que a temperatura de ebulição da água em mistura com o sal de cozinha não se mantém constante durante a mudança de estado: ela inicia-se a uma temperatura (t_1) e termina em outra, mais alta (t_2).

Caracterizando uma substância

Geralmente, para identificar uma substância, recorre-se a um conjunto de propriedades que ela apresenta. Algumas delas, como temperatura de fusão, temperatura de ebulição, solubilidade em água (quantidade máxima de uma substância que pode ser dissolvida em determinado volume de água) e densidade, são características da substância, ou seja, variam de uma para outra. Essas são chamadas de **propriedades específicas**. Outras, como a massa e o volume, são **propriedades gerais** de todas as substâncias e, por isso, não permitem que as identifiquemos.

O sal que usamos no preparo de alimentos, conhecido como sal de cozinha, é formado principalmente por cloreto de sódio. Vamos analisar algumas das propriedades dessa substância.

Fonte: HAYNES, W. M. (ed.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 97th ed. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor and Francis, 2017.

Propriedades do cloreto de sódio		
Temperatura de fusão (ao nível do mar)	Temperatura de ebulição (ao nível do mar)	Solubilidade em água (a 25 °C)
≈ 800 °C	1.465 °C	36,0 g/100 g de H ₂ O

Analisando essas propriedades do cloreto de sódio, podemos concluir:

- abaixo de 800 °C, ele é sólido;
- entre 800 °C e 1.465 °C, é líquido;
- acima de 1.465 °C, é gás;
- para dissolver (totalmente) 36,0 g de cloreto de sódio a 25 °C, são necessários 100 g de água.



NELSON MATSUJDA

Isso quer dizer que, se uma amostra apresentar todas as características acima mencionadas e outras próprias dessa substância, conclui-se que ela seja de cloreto de sódio.

Crítérios de pureza

Como acabamos de ver, o **conjunto de propriedades específicas de uma substância permite identificá-la**. As temperaturas de fusão e de ebulição, a densidade e a solubilidade são os testes mais comuns em laboratório para verificar se uma amostra contém uma única substância ou uma mistura de substâncias. Essas propriedades constituem alguns dos critérios de pureza.

Observe os dados da tabela a seguir.

Propriedades de algumas substâncias a 1 atm			
Substância	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)	Densidade (g/L) a 25 °C
Hidrogênio	-259,3	-252,9	0,08
Nitrogênio	-210,0	-198,8	1,14
Oxigênio	-218,8	-118,6	1,31
Monóxido de carbono	-205,0	-191,5	1,14
Dióxido de carbono	-56,6	-78,5	1,80

Fonte: HAYNES, W. M. (ed.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 97th ed. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor and Francis, 2017.

Note que a densidade a 25 °C do monóxido de carbono e do nitrogênio é idêntica. Isso evidencia que, para caracterizar uma substância, é necessário conhecer o conjunto de suas propriedades específicas.

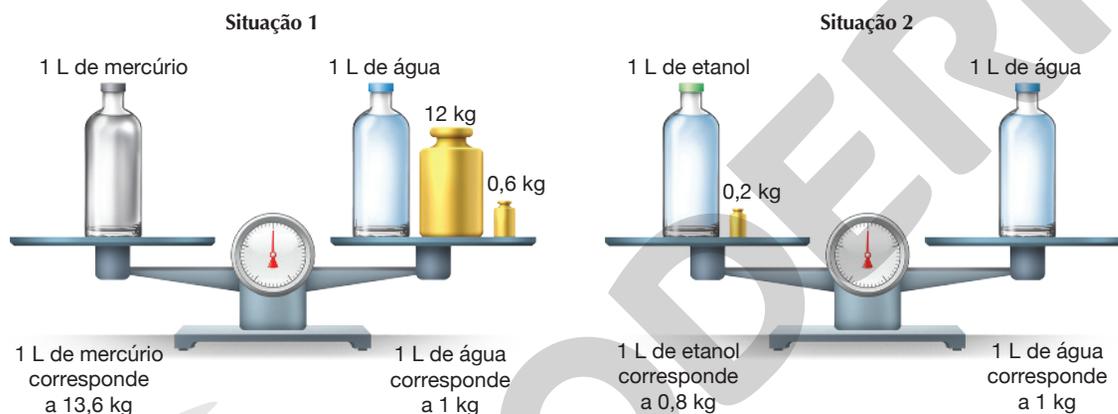
Dois corpos com a mesma massa têm a mesma densidade?

Você, provavelmente, já deve ter se deparado com esse tipo de questão quando era criança: o que pesa mais, 1 “quilo” de chumbo ou 1 “quilo” de algodão? Essa é uma pergunta que, feita a uma criança, costuma causar certo impacto. Isso ocorre porque é comum que elas confundam a massa de um objeto (medida em uma balança) com o volume (espaço ocupado). No caso, as duas amostras têm massa de 1 quilograma, ou seja, ambas têm mesma massa e mesmo peso. A diferença está no espaço ocupado. O chumbo tem sua massa “concentrada” em volume menor que o do algodão.

Quando comparamos diferentes amostras de água líquida, nota-se certa coincidência entre o valor numérico que exprime a massa e o que exprime o volume, o que não ocorre com outras substâncias. Isso porque a **densidade da água líquida equivale a 1 g/mL**. Ou seja, para a água:

Volume	↔	Massa
1 mililitro de água	↔	1 grama de água
1.000 mililitros (1 litro de água)	↔	1.000 gramas (1 quilograma de água)

Compare estas outras situações:



Volumes iguais de materiais diferentes têm massas diferentes. (Representação fora de proporção; cores-fantasia.)

Observe que, de acordo com a ilustração anterior, enquanto 1 litro de mercúrio tem massa igual à de 1 litro de água mais 12,6 quilogramas, 1 litro de etanol tem massa menor que a de 1 litro de água.

Na tabela a seguir constam os dados de massa (em grama) de diferentes amostras de etanol, a 20 °C, e o volume (em centímetro cúbico) correspondente a essas massas.

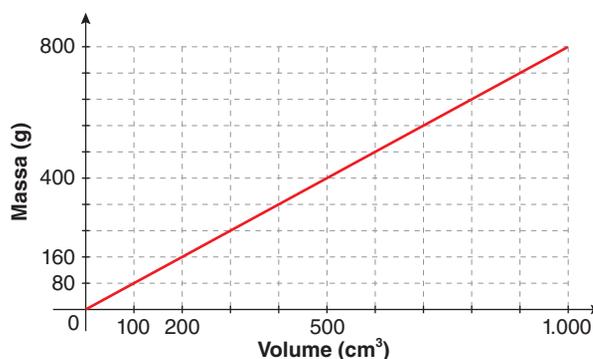
Massa e volume de etanol	
Massa (g)	Volume (cm ³)
0,8	1
80	100
160	200
400	500
800	1.000

Fonte: HAYNES, W. M. (ed.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 97th ed. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor and Francis, 2017.

Note que, ao dividir os valores de massa de etanol pelos correspondentes valores de volume, obtemos uma relação proporcional:

$$\frac{80 \text{ g}}{100 \text{ cm}^3} = \frac{160 \text{ g}}{200 \text{ cm}^3} = \frac{400 \text{ g}}{500 \text{ cm}^3} = \dots = \frac{0,8 \text{ g}}{1 \text{ cm}^3} = 0,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

MASSA DE ETANOL EM FUNÇÃO DE SEU VOLUME



Com base nos dados da tabela, foi construído um gráfico que relaciona a massa de etanol (em g) com seu volume (em cm³).

Separação de misturas

Ao abordar o petróleo no início deste capítulo, você deve ter percebido o uso de técnicas, como filtração e destilação fracionada, para separar um ou mais componentes da mistura.

Quase todos os materiais obtidos da natureza são misturas de substâncias. Muitas vezes o ser humano está interessado em um ou mais componentes de uma mistura e, para isso, realiza métodos de separação que permitem obtê-lo(s).

Você conhece algum método de separação? Como você faria para retirar os sais que estão dissolvidos na água do mar?

Vamos agora estudar alguns processos de separação de misturas e suas aplicações.

Interligações

Não escreva no livro.

Novos filtros: melhorando a vida das pessoas sem acesso à água potável

Como fazer para sobreviver em um lugar em que a única água disponível é imprópria para o consumo? Você já se imaginou tendo de ingerir água de uma lagoa barrenta, contaminada por microrganismos que transmitem doenças?

Essa é a realidade de muitas pessoas que vivem em regiões carentes de saneamento básico. De acordo com os dados de 2017 da Organização Mundial da Saúde (OMS), estima-se que, naquele ano, 785 milhões de pessoas no mundo não tinham acesso aos serviços básicos de água potável. Em muitos locais, a água é conseguida em lagoas sujas, onde pessoas e animais dividem espaço.

Segundo dados de 2017 do Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef) e da OMS, 297 mil crianças menores de 5 anos morrem todos os anos vítimas de diarreia associada a água, saneamento básico e higiene inadequados.

Para tentar ajudar a reduzir esses índices, uma companhia suíça desenvolveu um filtro de água portátil e barato. Usando membranas têxteis com poros menores do que o diâmetro de um fio de cabelo, seguidas de uma resina impregnada com iodo e outra com carvão ativado, esse filtro é capaz de filtrar 99,99% dos parasitas e bactérias presentes na água, sem o uso de eletricidade. Ele é menos efetivo para os vírus, que são muito menores, e também não retém arsênio, presente em altos níveis nas águas subterrâneas de vários países, como Bangladesh, Índia, Chile e México.

Esses filtros têm sido entregues por grupos humanitários após desastres, como terremotos, e em locais de pobreza extrema, como Moçambique, Mianmar e Quênia. Apesar de não resolver o problema do acesso à água – já que muitas vezes é preciso percorrer longas distâncias para encontrar uma fonte de água, ainda que imprópria –, o uso desses filtros tem ainda outra vantagem: como as pessoas não precisam ferver a água para poder consumi-la, há uma redução no uso de combustíveis fósseis e de lenha, o que ajuda a diminuir a emissão de gases que contribuem para o efeito estufa.

Fontes consultadas: Scientific American Brasil. Filtro completo em um canudinho; Committing to Child Survival: A Promise Renewed Progress. Report 2013; World Health Organization. Arsenic; UNICEF; WHO. *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene: 2000-2017*. Disponível em: <https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/jmp-2019-full-report.pdf?ua=1>. Acesso em: 4 abr. 2020.



GERALDO CASO/AFP VIA GETTY IMAGES

O desenvolvimento de filtros portáteis e sua doação para a população carente têm auxiliado a melhorar a qualidade de vida de muitas pessoas. (Lima, Peru, 2011.)

1. Por que esse tipo de filtro resolve, ao menos em parte, o problema da ausência de água tratada para o consumo em regiões carentes?
2. A que você atribui o fato de o texto informar que o filtro não elimina substâncias contendo arsênio em solução?
3. Na sua opinião, o desenvolvimento desse filtro, sua aplicação e o conhecimento de suas limitações seriam possíveis sem os estudos sobre a constituição da matéria? Explique sua resposta.

Filtração

Todos conhecemos esse processo de separação em nosso cotidiano. É o caso do uso de um aspirador de pó em um local empoeirado: o equipamento suga o ar e as partículas de poeira, fazendo com que essa parte sólida da mistura fique retida no filtro. Dizemos que essa mistura gás-sólido passou por uma filtração, separando o sólido (poeira) do gás (ar).

Outro exemplo da aplicação do método de filtração ocorre quando uma pessoa prepara um café de modo tradicional. O coador de pano ou de papel que é colocado em um suporte é um filtro que retém o pó de café, deixando passar o líquido, uma solução de café em água. Nesse caso, a filtração separa a fase sólida da fase líquida.

Para filtrar, é fundamental que a mistura seja heterogênea e que contenha pelo menos um componente no estado sólido, que ficará retido nos poros do filtro. Para que isso ocorra de maneira satisfatória, é preciso que os poros do filtro tenham dimensões menores que as dimensões das partículas do sólido.

Decantação

Ao deixarmos uma mistura heterogênea (de sólido e líquido, de líquido e líquido, de sólido e gás) em repouso em um recipiente (ou recinto), a fase mais densa deposita-se na parte inferior do recipiente por ação da gravidade. É o que ocorre com a poeira – partículas sólidas em suspensão no ar – que se deposita em móveis, no chão etc., ou com o vinagre, que, em uma mistura com óleo, usada no tempero da salada, fica na parte inferior da mistura.



Tanque de decantação em estação de tratamento de água em Cornélio Procópio (PR), 2018. Nesses tanques, a sujeira (por exemplo, pequenas partículas sólidas) que está dispersa na água decanta no fundo do recipiente.

A decantação, etapa importante do processo pelo qual a água é submetida em uma Estação de Tratamento de Água (ETA), é empregada para separar misturas heterogêneas de sólido-líquido, líquido-líquido e sólido-gás.

Rio Doce terá processo de decantação para evitar rejeitos na sua foz

A mineradora Samarco vai lançar floculantes de origem vegetal no Rio Doce, para decantar os rejeitos de mineração e evitar que eles cheguem à sua foz, depois do rompimento de barragens na cidade de Mariana (MG). [...]

Os floculantes são usados em tratamento de água e fazem com que os sólidos suspensos se aglomerem em grandes flocos e precipitem para o fundo do rio ou do reservatório. Geralmente, eles são usados em reservatórios, antes de passar pela estação de tratamento de água.

[...]

A Samarco também se comprometeu com o governo a construir 20 quilômetros de diques de filtração, para diminuir a quantidade de sólidos carregados pela água.

[...]

Da Agência Brasil. Rio Doce terá processo de decantação para evitar rejeitos na sua foz. *Agência Brasil*, 16 nov. 2015. Disponível em: <<https://agenciabrasil.etc.com.br/geral/noticia/2015-11/rio-doce-tera-processo-de-decantacao-para-evitar-rejeitos-na-sua-foz>>. Acesso em: 24 mar. 2020.

Vale se corrige e diz que não há decisão sobre deixar de explorar rejeitos

[...]

A extração de minérios finos em rejeitos só é possível em barragens a montante, técnica apontada por especialistas como a forma mais barata, e mais perigosa, de conter rejeitos. A barragem que rompeu em Brumadinho foi construída a montante e estava inativa, segundo a empresa. [...]

Segundo uma amostra captada na barragem 1 do Córrego do Feijão (a que se rompeu) e que consta

em estudo da empresa de 2014, os rejeitos contidos ali apresentavam teores médios de 48,08% de ferro. Com o método de **separação magnética**, chegou-se a um concentrado com até 67,54%.

Vale se corrige e diz que não há decisão sobre deixar de explorar rejeitos. *Folha de S.Paulo*, 7 fev. 2019.

Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2019/02/vale-se-corrige-e-diz-que-nao-ha-decisao-sobre-deixar-de-explorar-rejeitos.shtml>>. Acesso em: 24 mar. 2020.

1. Além da decantação, o primeiro texto menciona outra técnica de separação. Indique qual é a técnica.
2. Pesquise em livros e sites sobre o método de separação destacado no segundo texto e escreva um resumo sobre essa técnica e onde ela é utilizada.
3. Dois acidentes de trabalho de enormes proporções envolvendo o rompimento de barragens de mineradoras ocorreram no Brasil na última década: Mariana, em 2015, e Brumadinho, em 2019. As tragédias resultaram na morte de funcionários, moradores e pessoas que estavam de passagem nesses municípios de Minas Gerais e de outros seres vivos. Em grupos, pesquisem sobre:
 - os acidentes em Brumadinho e Mariana, suas causas, locais afetados e prejuízos ao ambiente;
 - o que poderia ter sido feito para evitar essas tragédias;
 - outros acidentes de trabalho de grande impacto no país;
 - os impactos ambientais e sociais da mineração.

Sob orientação do professor, elaborem uma apresentação com as informações pesquisadas e comuniquem-nas aos demais colegas.



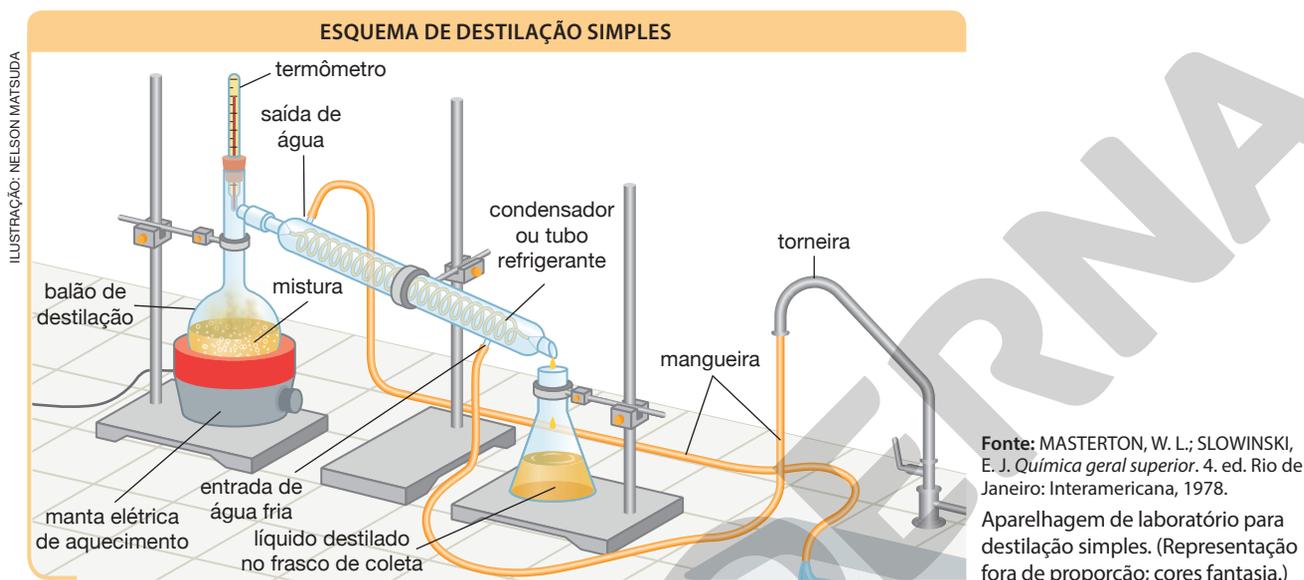
(A) Imagem do desastre do rompimento da barragem em Mariana (MG), 2015. (B) Imagem do desastre do rompimento da barragem em Brumadinho (MG), 2019.

Destilação

O processo utilizado para separar misturas homogêneas em fase líquida é chamado **destilação**. Nessa separação, o sistema é aquecido até que o componente que evapora com mais facilidade, ou seja, o mais volátil, atinja a temperatura de ebulição; os vapores obtidos passam por um condensador, equipamento onde são resfriados, voltando ao estado líquido.

A **destilação simples** normalmente é utilizada para separar os componentes de uma solução formada de líquido e sólido não volátil.

Observe a seguir a representação do equipamento usado em laboratório na destilação simples.



O que acontece se utilizarmos o processo de destilação na água do mar? O aquecimento dessa mistura vai evaporar grande parte da água, que será condensada e coletada em um frasco. Essa água, diferentemente da mistura “água do mar”, é constituída apenas por água, ou seja, contém uma única substância. Chamamos a água que passou pelo processo de destilação de **água destilada**. É importante destacar que no balão de destilação, além do sólido, pode sobrar certo volume do líquido.

A **destilação fracionada**, como foi visto no tópico *Refino do petróleo*, é utilizada normalmente para separar misturas formadas por líquidos miscíveis, ou seja, líquidos que juntos constituem uma solução. O grau de pureza dos líquidos coletados será tanto maior quanto maior for a distância entre as temperaturas de ebulição dos líquidos.

Evaporação

Enquanto na destilação simples o interesse reside na substância líquida mais volátil, na **evaporação** o interesse está voltado para o sólido que está dissolvido.

Nesse método de separação, utilizado para misturas homogêneas formadas por sólido e líquido, ocorre o aquecimento da mistura até a completa evaporação do líquido. Essa técnica é utilizada, por exemplo, para a obtenção de sal marinho por meio da evaporação da água do mar, processo que ocorre de maneira lenta e por ação das energias solar e eólica (dos ventos).

Salina em Galinhos (RN), 2017. A energia solar, auxiliada pelo vento, evapora a água do mar e resta o sal.



- 1 A mídia vem publicando notícias sobre queimadas e incêndios florestais no Brasil, como no Amazonas, em Rondônia, Goiás, Mato Grosso e no Acre. Além dos danos às florestas, a fumaça atinge regiões distantes do local da queimada.



JOSÉ ALBERTO DE LIMA

Estudantes da rede pública e comunidade fazem protesto nas ruas contra as queimadas e o desmatamento usando máscaras contra fumaça. Manacapuru (AM), 2015.

Considerando que a fumaça contém gases tóxicos e partículas em suspensão, o uso de máscaras seria eficiente? Explique por quê.

- 2 É possível separar os componentes das misturas abaixo pelos processos propostos? Caso seja necessário, faça uma pesquisa e justifique suas respostas.

- Sal de cozinha e água, por filtração.
- Benzeno e álcool comum (etanol), por destilação fracionada (o álcool tem temperatura de ebulição = $78,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, e o benzeno tem temperatura de ebulição = $80\text{ }^{\circ}\text{C}$).
- Carbonato de cálcio e água (mistura heterogênea), por centrifugação.
- Açúcar e água, por decantação.
- Gás propano e gás nitrogênio, por liquefação (temperatura de ebulição do propano = $-41\text{ }^{\circ}\text{C}$; temperatura de ebulição do nitrogênio = $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$).

- 3 Construa um gráfico temperatura ($^{\circ}\text{C}$) \times tempo (min) que represente o aquecimento de um sólido da temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ até $150\text{ }^{\circ}\text{C}$, sabendo que se trata de uma substância pura que funde a $41\text{ }^{\circ}\text{C}$ e cuja temperatura de ebulição é de $112\text{ }^{\circ}\text{C}$. A fusão se inicia aos 5 minutos e termina aos 11 minutos, e a ebulição ocorre no intervalo de 14 a 22 minutos.

Qual é o estado físico da amostra aos 12 minutos de aquecimento?

- 4 Em uma atividade experimental, o professor forneceu aos grupos de alunos esferas de cobre de diferentes tamanhos e pediu a eles que encontrassem

a densidade da amostra fornecida. Para tanto, um grupo de alunos fez o seguinte procedimento:

- mediu a massa da amostra de cobre fornecida, obtendo um valor igual a 89 g ;
- colocou água em um cilindro graduado (proveta) até uma marca de 30 mL ;
- mergulhou no líquido a esfera de cobre e notou que o nível da água se deslocou para a marca de 40 mL .

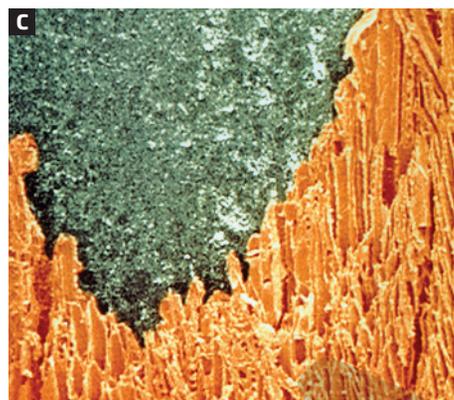
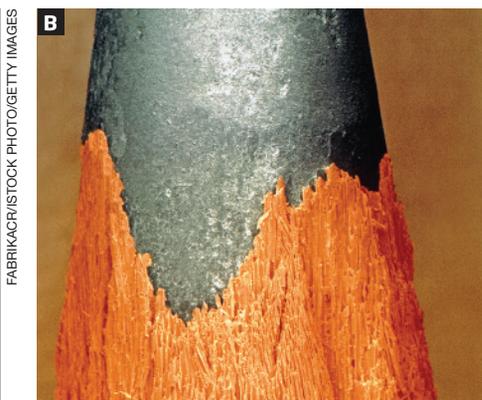


ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

- Considerando que as amostras fornecidas pelo professor eram de cobre puro, ou seja, não havia impurezas (outras substâncias), qual é a importância de vários grupos de alunos executarem medidas da densidade do mesmo metal?
 - Qual é o valor aproximado da densidade do cobre obtido pelo grupo de alunos?
 - O procedimento adotado pelo grupo de alunos é útil para identificar metais, mas ele poderia ser utilizado para amostras de açúcar? E de cortiça? Justifique sua resposta.
- 5 Na embalagem de um detergente em pó há uma indicação: 600 g . Imagine que você consiga encher 6 copos de 200 mL com o conteúdo do pacote.
- Qual é a massa do detergente?
 - Qual é o volume total dos recipientes que contêm detergente?
- 6 Posteriormente, você compra outra marca de detergente em pó de mesma composição, com a indicação de 600 g na embalagem. Porém, só consegue encher 5 copos de 200 mL .
- Qual é a massa do detergente em pó do segundo pacote?
 - Qual é o volume total dos recipientes que contêm detergente?
 - Qual dos dois detergentes é mais denso? Considere que o volume do detergente corresponde ao volume total medido.
- 7 Na determinação da densidade dos detergentes dos dois pacotes, não se estava calculando apenas a densidade do detergente, caso contrário os valores encontrados deveriam ser idênticos. Explique a razão dessa diferença.

Do que os materiais são constituídos?



Muito do que estudamos até aqui diz respeito ao que pode ser observado, submetido à experimentação. A partir deste ponto, além desses aspectos fenomenológicos dos materiais – relativos aos fenômenos que podemos observar, medir, experimentar –, cada vez mais vamos nos valer de teorias e dos vários tipos de representação que nos ajudam a compreender o que não é visível.

Pense no seguinte: nem sempre é fácil imaginar aquilo que está muito “distante” do que nossos órgãos dos sentidos podem perceber. Assim como acontece com a ponta do lápis, quando olhamos de perto um punhado de areia, vemos detalhes que não podemos distinguir se observamos a areia do 15º andar de um edifício, por exemplo.

Lidando com partículas que não podemos ver

Imaginar dimensões tão grandes como as que envolvem distâncias entre galáxias e tudo o que se relaciona com o Universo, gigantesco para nós, é extremamente difícil. O mesmo vale quando tratamos de algo infinitamente pequeno, como o átomo e suas partes.

Os átomos são tão diminutos que é impossível vê-los, por exemplo, através dos microscópios ópticos, que ampliam mais de mil vezes o objeto observado.

Devido ao desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia, sabemos que o diâmetro de um átomo mede, aproximadamente, entre $1 \cdot 10^{-10}$ m e $5 \cdot 10^{-10}$ m, quer dizer, de 0,0000000001 m a 0,0000000005 m. Os cientistas traduziriam esses valores por, respectivamente, 0,1 nm e 0,5 nm (1 nanômetro = 1 nm = 10^{-9} m).

Teoria atômica de Dalton

Com base nas massas das substâncias envolvidas nas reações, John Dalton supôs que a matéria é formada por pequenas partículas, que foram chamadas **átomos**. Para ele, essas partículas eram indivisíveis. Os trabalhos que o levaram a essas conclusões foram publicados entre 1803 e 1827; eles serão abordados no capítulo 5. Para Dalton, a ideia de átomo surgiu como uma possibilidade de justificar o que verificava experimentalmente.

Os pontos básicos da chamada teoria atômica de Dalton, de modo simplificado, são os seguintes:

- A matéria é formada de partículas indivisíveis chamadas átomos.
- Átomos de um mesmo tipo (mesmo elemento químico) são iguais (em tamanho, forma, massa, por exemplo) e diferentes dos átomos de outro elemento.
- Os átomos podem se unir uns aos outros formando “átomos compostos” (atualmente, esses “átomos compostos” são chamados de **moléculas**).
- As reações químicas podem ser consideradas processos em que ocorrem união e separação de átomos.

A observação das três imagens de uma ponta de lápis, (A) sem aproximação, (B) ampliação de aproximadamente 17 vezes e (C) ampliação de aproximadamente 48 vezes, percebemos que é possível notar cada vez mais detalhes. Se pudéssemos enxergá-la mais de perto ainda, será que notaríamos novos detalhes?



John Dalton (1766-1844), químico e físico inglês, autor da primeira teoria que considerou a descontinuidade da matéria; ela seria formada de pequenas partículas, as quais chamou átomos.

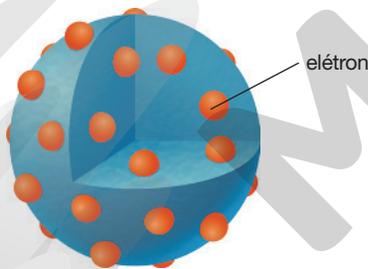
Modelo atômico de Thomson

Com base na teoria atômica que formulara, Dalton propôs um modelo de átomo muito importante para consolidar diversos avanços da Química que serão abordados no capítulo 5. Embora ainda hoje seja útil para a compreensão de inúmeros fatos experimentais, tal modelo não permitia explicar outros, divulgados na mesma época. É o caso das reações provocadas pela passagem da corrente elétrica, inexplicável considerando o átomo uma esfera maciça e indivisível.

Ao longo do século XIX, buscando entender melhor os fenômenos elétricos, vários estudiosos realizaram inúmeros experimentos e conseguiram provocar descargas elétricas em ampolas de vidro contendo gases rarefeitos, isto é, à baixa pressão. A contribuição desses estudiosos, como os ingleses William Crookes (1832-1919) e Joseph John Thomson (1856-1940), possibilitou a descoberta de uma partícula, de carga elétrica negativa, que fazia parte dos átomos de toda a matéria. Essa partícula é o que hoje conhecemos como **elétrons**.

Naquela época, sabia-se que uma porção de matéria não apresentava carga elétrica. Isso indicava que os átomos que constituíam os corpos também eram eletricamente neutros. Thomson propôs a existência, no átomo, de cargas elétricas positivas, capazes de neutralizar as negativas (elétrons). Em 1898, após diversos experimentos, elaborou um modelo de átomo que consistia em uma esfera sólida positivamente carregada, na qual estariam distribuídos elétrons, de carga negativa.

REPRESENTAÇÃO DO MODELO ATÔMICO DE THOMSON EM CORTE



Fonte: SUTORI. *The Journey of the Atom*. Disponível em: <<https://www.sutori.com/story/the-journey-of-the-atom--5DMntC8c6mKQQ7rVvuSYtv3W>>. Acesso em: 11 abr. 2021.

O átomo é eletricamente neutro, ou seja, o somatório das cargas elétricas positivas e negativas é nulo. (Representação fora de proporção; cores-fantasia.)

Esse modelo atômico pôde explicar os fenômenos elétricos, levando em conta que a entrada e a saída de elétrons do átomo provocariam um desequilíbrio das cargas elétricas. Desse modo, o átomo pode passar a ter um número de elétrons que faça com que o número de cargas elétricas negativas supere o de cargas positivas ou que seja inferior a ele. Os átomos que não são mais eletricamente neutros, ou seja, que passam a ter carga elétrica, são chamados de **íons**.

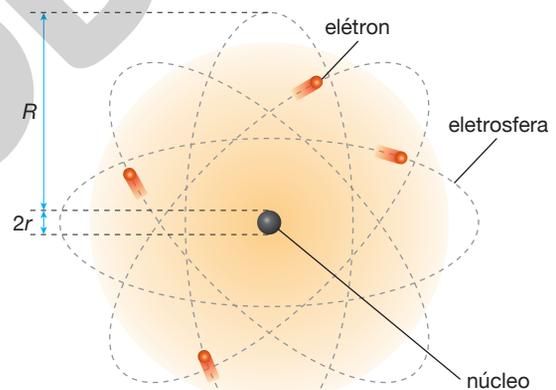
Modelo nuclear de Rutherford

Em 1911, o cientista neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) e alguns colaboradores realizaram uma série de experimentos recorrendo aos estudos recém-adquiridos com materiais radioativos (capazes de emitir radiação).

Com base nos resultados desses experimentos, Rutherford propôs um novo modelo de átomo:

- O átomo tem sua carga elétrica positiva concentrada (núcleo), de forma que as partículas alfa (α), também de carga positiva, que passassem próximo ao núcleo seriam repelidas por ele e teriam sua trajetória desviada (cargas elétricas de mesmo sinal se repelem).
- O núcleo do átomo conteria quase toda a massa do átomo; por isso, as partículas α que se chocassem com o núcleo (uma pequeníssima parte delas) voltariam no sentido da fonte que as emitira.
- O elétron, com carga elétrica negativa, teria massa desprezível em relação à das partículas α ; por isso, as partículas α que atravessassem a região ao redor do núcleo onde estariam os elétrons, chamada de **eletrosfera**, não mudariam de direção. Isso porque essas partículas α têm grande energia cinética, e o elétron tem massa desprezível em relação a elas.

REPRESENTAÇÃO DO MODELO DE ÁTOMO DE RUTHERFORD



$$100.000 > \frac{R}{r} > 10.000$$

R: raio do átomo
r: raio do núcleo

Fonte: RUSSELL, J. B. *Química geral*. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1994. v. 1.

O esquema está totalmente fora de proporção. Se a relação entre as dimensões átomo-núcleo estivesse correta, seria necessário um espaço muitíssimo maior do que o desta página. (Representação fora de proporção; cores-fantasia.)

A questão não respondida por Rutherford e o modelo de Rutherford-Bohr

Como o átomo pode ser estável, isto é, como ele não se desintegra, possuindo um núcleo de carga positiva e elétrons de carga oposta?

Se os elétrons de carga negativa estivessem parados, deveriam ser atraídos pelo núcleo, incorporando-se a ele; tal raciocínio estava de acordo com as leis da Eletrostática – campo da Física que estuda o comportamento de cargas elétricas em repouso ou o equilíbrio de corpos com carga elétrica (ou que são eletrizados). Uma das leis da Eletrostática é a de que cargas elétricas de sinais opostos se atraem.

Uma explicação natural para alguns cientistas era propor que o movimento dos elétrons deveria ser análogo ao movimento dos planetas em órbitas ao redor do Sol. Mas, já era sabido, com base nas leis do Eletromagnetismo (campo da Física que estuda a relação entre eletricidade e magnetismo), que os elétrons em movimento irradiam energia continuamente. Com isso, o raio da órbita diminuiria, o que também levaria os elétrons a colidirem com o núcleo. Cálculos matemáticos indicam que isso ocorreria quase instantaneamente.

Ou seja, as leis da Física clássica (como é o caso das usadas na Eletrostática e no Eletromagnetismo) não permitem explicar as interações entre as partículas subatômicas que constituem um átomo. Porém, em 1900, Max Planck (1858-1947) inicia os estudos da mecânica quântica, que se baseia no fato de os constituintes atômicos, ora se comportarem como partículas, com massa e dimensões definidas, ora se manifestarem como ondas, semelhantes às que constituem a luz.

Vamos agora nos limitar a uma ideia simplificada das explicações baseadas na mecânica quântica; foi o físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) que complementou o modelo de Rutherford quanto ao movimento dos elétrons ao redor do núcleo. Para elaborar uma explicação relativa aos elétrons, esse cientista realizou experimentos sobre as várias radiações luminosas emitidas por um elemento químico e elaborou uma série de proposições, as quais chamamos de postulados, para o elétron do átomo de hidrogênio:

- Um elétron gira ao redor do núcleo em órbita circular.
- Um átomo possui um número limitado de órbitas que se diferenciam umas das outras pelo raio.
- Enquanto um elétron permanece em movimento em determinada órbita, não emite nem absorve energia.
- Cada uma dessas órbitas é caracterizada por determinada energia.

A estabilidade do átomo foi justificada, portanto, por um modelo em que os elétrons giram ao redor do núcleo em **camadas eletrônicas** ou **níveis de energia**.

Outras partículas presentes no núcleo

O núcleo atômico é constituído por diversas partículas. Do ponto de vista químico, são importantes:

- os **prótons** – cuja existência foi provada em 1920, por Rutherford;
- os **nêutrons** – previstos por Rutherford, mas descobertos pelo físico inglês James Chadwick (1891-1974) em 1932.

A tabela a seguir reúne características dessas partículas:

Características das partículas fundamentais do átomo			
Partículas	Massa (kg)	Massa relativa (assumindo a massa do próton como referência)	Carga elétrica relativa
próton (p^+)	$1,67 \cdot 10^{-27}$	1	+1
nêutron (n^0)	$1,67 \cdot 10^{-27}$	1	0
elétron (e^-)	$9,11 \cdot 10^{-31}$	$\frac{1}{1.840}$	-1

REPRESENTAÇÃO DO MODELO ATÔMICO DE RUTHERFORD-BOHR

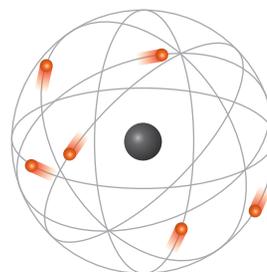


ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

Fonte consultada: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5b/Atome_de_Rutherford.png>. Acesso em: 25 jan. 2020.

O conjunto do trabalho dos dois cientistas, um que introduziu o modelo nuclear do átomo e outro que explicou a configuração dos elétrons, deu origem ao modelo de Rutherford-Bohr. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: HAYNES, W. M. (ed.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 97th ed. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor and Francis, 2017.

Número atômico (Z)

O número atômico de um elemento químico é característico dele; é por isso que esse número serve para diferenciá-lo de outro elemento.

Número atômico é o número de prótons existentes no núcleo de um átomo. É representado pela letra Z. Assim:

$$Z = \text{número atômico} = \text{número de prótons ou } Z = n_{p^+}$$

Se, por exemplo, o Z de um átomo é 10, isso significa que seu núcleo contém 10 prótons. Considerando que o átomo é neutro, a eletrosfera será formada por 10 elétrons.

Elemento químico e símbolo

Suponha a seguinte situação: um recipiente contém 10^6 átomos, todos com 17 prótons. Temos, portanto, um só tipo de átomo, caracterizado pelo número de prótons presentes em seu núcleo. Dizemos que no recipiente há um elemento químico.

Elemento químico é o conjunto de átomos de mesmo número atômico.

Atenção: sejam 7, 16, 1.000, 100 mil átomos – não importa o número –, todos com o mesmo número atômico, tem-se apenas um elemento químico.

Esse conceito de elemento químico só foi possível após a determinação, pelo físico inglês Henry Moseley (1887-1915), da carga nuclear (dada pelo total das cargas dos prótons) e a consequente definição de número atômico. O conceito atual de elemento químico é distinto do que era usado pelos alquimistas e pelos estudiosos dos séculos XVIII e XIX.

Era prática comum, desde a época da Alquimia, a representação de elementos químicos por símbolos. Esses símbolos foram se modificando ao longo do tempo, até que, em 1818, o químico sueco Jöns Jakobs Berzelius (1779-1848) introduziu a notação que utiliza uma ou duas letras para representar cada um dos elementos químicos e que é usada até hoje com pequenas alterações.

Quando há dois ou mais elementos químicos cujos nomes começam com a mesma letra, recorre-se a uma segunda letra, minúscula. Os símbolos são internacionais e geralmente derivam do nome latino ou grego do elemento. Por isso, nem sempre o símbolo tem a inicial do nome do elemento em português.

Exemplo: enxofre, S (*Sulphur*); sódio, Na (*Natrium*).

Número de massa (A)

As partículas que contribuem de maneira significativa para a massa de um átomo são os prótons e os nêutrons, constituintes do núcleo atômico. Em razão disso, define-se:

Número de massa é a soma do número de prótons e do número de nêutrons de um átomo.

O número de massa é representado por A.

$A = \text{número de massa} = \text{número de prótons} + \text{número de nêutrons}$

$$A = n_{p^+} + n_{n^0}$$

Como $n_{p^+} = Z$ (número atômico), então $A = Z + n_{n^0}$.

Costuma-se representar um elemento qualquer por um símbolo (abaixo usamos a letra E) associado a seus valores de número atômico (Z) e número de massa (A). Assim, genericamente, temos:



${}^{35}_{17}\text{Cl} \rightarrow$ indica átomos de cloro que possuem 17 prótons e 18 nêutrons, então $A = 17 + 18 = 35$. Veja na tabela abaixo o número atômico e o número de massa de outros elementos químicos.

Elemento químico	Número atômico	Número de massa
Sódio (Na)	11	23
Oxigênio (O)	8	16
		17
		18

Na natureza há três tipos de átomos de oxigênio, com números de massa diferentes, embora todos tenham número atômico 8. Qual é a diferença entre eles?

Eles diferem no número de nêutrons: ${}^{16}\text{O}$ tem 8 nêutrons, ${}^{17}\text{O}$ tem 9 nêutrons e ${}^{18}\text{O}$ tem 10 nêutrons. Dizemos que o elemento oxigênio tem três **formas isotópicas** naturais. Ou seja, **isótopos** são átomos do mesmo elemento químico que diferem quanto ao número de nêutrons.

Distribuição dos elétrons no átomo

Como vimos, Bohr complementou o modelo atômico de Rutherford propondo que os elétrons giram ao redor do núcleo, em camadas eletrônicas ou níveis de energia, e que isso é possível sem que eles percam energia.

Nos átomos de qualquer elemento químico, os elétrons se distribuem em até sete camadas eletrônicas (K, L, M, N, O, P e Q), cada uma delas comportando um número máximo de elétrons. Observe atentamente os exemplos.

Distribuição eletrônica dos elementos					
Elemento químico	Camadas ou níveis de energia				
	K (n = 1)	L (n = 2)	M (n = 3)	N (n = 4)	O (n = 5)
${}_2\text{He}$	2				
${}_4\text{Be}$	2	2			
${}_{11}\text{Na}$	2	8	1		

Quanto maior for a distância entre o elétron e o núcleo, maior será sua energia. Assim, um elétron da camada L é mais energético do que um da camada K.

Analisando os exemplos da tabela anterior, você pode notar que no primeiro nível há sempre, no máximo, 2 elétrons. No caso de elementos com Z superior a 2, como o Be e o Na, seus elétrons já ocupam níveis mais externos, seguindo ordem crescente de energia.

Repare que, no caso da distribuição eletrônica dos elementos químicos a seguir, não basta levar em conta o número máximo de elétrons de cada nível.

Distribuição eletrônica dos elementos					
Elemento químico	Camadas ou níveis de energia				
	K ($n = 1$)	L ($n = 2$)	M ($n = 3$)	N ($n = 4$)	O ($n = 5$)
$_{20}\text{Ca}$	2	8	10 8	2	
$_{38}\text{Sr}$	2	8	18	10 8	2

O que é possível notar? Apesar de as camadas M e N comportarem 18 elétrons, não são encontrados na natureza átomos com mais de 8 elétrons em sua camada externa.

Uma orientação inicial sobre distribuição eletrônica

Para fazer a distribuição eletrônica de uma parte dos elementos químicos, os chamados representativos (dessa categoria estão excluídos os elementos de números atômicos de 21 a 28; 39 a 46; 57 a 78 e maiores que 89):

- siga a sequência de preenchimento das camadas eletrônicas partindo do núcleo (K, L, M, ...), lembrando que cada camada comporta um número máximo de elétrons (a camada K, 2 elétrons; a L, 8; a M, 18; a N, 32; a O, 32; a P, 18; e a Q, 8); não coloque mais que 8 elétrons na última camada;
- se houver uma camada que permita 18 ou 32 elétrons e que seja a última da distribuição eletrônica:
 - se o número de elétrons (n) a ser colocado for tal que $18 > n > 8$, basta subtrair 8, passando o que resta para a outra camada. Reveja, na tabela, o exemplo do estrôncio (Sr);
 - se você colocar um número de elétrons (n) tal que $32 > n > 18$, subtraia de n 18 elétrons e passe o que resta para a camada seguinte. Veja o exemplo:

$_{55}\text{Cs}$:	K	L	M	N	O	P
	2	8	18	2 18	0 9	1
				-18	-8	
				9	1	
$_{55}\text{Cs}$:	K	L	M	N	O	P
	2	8	18	18	8	1

Observação: as regras que acabamos de apresentar são úteis apenas para que você compreenda alguns conceitos básicos da Química. No entanto, não valem para todos os elementos químicos. Basta que, por ora, você trabalhe com os números máximos de elétrons das três primeiras camadas eletrônicas (K: 2, L: 8, M: 18).

Atividades

Para a resolução das atividades, se necessário, consulte a tabela periódica com os nomes, símbolos e números atômicos dos elementos químicos, presente neste capítulo.

- 1 Produtos usados na agricultura mencionam em sua embalagem os símbolos do nitrogênio (N), do potássio (K) e do fósforo (P). Faça a distribuição eletrônica das camadas (K, L, ...) para os átomos desses elementos químicos.
 - a) $_{7}\text{N}$
 - b) $_{19}\text{K}$
 - c) $_{15}\text{P}$
- 2 Que característica comum existe entre as configurações eletrônicas dos elementos N e P da questão anterior?

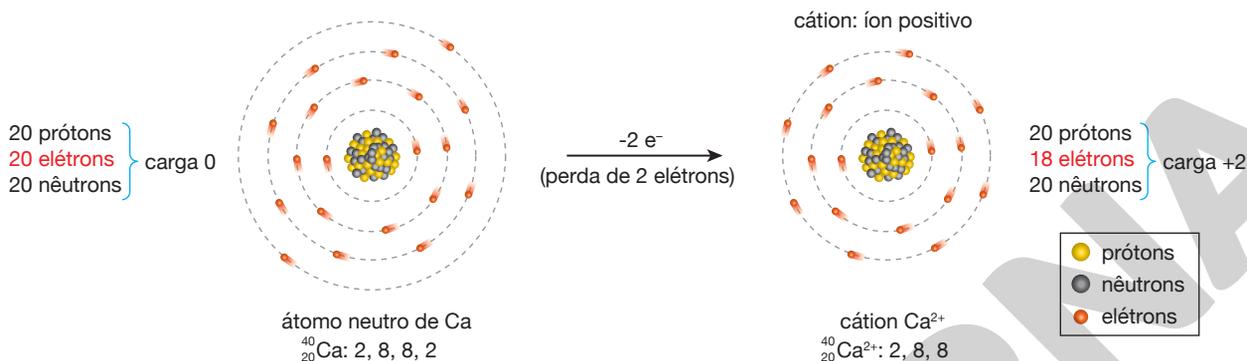
Não escreva no livro.

- 3 O carbono é o elemento-chave na constituição dos seres vivos. Estudando os vários tipos de substâncias dos quais ele participa, os cientistas desenvolveram uma série de materiais “inspirados” no carbono, à base de silício, como é o caso dos silicenos. Faça a distribuição eletrônica do $_{6}\text{C}$ e do $_{14}\text{Si}$ e diga que semelhança há nas configurações desses dois elementos químicos.
- 4 Qual é o número atômico e o símbolo do alumínio, usado em painéis?
- 5 Quantos elétrons tem um átomo de Fe?
- 6 Que modelos atômicos (Dalton, Thomson ou Rutherford) podem explicar a existência de íons?
- 7 Se um átomo com 19 prótons, 19 elétrons e 20 nêutrons perde 1 elétron, o que ocorre com a carga elétrica total dele? E com a massa?

A formação de íons

Os átomos são eletricamente neutros porque possuem número de prótons (carga +) igual ao de elétrons (carga -). No entanto, átomos de um elemento químico podem perder ou ganhar elétrons. Quando isso ocorre, o íon fica com sua eletrosfera alterada em relação ao estado neutro átomo, mas seu núcleo é preservado. Por exemplo, qual é a diferença na eletrosfera de um íon de cálcio e de um átomo desse elemento?

Observe a seguir a representação da transformação de um átomo em íon cálcio:



Representação da formação de um cátion, o íon cálcio. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Para formar o íon cálcio, o átomo perdeu dois elétrons, ficando com uma carga elétrica total positiva, pois agora quantidade de prótons no núcleo é maior que a quantidade de elétrons na eletrosfera.

Chamamos de **cátions** os íons de carga elétrica positiva. Os íons de carga elétrica negativa são denominados **ânions**.

Vale destacar que, na natureza, muitas substâncias são constituídas por íons, como veremos adiante. É o caso do principal constituinte do sal de cozinha, o cloreto de sódio, que é formado pelos íons sódio e cloreto (Na^{+} e Cl^{-}).

Atividades

Não escreva no livro.

- Quando o ferro metálico enferruja, formam-se compostos contendo íons Fe^{2+} e Fe^{3+} . Considere que o número de massa desses íons é igual a 56. Quantos prótons, elétrons e nêutrons há em cada uma dessas espécies? Dado: número atômico do ferro: 26.
- Uma revista de estética enaltece o uso de argila verde como cicatrizante e na remoção de células mortas da superfície da pele. Entre os íons constituintes da argila verde são citados os de alumínio (Al^{3+}), magnésio (Mg^{2+}), cobre (Cu^{2+}), zinco (Zn^{2+}), cálcio (Ca^{2+}), potássio (K^{+}), lítio (Li^{+}) e sódio (Na^{+}). Alguns desses íons associam-se ao oxigênio, na forma de óxido, O^{2-} . São dados os números atômicos: Li: 3, O: 8, Na: 11, Mg: 12, K: 19, Ca: 20, Cu: 29.

- Explique a diferença do ponto de vista eletrônico entre a estrutura do átomo de ${}_{13}\text{Al}$ e do íon Al^{3+} .
- Faça a distribuição dos elétrons em camadas do átomo de ${}_{20}\text{Ca}$ e do íon Ca^{2+} .

- Um dos isótopos do elemento químico oxigênio disponíveis na natureza é o ${}_{17}\text{O}$. Suponha uma amostra de óxido de cálcio (composto constituinte da cal, usada na construção civil) na qual todo o íon O^{2-} presente seja desse isótopo. Quantos prótons, elétrons e nêutrons existem em um íon ${}_{8}^{17}\text{O}^{2-}$?
- Ao responder à questão de uma prova, um aluno escreveu:
“Quando um átomo de ${}_{12}\text{Mg}$ perde 2 elétrons, transforma-se em outro elemento químico de número atômico 10, representado por ${}_{10}\text{Ne}^{2+}$.
Reescreva a afirmação, corrigindo-a.

Classificar: uma necessidade das Ciências

Para que você tenha ideia do contexto em que foram propostas as primeiras classificações dos elementos químicos, vale lembrar que, quando elas surgiram, no século XIX, na Europa, já haviam sido publicadas algumas obras importantes que sistematizavam conhecimentos de algumas áreas das Ciências. Além do *Traité élémentaire de Chimie* (Tratado elementar da Química), do químico francês Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), do final do século XVIII, e do *New System of Chemical Philosophy* (Novo sistema de filosofia química), de Dalton, do início do século XIX, ainda podemos destacar:

- na Física, o *Principia Mathematica* (Princípios matemáticos), importante livro com as bases da mecânica clássica, lançadas pelo cientista inglês Isaac Newton (1642-1727) no final do século XVII;
- a publicação, no século XVIII, de diversos trabalhos do naturalista sueco Carl Lineu (1707-1778), nos quais foram estabelecidos os critérios de classificação e as bases da nomenclatura dos seres vivos, sendo os principais o *Systema Naturae* (Sistema Natural) – que dividiu a natureza em três reinos: animal, vegetal e mineral – e o *Species Plantarum* (Espécies de plantas) – que contém a classificação e os critérios de identificação de vegetais.

Por volta de 1830, pouco mais de 50 elementos químicos já haviam sido identificados, o que demandava dos pesquisadores alguma forma de organizá-los.

Várias tentativas de classificação surgiram nessa época, mas, de 1869 em diante, adotou-se, com algumas pequenas variações, a classificação proposta pelo russo Dmitri Ivanovich Mendeleev (1834-1907), a mais abrangente e, por isso, a de maior importância.

Ela foi elaborada com base em dados experimentais obtidos das substâncias simples (formadas por um só elemento químico) constituídas pelos elementos conhecidos na época. Mendeleev dispôs os elementos em ordem crescente de suas massas atômicas (que são consequência do número de prótons e nêutrons do núcleo), agrupando aqueles com propriedades semelhantes.

A classificação atual dos elementos químicos

Fique atento à tabela periódica dos elementos químicos apresentada nas próximas páginas. Ela representa a atual **classificação dos elementos químicos**. Vamos começar a conhecer como é a estrutura da **tabela periódica**, outra maneira de chamar essa classificação.

Observe os números que aparecem acima e à esquerda de cada símbolo dos elementos químicos. Eles representam seu número atômico (Z). Esses números só foram determinados em 1913, após a proposição do modelo do átomo nuclear; por isso não constavam da tabela proposta por Mendeleev, que morreu em 1907.

Na tabela periódica atual, o número 1 indica o número atômico do hidrogênio (H); o número 2 corresponde ao número atômico do hélio (He), e assim por diante. A disposição dos elementos na tabela, da esquerda para a direita, segue a ordem crescente de números atômicos.

Grupos e períodos

Agora observe os números em preto (de 1 a 18) em cada uma das linhas verticais (colunas) da tabela; esses números indicam grupos. Cada coluna da tabela periódica reúne os elementos químicos de um mesmo grupo (18 no total). Antigamente, essas colunas eram conhecidas por famílias e eram indicadas por um número e uma letra, em vermelho na tabela. As letras representam a divisão dos elementos químicos em dois grandes grupos: os **elementos representativos** – representados pela letra A (1A, 2A, 3A etc.) – e os **elementos de transição** – representados pela letra B (1B, 2B, 3B etc.).

Cada uma das linhas horizontais da tabela corresponde a um período, 7 no total.

Qual é a característica comum aos elementos químicos que pertencem a um mesmo grupo da tabela periódica? Vamos ver um exemplo. Observe a distribuição eletrônica dos elementos químicos que pertencem ao grupo 14 (carbono, silício, germânio, estanho e chumbo):

${}^6\text{C}$: 2 - 4

${}^{14}\text{Si}$: 2 - 8 - 4

${}^{32}\text{Ge}$: 2 - 8 - 18 - 4

${}^{50}\text{Sn}$: 2 - 8 - 18 - 18 - 4

${}^{82}\text{Pb}$: 2 - 8 - 18 - 32 - 18 - 4

Note que todos os elementos desse grupo têm 4 elétrons no último nível de energia ou camada eletrônica.

Ter o mesmo número de elétrons no último nível de energia é uma característica eletrônica comum aos elementos químicos de um mesmo grupo, considerando os elementos representativos. Assim, se observarmos a distribuição eletrônica dos elementos químicos do grupo 1, notaremos que todos apresentam 1 elétron na última camada eletrônica; os do grupo 2, 2 elétrons; os do grupo 13, 3 elétrons; os do grupo 15, 5 elétrons; os do grupo 16, 6 elétrons; os do grupo 17, 7 elétrons; e os do grupo 18, 8 elétrons. A única exceção é o hélio (He), presente na coluna 18 e que apresenta uma única camada com 2 elétrons.

O comportamento químico de uma substância depende do número de elétrons existentes no último nível energético de seus átomos. Por isso, **elementos de um mesmo grupo têm comportamento químico semelhante**.

Já o número de níveis eletrônicos ocupados pelos elétrons corresponde ao período no qual o elemento químico se encontra. Considerados os exemplos de elementos químicos acima, do grupo 14, podemos dizer que C está no 2º período, o Si, no 3º, e assim por diante.

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

Grupo
Família

período

número atômico

Símbolo

nome do elemento

massa atômica

metais

não metais

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	1B	3A	4A	5A	6A	7A	8A
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H hidrogênio 1,01	He hélio 4,00	Li lítio 6,94	Be berílio 9,01	B boro 10,8	C carbono 12,0	N nitrogênio 14,0	O oxigênio 16,0	F flúor 19,0	Ne neônio 20,2	Na sódio 23,0	Mg magnésio 24,3	Al alumínio 27,0	Si silício 28,1	P fósforo 31,0	S enxofre 32,1	Cl cloro 35,5	Ar argônio 39,9
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K potássio 39,1	Ca cálcio 40,1	Sc escândio 45,0	Ti titânio 47,9	V vanádio 50,9	Cr cromo 52,0	Mn manganês 54,9	Fe ferro 55,8	Co cobalto 58,9	Ni níquel 58,7	Cu cobre 63,5	Zn zinco 65,4	Ga gálio 69,7	Ge germânio 72,6	As arsênio 74,9	Se selênio 79,0	Br bromo 79,9	Kr criptônio 83,8
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb rubídio 85,5	Sr estrôncio 87,6	Y ítrio 88,9	Zr zircônio 91,2	Nb nióbio 92,9	Mo molibdênio 95,9	Tc tecnécio	Ru rutênio 101,1	Rh ródio 102,9	Pd paládio 106,4	Ag prata 107,9	Cd cádmio 112,4	In índio 114,8	Sn estanho 118,7	Sb antimônio 121,8	Te telúrio 127,6	I iodo 126,9	Xe xenônio 131,3
55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs césio 132,9	Ba bário 137,3	La-Lu	Hf hafnício 178,5	Ta tântalo 180,9	W tungstênio 183,8	Re rênio 186,2	Os ósio 190,2	Ir íridio 192,2	Pt platina 195,1	Au ouro 197,0	Hg mercúrio 200,6	Tl talho 204,4	Pb chumbo 207,2	Bi bismuto 209,0	Po polônio 212	At astato	Rn radônio
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Fr frâncio	Ra rádio	Ac-Lr	Rf ruterfórdio	Db dúbnio	Sg seabórgio	Bh bohrio	Hs hássio	Mt meitnério	Ds darmstádio	Rg roentgênio	Cn copernício	Nh nihônio	Fl fleróvio	Mc moscóvio	Lv livermório	Ts tenesso	Og oganesônio
Série dos lantanídeos																	
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71			
La lantânio 138,9	Ce cério 140,1	Pr praseodímio 140,9	Nd neodímio 144,2	Pm promécio	Sm samário 150,4	Eu europio 152,0	Gd gadolínio 157,2	Tb térbio 158,9	Dy disprósio 162,5	Ho hólio 164,9	Er érbio 167,3	Tm tulio 168,9	Yb íterbio 173,0	Lu lutécio 175,0			
Série dos actínídeos																	
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103			
Ac actínio	Th tório 232,0	Pa protactínio 231,0	U urânio 238,0	Np netúnio	Pu plutônio	Am américio	Cm cúrio	Bk berquílio	Cf califórnio	Es einsteinio	Fm fêrmio	Md mendelécio	No nobélio	Lr laurêncio			

Fonte: IUPAC. Versão da Tabela Periódica dos Elementos publicada em 1º dez. 2018. Disponível em: <https://iupac.org/wp-content/uploads/2018/12/IUPAC_Periodic_Table-01Dec18.pdf>. Acesso em: 21 maio 2020.

Nota: De acordo com a União Internacional da Química Pura e Aplicada (cuja sigla em inglês é IUPAC), não são expressos os valores de massa atômica para elementos cujos isótopos não são encontrados em amostras naturais terrestres. Na fonte original, são indicados intervalos de massa atômica para os elementos H, Li, Mg, B, C, N, O, Si, S, Cl, Br e Tl. Os elementos químicos de número atômico 113, 115, 117 e 118 foram reconhecidos pela IUPAC no final de 2015 e assim foram traduzidos para o português em 2018: nihônio, Nh, moscóvio, Mc, tennesso, Ts, oganesônio, Og.

Os gases nobres e a teoria eletrônica das ligações

Até a década de 1960, os cientistas não conheciam nenhum composto formado por gases nobres – hélio (He), neônio (Ne), argônio (Ar), xenônio (Xe), radônio (Rn) –, elementos químicos que têm o último nível de energia completo (8 elétrons e 2 no caso do He). Por isso, eles eram chamados de inertes, isto é, não se ligavam quimicamente a outros átomos. Na natureza, os gases nobres são encontrados como átomos isolados. Assim, podia-se concluir que tinham grande estabilidade.

Por isso, as primeiras teorias relevantes que buscavam explicar as ligações químicas tomaram como referência os gases nobres, sendo chamadas de **teoria do octeto**. Embora muito úteis até os dias de hoje, não explicam todas as possibilidades de ligação entre os átomos dos vários elementos químicos.

Duas dessas teorias, que veremos mais adiante, foram levadas a público, em 1916, de forma independente: uma era a do cientista alemão Walther Kossel (1888-1956), que tratava da ligação iônica, e a outra, do estadunidense Gilbert Newton Lewis (1875-1946), cujo enfoque era a ligação covalente, complementada em 1919 por Irving Langmuir (1881-1957).

Substâncias iônicas e ligação iônica

Para que uma corrente elétrica flua por um material, é necessária a existência de partículas com carga elétrica e que elas possam se mover. Ora, o cloreto de sódio (NaCl) no estado líquido (quando fundido a altas temperaturas) é bom condutor elétrico por causa da mobilidade de seus íons. No estado sólido, porém, o cloreto de sódio é mau condutor de eletricidade porque os íons não estão livres para se movimentar.

O modelo proposto por Kossel para explicar a ligação iônica no cloreto de sódio é coerente com a condutibilidade elétrica dessa substância no estado líquido. Veja por quê.

Sejam as configurações eletrônicas:

- $_{11}\text{Na}: 2 - 8 - 1$
- $_{17}\text{Cl}: 2 - 8 - 7$

Para que o sódio (Na) atinja a configuração eletrônica de um gás nobre, ou seja, tenha 8 elétrons na última camada, é necessário que perca seu último elétron; com isso, sua configuração fica idêntica à do neônio ($_{10}\text{Ne}$), o gás nobre mais próximo dele na tabela periódica. Para que o mesmo aconteça com o cloro (Cl), é preciso que ele aumente em um seu número de elétrons, isto é, que ganhe um elétron e fique com a configuração do argônio ($_{18}\text{Ar}$). Quando isso acontece, formam-se íons, pois o número de elétrons desses elementos químicos fica diferente do número de prótons. Observe.

Na	Na ⁺	Cl	Cl ⁻
(átomo)	(cátion)	(átomo)	(ânion)
11 p ⁺	11 p ⁺	17 p ⁺	17 p ⁺
11 e ⁻	10 e ⁻	17 e ⁻	18 e ⁻
$n_{p^+} = n_{e^-}$	$n_{p^+} > n_{e^-}$	$n_{p^+} = n_{e^-}$	$n_{p^+} < n_{e^-}$

A **ligação iônica** é um tipo de ligação química que se dá por meio da atração entre íons de cargas opostas. Os íons se formam graças à transferência de elétrons de um átomo para outro; nesse caso, do sódio para o cloro. Em geral, há um átomo que tende a ceder elétrons (metal), constituindo o cátion, e outro que tende a recebê-los (não metal), constituindo o ânion.

Podemos indicar o processo que origina a ligação iônica usando a notação de Lewis. De acordo com ela, representamos por pontos os elétrons do nível mais externo de um átomo, chamado de **camada de valência**:



Fórmula eletrônica ou **fórmula de Lewis** para o cloreto de sódio. Ele também pode ser representado pela sua fórmula iônica: $\text{Na}^+ \text{Cl}^-$.

Como se dá a ligação química entre os elementos químicos magnésio ($_{12}\text{Mg}$) e cloro ($_{17}\text{Cl}$)?

Veja algumas informações:

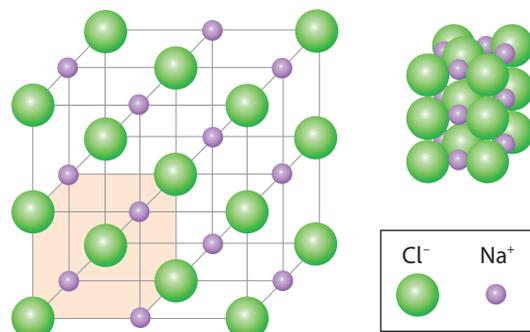
- $_{12}\text{Mg}: 2 - 8 - 2 \rightarrow$ grupo 2 \rightarrow precisa perder 2 e⁻ para completar o octeto, ou seja, ter oito elétrons na última camada.
- $_{17}\text{Cl}: 2 - 8 - 7 \rightarrow$ grupo 7 \rightarrow precisa receber 1 e⁻ para completar o octeto.

São necessários 2 átomos de Cl para 1 de Mg. Ou seja, a fórmula do cloreto de magnésio é MgCl_2 . Essa fórmula indica a proporção de 1 átomo de Mg para 2 de Cl. Ou melhor: essa proporção é de 1 cátion de carga +2, Mg^{2+} , para 2 ânions de carga -1, Cl^- . Assim, cada conjunto de 3 íons terá carga elétrica total igual a zero.

Retomando, por que o cloreto de sódio não é um bom condutor elétrico no estado sólido?

Porque seus íons constituem um retículo cristalino em que os íons são mantidos por forças de natureza elétrica, de atração e repulsão.

REPRESENTAÇÃO DO RETÍCULO CRISTALINO DO NaCl



Dois modelos do retículo cristalino do NaCl. À esquerda, os íons foram representados mais afastados do que à direita, apenas para facilitar a visualização da estrutura cúbica. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: CHANG, R. *Chemistry*. 12. ed. Highstown: McGraw-Hill, 2016.

Substâncias moleculares e ligação covalente ou molecular

Assim como Kossel explicou a ligação iônica com base na teoria do octeto, Lewis o fez em relação à ligação covalente.

Ligação covalente ou **molecular** é a que se dá por compartilhamento de par de elétrons; os elétrons da ligação passam a pertencer aos dois átomos ligados. Chamamos **molécula** ao conjunto formado pelos átomos unidos por ligações covalentes.

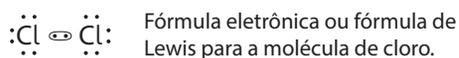
Como se dá essa ligação? Veja os exemplos a seguir.

• Cloro

O gás cloro é uma substância formada exclusivamente pelo elemento químico cloro. Diz-se por isso que é uma **substância simples**.

Distribuição eletrônica do elemento químico cloro				
Elemento químico	Distribuição eletrônica			Para atingir o octeto
	K	L	M	
$_{17}\text{Cl}$	2	8	7	falta 1 elétron

Na ligação entre dois átomos de cloro, Cl, ambos precisam de um elétron para se estabilizar. Nesse caso, forma-se um par eletrônico para o qual cada um dos átomos de cloro fornece um elétron, que passa a ser compartilhado pelos dois átomos.



Esse tipo de ligação é chamado de **covalente**. Ela é formada pelo compartilhamento de par(es) de elétrons.

Após a ligação, o par de elétrons (destacado na fórmula eletrônica anterior) passa a pertencer aos dois átomos que, então, passam a ter 8 elétrons cada um, no último nível de energia. O conjunto formado constitui a molécula de cloro e é eletricamente neutro, isto é, não há predomínio de cargas positivas ou negativas. No caso, não há íons.

Além da fórmula de Lewis, usamos a **fórmula estrutural**, em que cada par eletrônico comum é representado por um traço (—), e a **fórmula molecular**, na qual o símbolo é acompanhado do número de átomos que participam da molécula – no caso, 2; por isso, Cl_2 .

Representações da molécula de cloro		
$:\ddot{\text{Cl}} : \ddot{\text{Cl}} :$	$\text{Cl} - \text{Cl}$	Cl_2
Fórmula eletrônica ou de Lewis	Fórmula estrutural	Fórmula molecular

• Metano

A substância metano é formada por átomos de dois elementos químicos: carbono e hidrogênio. Trata-se, portanto, de uma **substância composta**, no caso, binária (dois elementos).

Distribuição eletrônica dos elementos químicos do metano			
Elemento químico	Distribuição eletrônica		Para atingir o octeto
	K	L	
$_{6}\text{C}$	2	4	faltam 4 elétrons
$_{1}\text{H}$	1		falta 1 elétron

Cada ligação covalente representa mais um elétron para cada átomo que nela está envolvido. Desse modo, para cada átomo de carbono são necessários 4 átomos de hidrogênio. O conjunto formado é a molécula de metano, representada por CH_4 .

Representações da molécula de metano		
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} : \text{C} : \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	CH_4
Fórmula eletrônica ou fórmula de Lewis	Fórmula estrutural	Fórmula molecular

Atividades

Não escreva no livro.

- O ferro sólido é uma substância neutra. No entanto, ele tem condutibilidade elevada, semelhante ao cloreto de sódio líquido. Proponha uma explicação que justifique o ferro ser um bom condutor de eletricidade.
- Utilizando a notação de Lewis, represente a transferência de elétrons que dá origem aos compostos abaixo mencionados:
 - Cloreto de potássio, formado por $_{19}\text{K}$ e $_{17}\text{Cl}$; é usado tanto na preparação de fertilizantes para a agricultura como no sal *diet*, útil na dieta de pessoas hipertensas.

- Óxido de cálcio, constituído de $_{20}\text{Ca}$ e $_{8}\text{O}$, usado na construção civil, no preparo da argamassa.
- Quando o hidrogênio, H, recebe um elétron e se transforma em ânion, podemos dizer que esse elemento químico passa a ser hélio? Por quê?
 - Dê a fórmula de Lewis dos compostos binários formados pelos elementos:
 - $_{3}\text{Li}$ e $_{8}\text{O}$
 - $_{13}\text{Al}$ e $_{9}\text{F}$
 - $_{13}\text{Al}$ e $_{8}\text{O}$

Fique por dentro

Filmes

Sangue negro. Direção: Paul Thomas Anderson.
EUA, 2008 (158 min).

Filme que conta a história de um homem simples que, no final do século XIX, na Califórnia (EUA), descobre um poço de petróleo. Esse acontecimento lhe traz benefícios, mas também vários problemas.

A guerra do fogo (*La guerre du feu*). Direção: Jean-Jacques Annaud.
França/Canadá, 1981 (125 min).

Esse filme franco-canadense conta a história de uma batalha entre duas tribos da Pré-História em torno da posse e da produção do fogo, tecnologia de grande importância na evolução humana.

ATIVIDADES FINAIS

Não escreva no livro.

Para a resolução das atividades, se necessário, consulte a tabela periódica com os nomes, símbolos e números atômicos dos elementos químicos, presente neste capítulo.

- 1 (Uespi) Os radioisótopos são hoje largamente utilizados na medicina para diagnóstico, estudo e tratamento de doenças. Por exemplo, o cobalto 60 é usado para destruir e impedir o crescimento de células cancerosas. Os números de prótons, de nêutrons e de elétrons no nuclídeo ${}^{60}_{27}\text{Co}^{3+}$ são, respectivamente:
- a) 33, 27 e 24 d) 27, 33 e 27
b) 27, 60 e 24 e) 27, 33 e 24
c) 60, 33 e 27

- 2 (Enem) O acúmulo de plásticos na natureza pode levar a impactos ambientais negativos, tanto em ambientes terrestres quanto aquáticos. Uma das formas de minimizar esse problema é a reciclagem, para a qual é necessária a separação dos diferentes tipos de plásticos.

Em um processo de separação foi proposto o seguinte procedimento:

- I. Coloque a mistura de plásticos picados em um tanque e acrescente água até a metade da sua capacidade.
- II. Mantenha essa mistura em repouso por cerca de 10 minutos.
- III. Retire os pedaços que flutuaram e transfira-os para outro tanque com uma solução de álcool.
- IV. Coloque os pedaços sedimentados em outro tanque com solução de sal e agite bem.

Qual propriedade da matéria possibilita a utilização do procedimento descrito?

- a) Massa d) Porosidade
b) Volume e) Maleabilidade
c) Densidade

- 3 Leia o texto a seguir e, depois, responda às questões.

Catadores de materiais recicláveis

Os catadores de matérias reutilizáveis e recicláveis desempenham papel fundamental na implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), com destaque para a gestão integrada dos resíduos sólidos. De modo geral, atuam nas atividades da coleta seletiva, triagem, classificação, processamento e comercialização dos resíduos reutilizáveis e recicláveis, contribuindo de forma significativa para a cadeia produtiva da reciclagem.

Sua atuação, em muitos casos realizada sob condições precárias de trabalho, se dá individualmente, de forma autônoma e dispersa nas ruas e em lixões, como também, coletivamente, por meio da organização produtiva em cooperativas e associações.

A atuação dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis [...] contribui para o aumento da vida útil dos aterros sanitários e para a diminuição da demanda por recursos naturais [...].

[...]

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

- a) O trabalho realizado pelos catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis envolve uma técnica de separação de misturas conhecida como catação. Esse método consiste na separação manual dos componentes de uma mistura que, na situação descrita pelo texto, pode ser a separação de materiais que são constituídos por vidro, metal, papel e plástico, por exemplo. Dê outros exemplos em que a catação pode ser empregada no cotidiano.

- b) De acordo com o texto, a atuação desses trabalhadores contribui para aumentar a vida útil dos aterros sanitários e para diminuir a demanda de recursos naturais. Explique por quê.
- c) A atuação dos catadores de materiais recicláveis coloca, muitas vezes, a saúde desses trabalhadores em risco devido ao contato com materiais cortantes e à exposição a agentes biológicos. Em grupos de três ou quatro alunos, discutam possíveis ações para minimizar esse risco. Sob a orientação do professor, elejam um dos integrantes do grupo para apresentar as ideias aos demais colegas.
- d) Além dos riscos à saúde que os catadores de materiais recicláveis correm, eles enfrentam outras dificuldades no exercício de sua profissão, como preconceitos, agressões, a falta de reconhecimento profissional e a invisibilidade perante a sociedade. Em grupos de três ou quatro alunos, pesquisem em livros e sites as condições de vida desses trabalhadores. Reúnam-se com seus colegas de grupo e discutam atitudes que poderiam ser tomadas para melhorar a qualidade de vida dos catadores. Elejam um dos integrantes para apresentar as propostas do grupo.

- 4 Os radiofármacos são preparações farmacêuticas radioativas muito utilizadas para auxílio em diagnósticos ou em terapias. Leia os fragmentos de textos a seguir e responda ao que se pede.

Enquanto houver fornecimento do radioisótopo Mo-99, IPEN manterá produção de radiofármacos

O IPEN/CNEN-SP reafirma seu compromisso social e está reunindo esforços para a manutenção rotineira da produção de radiofármacos, usados em procedimentos de medicina nuclear, durante a pandemia mundial do COVID-19. [...]

Institucional – Notícias, 21 mar. 2020. IPEN. Disponível em: <https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=38&campo=13952>. Acesso em: 15 abr. 2020.

IPEN-CNEN/SP contesta afirmação do site PetroNotícias sobre desabastecimento de radiofármacos

[...]

Ao contrário do que foi veiculado pelo site PetroNotícias, o IPEN-CNEN/SP não vai parar a produção dos Geradores de Mo-99/Tc-99m, utilizados na medicina nuclear com finalidades diagnósticas, enquanto for possível o transporte dos radioisótopos que vêm da Rússia, da África do Sul e da Holanda. A notícia de que o Instituto interromperá o fornecimento é improcedente e foi contestada pela direção. O IPEN emitiu comunicado informando o cancelamento apenas de produções pontuais de radiofármacos à base de Iodo-131. [...]

Institucional – Notícias, 2 abr. 2020. IPEN. Disponível em: <https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=38&campo=13977>. Acesso em: 15 abr. 2020.

- a) Os textos mencionam uma importante aplicação para os isótopos de molibdênio e de tecnécio. Identifique-a e transcreva-a em seu caderno.
- b) A dúvida na capacidade de produção a tempo de Mo-99 e Tc-99m pelo IPEN-SP tem explicação. Qual é?
- c) Pesquise em livros e sites o significado de **medicina nuclear**, expressão utilizada no texto. Em seguida, produza um texto que explique seu significado.
- d) O IPEN não garante a produção de um dos radiofármacos. Qual?
- e) Represente o átomo de molibdênio com seu símbolo, número atômico e número de massa e indique a quantidade de elétrons, prótons e nêutrons. Considere para isso que o número de massa do átomo é 99. Faça o mesmo para o outro elemento mencionado no item b.

- 5 Em um jogo adaptado de batalha-naval utilizando a tabela periódica como tabuleiro, os alunos tentavam descobrir em que posição se encontravam os objetos de seu colega que foram dispostos na tabela periódica, como pode ser observado na imagem a seguir. Para isso, cada aluno informava uma coordenada, por exemplo, G1 P1 – onde G1 indica o grupo 1 e P1, o 1º período da tabela periódica. Caso o aluno acertasse a posição do objeto, poderia informar novas coordenadas até acertar completamente a posição de todos os objetos.



Adaptação do jogo batalha-naval utilizando a tabela periódica.

Consulte a tabela periódica para responder aos itens a seguir e considere que os objetos não poderiam ocupar a região correspondente aos metais de transição interna – séries dos lanfânídeos e dos actínídeos.

- Um dos alunos acertou a posição do objeto de seu colega com as coordenadas: G13 P3 e G13 P4. Quantos elementos químicos foram indicados pelo aluno? Quais foram?
- Se um dos alunos tivesse colocado um objeto nos espaços correspondentes aos elementos químicos molibdênio, tecnécio e rutênio, quais coordenadas teriam de ser ditas para descobrir a localização desse objeto?
- O professor colocou na tabela periódica um objeto que ocupava um quadrado e deu as seguintes dicas para que os alunos o descobrissem:
 - é um elemento químico representativo;
 - a última camada eletrônica do elemento apresenta 6 elétrons;
 - o elemento apresenta elétrons nas camadas eletrônicas K, L, M e N.

De acordo com essas informações, em que parte da tabela periódica se localizava o objeto colocado pelo professor?

Próximos passos

Neste capítulo, você teve a oportunidade de estudar uma série de conceitos importantes para as Ciências da Natureza, incluindo conhecimentos sobre combustíveis e sua relação com a energia. No próximo capítulo, você estudará algo intimamente ligado aos combustíveis: a energia e o movimento. Antes de iniciá-lo, é interessante que você retome as perguntas da seção “Para começo de conversa” e verifique se suas respostas seriam diferentes. Você acha que as respostas que haviam sido dadas precisam ser revistas ou complementadas?

Entre os conceitos que estudou no capítulo, anote os que considerou mais relevantes para sua aprendizagem sobre o assunto, explicando o que você entendeu de cada um deles.

Energia e movimento

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

Para começo de conversa

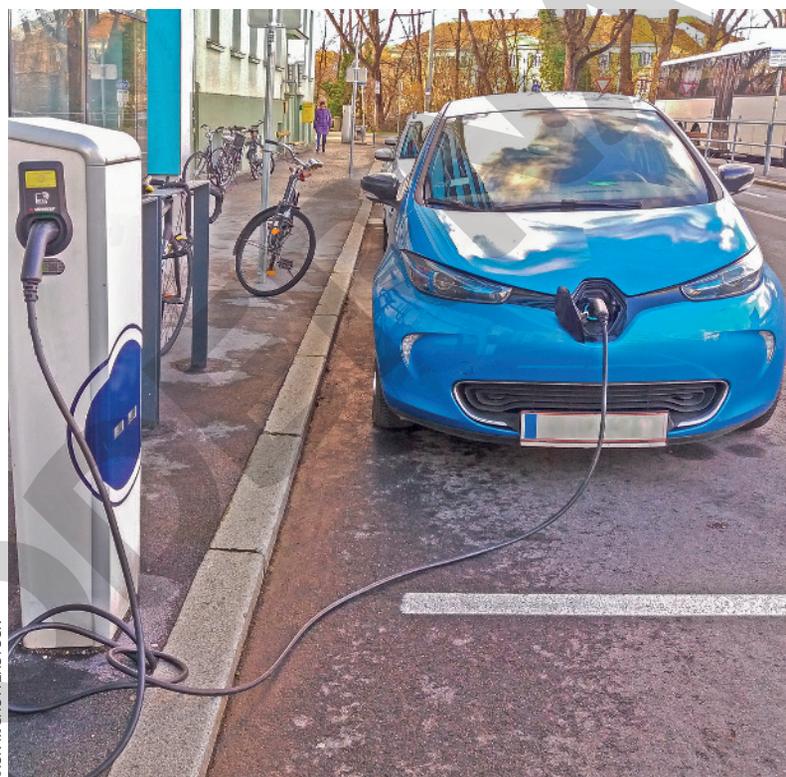
Quais são os tipos de energia que você conhece? Como e onde você reconhece a presença de algum tipo de energia sendo transformada?

Ao imaginarmos um corpo em movimento é quase certo que associemos a ele alguma forma de transformação de energia. Nesse sentido, o caso mais imediato é, talvez, o de um automóvel acelerando.



CASSIOHABIB/SHUTTERSTOCK

ARON M/SHUTTERSTOCK



Motores de automóveis podem ser abastecidos com diferentes combustíveis. À esquerda, um automóvel é abastecido com combustível fóssil (Estados Unidos, 2017). À direita, um automóvel elétrico carrega sua bateria interna (Áustria, 2019).

Qualquer que seja o combustível utilizado, ocorrerá uma transformação de energia no motor do automóvel, parte do veículo que é responsável pelo movimento.

Dependendo do tipo de combustível – etanol, gasolina, eletricidade, gás etc. – que chega ao motor, é a utilização desse combustível que permite o processo de giro das rodas e, conseqüentemente, é responsável pela velocidade e aceleração desenvolvidas pelo automóvel. A energia associada ao movimento desse automóvel, relacionada diretamente à velocidade que se desenvolve, é a **energia cinética**.

Quando um automóvel acelera e aumenta sua velocidade é certo que sua energia cinética também aumenta, o motor é mais exigido e, em conseqüência, aumenta também o fluxo da transformação de energia.

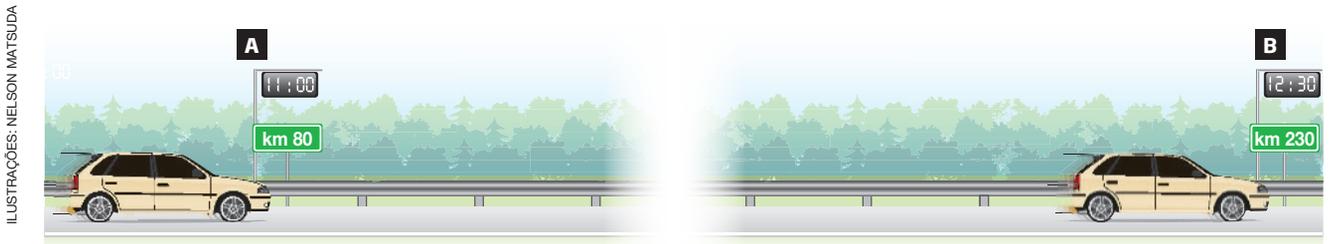
Como é medida a velocidade de um automóvel? E sua aceleração?

Você sabe qual é a unidade de medida de energia?

Neste capítulo você estudará alguns dos mais importantes conceitos associados à observação do movimento dos corpos. Vamos começar?

Velocidade média, velocidade instantânea e aceleração

Eram 11 h da manhã quando você passou pelo quilômetro 80 (km 80) da estrada e 12 h 30 min quando parou para almoçar no restaurante do quilômetro 230 (km 230).



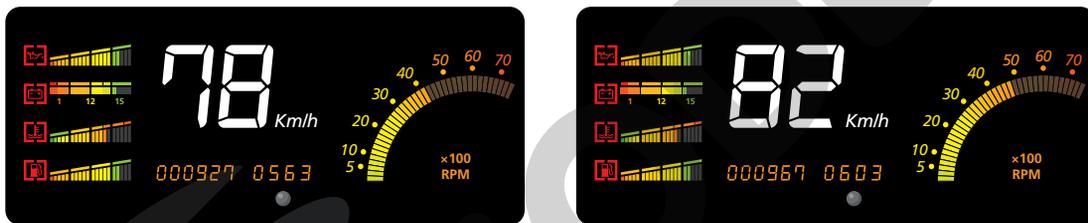
Entre 11 h e 12 h 30 min o automóvel percorreu 150 km, correspondentes à diferença entre os marcos quilométricos 230 km e 80 km. Esse deslocamento foi realizado em 1 hora e meia (12 h 30 – 11 h).

A velocidade média do automóvel, nesse trecho do percurso, foi igual a 100 km/h.

$$v_{\text{média}} = \frac{150 \text{ km}}{1,5 \text{ h}} = 100 \text{ km/h}$$

Velocidade média (v_m) de um corpo em determinado percurso é a razão entre a distância percorrida pelo corpo e o intervalo de tempo decorrido.

Quando o motorista, muito rapidamente, observa o mostrador de velocidade do automóvel, ele vê um valor que é bem próximo da **velocidade instantânea** do automóvel. Depois de alguns segundos, quando olhar novamente para o mostrador, é provável que o valor da velocidade não seja mais o anterior; o automóvel pode ter acelerado.



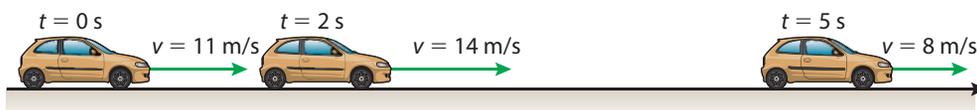
Um valor aproximado da velocidade instantânea que está sendo desenvolvida aparece registrado a cada instante no painel do automóvel.

Embora a unidade de medida de velocidade mais utilizada seja o quilômetro por hora (km/h) é comum também comparar velocidades escritas em outras unidades, como em metro por segundo (m/s).

Conversão entre m/s e km/h

$$1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{1}{1.000} \frac{\text{km}}{\frac{1}{3.600} \text{ h}} = \frac{1}{1.000} \cdot \frac{3.600}{1} = 3,6 \text{ km/h}$$

Se a velocidade instantânea aumenta ou diminui, é sinal de que o automóvel está acelerando. Aceleração é uma medida da variação da velocidade instantânea do corpo, no caso o automóvel, por unidade de tempo. Observe na imagem seguinte a representação do movimento de um automóvel acelerando:



De 0 s a 2 s a velocidade do automóvel variou em 3 m/s, ou seja, foi de 11 m/s para 14 m/s.

Sua aceleração média (a_m) nesse intervalo é assim calculada:

Varição da velocidade: 3 m/s

Intervalo de tempo: 2 s

$$a_m = \frac{3 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

Esse valor de aceleração significa que a velocidade do automóvel está aumentando em 1,5 m/s a cada segundo. No outro intervalo de tempo, entre 2 s e 5 s, a velocidade diminuiu, ou seja, variou de 14 m/s para 8 m/s. Sua aceleração média (a), nesse caso, foi negativa.

Varição da velocidade: -6 m/s

Intervalo de tempo: 3 s

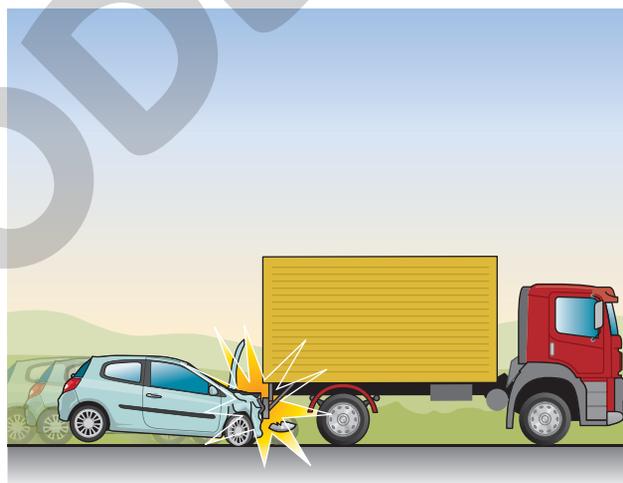
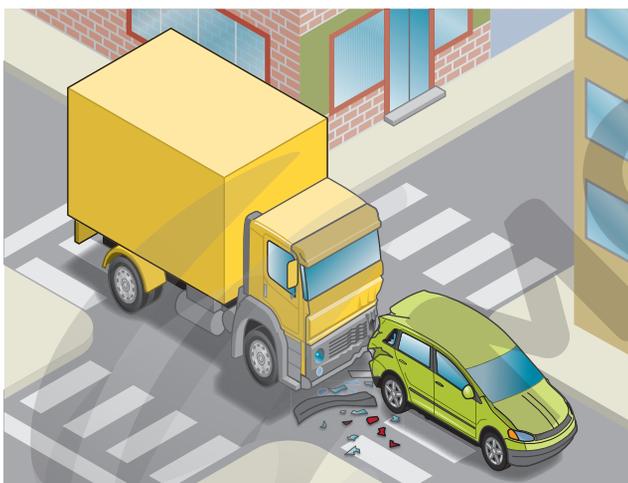
$$a_m = \frac{-6 \text{ m/s}}{3 \text{ s}} = -2,0 \text{ m/s}^2$$

A **aceleração média** (a_m) de um corpo em movimento retilíneo é a razão entre a variação de sua velocidade e o intervalo de tempo em que ocorreu essa variação.

Energia cinética e trabalho

É comum a ideia de que é necessária maior quantidade de energia para movimentar um caminhão inicialmente parado do que para movimentar um pequeno automóvel nas mesmas condições.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Em casos de acidente entre dois veículos, o de menor massa costuma sofrer maiores danos.

No caso de uma colisão, estão presentes dois principais conceitos associados ao corpo em movimento: sua massa e sua velocidade. Uma relação matemática entre esses dois conceitos define a **energia cinética** do corpo em movimento.

A quantidade de energia associada ao movimento de um corpo é sua energia cinética (E_c), ou seja, é a metade do produto entre sua massa (m) vezes o quadrado de sua velocidade (v).

Caixa de ferramentas

A unidade de energia resultante do produto da massa, em quilograma (kg), pelo quadrado da velocidade, em m/s, isto é, $\text{kg} \cdot (\text{m/s})^2$, recebe o nome de joule (J).

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Um automóvel com massa 1.200 kg em velocidade de 20 m/s, correspondente a 72 km/h, possui a seguinte quantidade de energia cinética:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{1.200 \cdot 20^2}{2} = 240.000 \text{ kg (m/s)}^2 = 240.000 \text{ J}$$

Para o caso de um caminhão de tamanho médio, com a mesma velocidade do automóvel, com massa de 6 toneladas, a energia cinética a ele associada é:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{6.000 \cdot 20^2}{2} = 1.200.000 \text{ kg (m/s)}^2 = 1.200.000 \text{ J}$$

Em um eventual acidente frontal entre um automóvel e um caminhão com as características descritas, os valores das energias cinéticas servem para anunciar qual dos dois veículos sofrerá maior deformação.

Quando um corpo em movimento variar sua velocidade, conseqüentemente estará aumentando ou diminuindo sua energia cinética. Essa variação da energia cinética entre dois momentos do movimento de um corpo recebe o nome de **trabalho**. Tratando-se de um automóvel, dois fatores são responsáveis pela realização do trabalho:

- Aumentando sua velocidade em uma estrada plana, o automóvel estará gastando mais combustível. Nesse caso, o trabalho estará sendo realizado pela força imposta pelo motor ao automóvel.
- Diminuindo sua velocidade em uma estrada plana, o automóvel estará freando. Nesse caso, o trabalho estará sendo realizado pela força que o atrito nos freios impõe ao movimento ou, simplesmente, o atrito dos pneus com o solo.

Na maioria dos casos, quanto maior for o trabalho, maior será a variação na velocidade do corpo e em sua energia cinética.

Em relação ao movimento, representado na imagem seguinte, considere que o automóvel estava inicialmente parado, isto é, sua velocidade inicial $v_0 = 0$, e considere também que o motor conseguiu gerar 200.000 J de energia.



O automóvel aumenta sua velocidade ao ganhar energia cinética.

Desconsiderando eventuais atritos com o ar e dos pneus com o solo, o automóvel, dispondo dessa energia, atingirá um valor de velocidade $v \neq 0$. Vamos calcular essa velocidade assumindo que a massa do automóvel é de 1 tonelada.

$$E_{c(\text{inicial})} = 0$$

$$E_{c(\text{final})} = 200.000 \text{ J}$$

Trabalho do motor = Variação de $E_c = 200.000 \text{ J}$

$$E_{c(\text{inicial})} = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{1.000 \cdot v^2}{2} = 200.000 \Rightarrow v^2 = 400 \Rightarrow v = 20 \text{ m/s}$$

Assim, o automóvel atingirá a velocidade de 20 m/s, ou 72 km/h.

Note na imagem que foram decorridos 8 segundos para que o automóvel, partindo de $v = 0$, atingisse $v = 20 \text{ m/s}$. Qual foi a aceleração média do automóvel nesse intervalo? Vamos calcular:

$$v_{\text{inicial}} = 0$$

$$v_{\text{final}} = 20 \text{ m/s}$$

$$\text{variação da velocidade} = 20 \text{ m/s}$$

$$a_m = \frac{20 \text{ m/s}}{8 \text{ s}} = 2,5 \text{ m/s}^2$$

Testes automobilísticos

Para avaliar as características dos automóveis e compará-las, com o objetivo de informar o consumidor, algumas revistas especializadas em automobilismo promovem testes em que registram, entre outros, alguns dados sobre aceleração e frenagem dos veículos. Observe a tabela a seguir, baseada nos testes de uma dessas revistas, com dados comparativos de três modelos de automóveis de diferentes fabricantes. Nesse teste, o piloto acelera o carro com o objetivo de conseguir o melhor desempenho, percorrendo a distância de 1.000 m no menor tempo possível.

	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
0-100 km/h	12,3 s	12,2 s	12,7 s
0-1.000 m	34,5 s 145,3 km/h	34,2 s 148,2 km/h	34,4 s 147,6 km/h

Na primeira linha da tabela, registra-se o tempo que cada modelo leva para ir de 0 a 100 km/h; na segunda linha, indicam-se o tempo total despendido no percurso de 1.000 m e a velocidade final instantânea atingida.

Outros tipos de testes automobilísticos mostram que as distâncias de frenagem dos automóveis dependem do tipo de superfície e do modelo testado. Afinal, modelos diferentes têm massas diferentes, além de não apresentarem a mesma aerodinâmica, importante quando se considera a resistência do ar. Assim, por essas e por outras condições, um teste comparativo de frenagem de automóveis precisa ser bem completo.

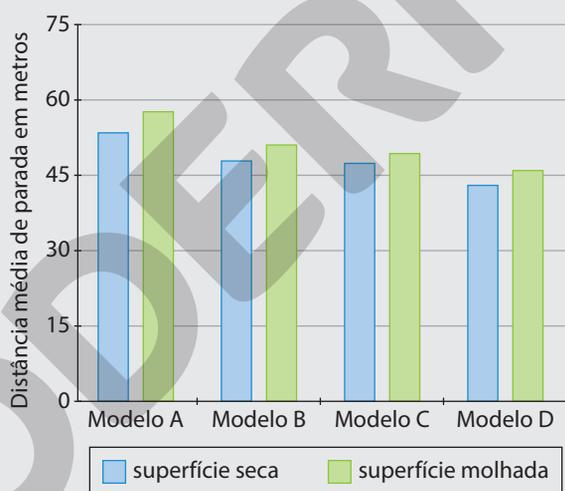
Um desses testes foi realizado por um fabricante com quatro modelos distintos, e os resultados médios obtidos estão registrados no gráfico ao lado.

- Determine o valor da:
 - aceleração média do modelo 1 até atingir 100 km/h;
 - velocidade média do modelo 2 ao percorrer 1.000 m;
 - aceleração média do modelo 3 para percorrer 1.000 m.



Campo de Provas de Tatuí. Rodovia Antônio Romano Schincariol (SP-127) Km 124,5, em Tatuí (SP), 2019.

COMPARAÇÃO DAS DISTÂNCIAS DE PARADA



Dados obtidos em: <https://one.nhtsa.gov/cars/problems/studies/brakes/Phase2/Report.html#TASK_3>. Acesso em: 30 mar. 2020.

- Alguns dos modelos indicados no gráfico, A, B, C ou D, apresentou maior eficiência na frenagem em superfície molhada do que em superfície seca?
- Qual dos modelos indicados no gráfico, A, B, C ou D, apresentou a melhor performance na frenagem em superfície seca?

Atividade

- Uma bola de futebol em repouso é chutada e passa a se mover com velocidade de módulo 100 km/h. Simultaneamente, uma bola de tênis é rebatida, adquirindo a mesma velocidade da bola de futebol.

- Qual das duas bolas precisará perder mais energia para parar?
- Se você tivesse de apanhar uma delas, qual seria a opção mais segura? Por quê?
- Qual é o trabalho da força?

Acelerou, a velocidade variou

Enquanto acelera, aumentando ou diminuindo sua velocidade, um automóvel percorre certa distância. Nessa condição, velocidade (v), aceleração (a), intervalo de tempo (t) e distância percorrida (d) são grandezas que se interdependem, isto é, a variação de uma delas implica a variação das demais. Para analisar essa dependência, vamos considerar que apenas a aceleração será mantida constante, isto é, que o movimento será aquele conhecido por **Movimento Uniformemente Variado** (MUV).

A imagem representa um corpo que acelera à razão de $3,2 \text{ m/s}^2$, durante $2,5 \text{ s}$, aumentando sua velocidade inicial $v_0 = 10 \text{ m/s}$, ou 36 km/h , para um valor v_f ainda desconhecido. Primeiro, vamos calcular v_f :



A aceleração de $3,2 \text{ m/s}^2$ significa aumento, a partir da velocidade inicial, de $3,2 \text{ m/s}$ a cada segundo. Em $2,5 \text{ s}$, o aumento será de $3,2 \cdot 2,5 = 8,0 \text{ m/s}$. Se inicialmente o automóvel desenvolvia 10 m/s , ao final desse intervalo de tempo, estará desenvolvendo: $v_f = 10 + 8 = 18 \text{ m/s}$.



Uma maneira de calcular a distância percorrida pelo automóvel nesse intervalo, assumindo aceleração constante, consiste em determinar a média aritmética entre as velocidades inicial e final (m_v), assim:

$$m_v = \frac{10 + 18}{2} = 14 \text{ m/s}$$

Calculada a média de velocidades, o próximo passo consiste em supor que o movimento tenha ocorrido com essa velocidade durante todos os $2,5 \text{ s}$. Nesse caso, se em 1 segundo percorre-se 14 m , em $2,5 \text{ s}$, a distância d percorrida é:

$$d = 14 \text{ m/s} \cdot 2,5 \text{ s} = 35,0 \text{ m}$$

Vamos reproduzir esse raciocínio agora com as variáveis:

v_0 (velocidade inicial)

v (velocidade final)

a (aceleração)

t (intervalo de tempo)

Média de velocidades:

$$m_v = \frac{v_0 + v}{2} = \frac{v + v_0 + at}{2} = v_0 + \frac{at}{2}$$

Distância percorrida: $d = m_v \cdot t = \left(v_0 + \frac{at}{2}\right) \cdot t$

$$d = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$$

Então, quando forem conhecidos os valores de velocidade inicial e aceleração de um corpo em movimento durante certo intervalo de tempo, desde que o movimento ocorra em apenas um sentido, para calcular a distância percorrida poderemos reproduzir o raciocínio que envolveu o cálculo da média de velocidades ou, por opção, aplicar a fórmula desenvolvida.

Quando um automóvel desacelera, de 30 m/s até parar completamente em 6 segundos, qual distância ele percorre nesse intervalo de tempo? Vamos calcular, considerando:

$$v_0 = 30 \text{ m/s};$$

$$v_f = 0;$$

$$t = 6 \text{ s}$$

Pela média de velocidades:

$$m_v = \frac{30 + 0}{2} = 15 \text{ m/s}$$

Considerando que o movimento tenha sido realizado, durante todos os 6 segundos com o valor obtido para a média aritmética das velocidades, o corpo percorreria 15 metros a cada segundo, portanto, $15 \cdot 6 = 90$ metros em 6 segundos.

Aplicando a fórmula, precisamos determinar o valor da aceleração, que será negativo, nesse caso, visto que o automóvel está freando.

Queremos encontrar a variação da velocidade por segundo, sabendo que ocorreu diminuição de 30 m/s para 0 em 6 segundos. Assim, a aceleração (a) será de $(-30) \div 6 = -5 \text{ m/s}^2$.

Agora, a aplicação da fórmula:

$$d = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$$

$$d = 30 \cdot 6 + \frac{(-5) \cdot 6^2}{2} = 180 - 90 = 90 \text{ m}$$

De qualquer forma, a distância percorrida pelo automóvel será de 90 m.

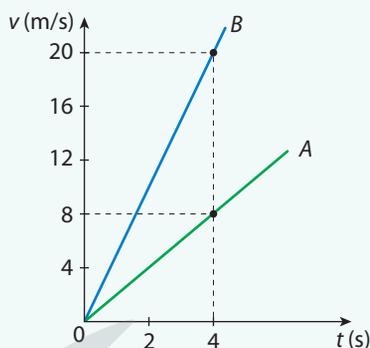
Caixa de ferramentas

Sendo a velocidade em m/s, a aceleração em m/s^2 e o tempo em segundos, a distância é obtida em metros.

Atividade

Não escreva no livro.

- 1 As velocidades de dois automóveis A e B foram registradas no gráfico abaixo. Note que, apesar de as velocidades iniciais de ambos serem nulas, um deles acelera mais do que o outro.



- Sem efetuar cálculos, responda: Qual dos dois automóveis, A ou B, tem maior valor de aceleração?
- Calcule a aceleração de cada automóvel em m/s^2 .
- Qual é a média das velocidades do automóvel A durante os 4 segundos de movimento retratados no gráfico?
- Qual foi a distância percorrida pelo automóvel A durante os 4 segundos de movimento?
- Quantos metros o automóvel B percorreu no intervalo entre 0 e 4 segundos?
- Mantendo constante os valores de aceleração, qual será a distância entre os dois automóveis aos 6 segundos de movimento?

Queda livre: gravidade agindo

Você acha possível que uma moeda caindo acelere mais do que um automóvel preparado para competições, como no caso de um carro de Fórmula 1?

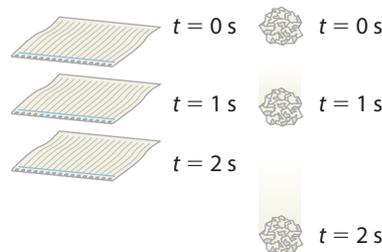
Se você respondeu que sim, acertou, desde que tenha considerado a aceleração da moeda na direção vertical, sendo abandonada a certa distância da superfície da Terra. Isso porque, nessa condição, a aceleração da moeda será próxima de 10 m/s^2 , valor considerado alto até mesmo para automóveis especialmente preparados para competições.

O carro de Fórmula 1 é preparado para corridas em autódromos, possui alta performance e grande aceleração.



Todos os corpos próximos à superfície da Terra são atraídos por ela e, se nada os impedir, cairão em sua direção. Dizemos que é a atração gravitacional da Terra que “puxa” toda matéria em direção ao centro do planeta.

No movimento de queda, nas proximidades da superfície da Terra, qualquer corpo atravessa uma camada de ar, que oferece resistência à passagem desse corpo. O efeito dessa resistência é maior em alguns corpos do que em outros, dependendo, principalmente, de seu formato.



ADILSON SECCO

Uma folha de papel, devido à resistência do ar, cai de formas diferentes se aberta ou se amassada. Numa situação hipotética, se não houvesse a camada de ar em torno da Terra, todos os objetos cairiam em direção à superfície da mesma forma, seja uma folha de papel aberta, seja uma grande peça de ferro.

Esse movimento é chamado de **queda livre**, isto é, uma queda sem nenhuma resistência, ou, em outras palavras, no vácuo. Um dos primeiros a pensar sobre isso foi Galileu Galilei, cientista italiano que viveu entre os séculos XVI e XVII.

Galileu observou que, se um martelo e uma pena fossem soltos da mesma altura numa região onde não houvesse ar, isto é, no vácuo, o martelo e a pena cairiam com a mesma aceleração e, portanto, chegariam juntos ao chão. Embora não existam registros seguros sobre a veracidade da ocorrência, conta-se que Galileu soltou duas bolas de ferro de massas bem distintas do alto da torre de Pisa para comprovar sua ideia sobre um valor único de aceleração de queda para todos os corpos, independentemente do valor da massa de cada um.

Séculos mais tarde, em 1971, quando a missão norte-americana Apollo 15 chegou à Lua, um dos astronautas foi filmado soltando um martelo de uma das mãos e uma pena da outra, para que todos, pela televisão, pudessem acompanhar a verificação da teoria de Galileu sobre a queda dos corpos.

Aceitando o fato de que todos os corpos possuem uma mesma aceleração no vácuo, a próxima questão é: Qual é o valor dessa aceleração nas proximidades da Terra?

Experimentos realizados em tubos de vácuo acoplados a uma máquina fotográfica permitem dimensionar a aceleração de queda de um corpo qualquer.

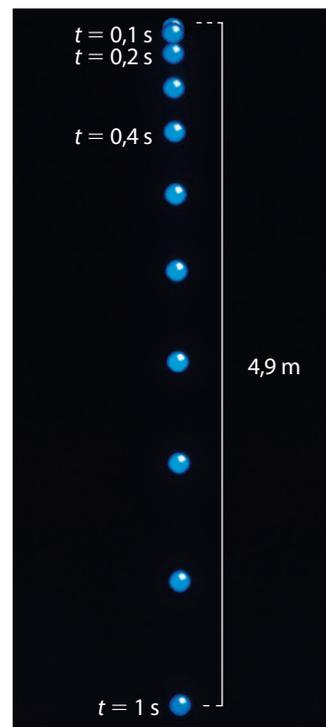
A figura ao lado representa um desses experimentos, no qual o corpo percorre aproximadamente 4,9 m em 1 s. Assim, a velocidade média do corpo é de 4,9 m/s nesse percurso. Considerando que a aceleração é constante e a velocidade inicial é nula, podemos supor que a velocidade final deve ser igual a 9,8 m/s para que a média de velocidades seja 4,9 m/s.

Então, se a velocidade do corpo varia de 0 a 9,8 m/s em 1 segundo, sua aceleração média é de $9,8 \text{ m/s}^2$.

Esse valor de aceleração é conhecido como **aceleração da gravidade** e é indicado pela letra g . Na resolução de muitos problemas, atribui-se a g o valor aproximado de 10 m/s^2 .

O movimento de queda livre é uniformemente variado, com aceleração igual ao valor da aceleração da gravidade terrestre:

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$



KENNETH EDWARD/SCIENCE SOURCE/FOTORENA

Fotografia estroboscópica da queda de uma esfera realizada em intervalos constantes de tempo. O aumento da distância percorrida a cada intervalo de tempo caracteriza um movimento acelerado.

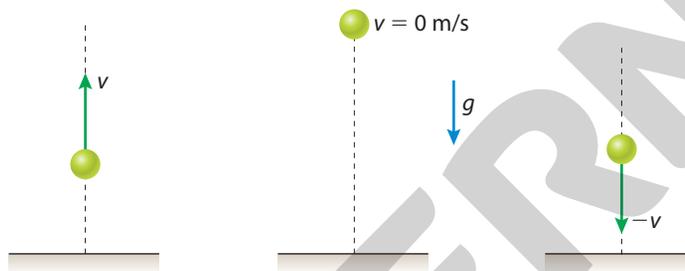
Por exemplo, um corpo em queda livre demora 3,0 segundos para chegar ao solo quando solto de uma altura de 45 m, como é possível calcular por meio da aplicação da fórmula da distância percorrida obtida anteriormente, considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$.

$$d = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$$

$$45 = 0 \cdot t + \frac{10 \cdot t^2}{2} \Rightarrow t^2 = 9 \Rightarrow t = 3 \text{ s}$$

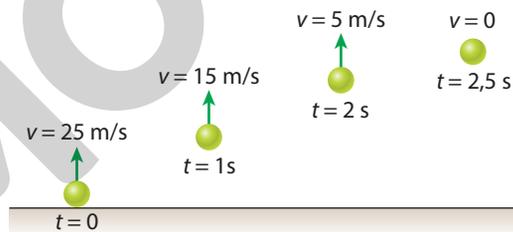
A velocidade com que esse corpo atinge o solo, após 3 s de queda, é, aproximadamente, 30 m/s, ou 108 km/h, uma vez que sua velocidade aumenta em 10 m/s a cada segundo.

Em uma situação inversa, quando lançado verticalmente para cima, a velocidade do corpo diminui à razão de 10 m/s a cada segundo enquanto ele sobe. Em determinado momento, ao atingir o ponto mais alto, a velocidade do corpo é nula e, a partir daí, volta a aumentar. Ao atingir o ponto em que foi lançado, o corpo terá velocidade de valor absoluto igual ao inicial.



No lançamento de uma esfera para cima, sua velocidade diminui até que ela pare e comece a voltar para o solo.

Quando lançamos um objeto verticalmente para cima com velocidade de 90 km/h, ou 25 m/s, e desprezamos a resistência do ar, a velocidade diminui à razão aproximada de 10 m/s a cada segundo. Então, após $25 \div 10 = 2,5$ segundos, a velocidade torna-se nula e o objeto atinge o ponto mais alto.



No lançamento de um objeto, sua velocidade é nula no ponto mais alto da trajetória.

Para calcular, nesse exemplo, a altura máxima atingida pelo objeto, podemos recorrer novamente à média aritmética entre a velocidade inicial e final, onde $v_f = 25 \text{ m/s}$ e $v_0 = 0 \text{ m/s}$.

$$m_v = \frac{25 + 0}{2} = 12,5 \text{ m/s}$$

Com essa velocidade, considerada constante em todo o intervalo de tempo, $t = 2,5 \text{ s}$, o objeto percorreria uma distância: $d = 12,5 \cdot 2,5 = 31,25 \text{ m}$.

Esse mesmo resultado pode ser obtido pela aplicação da fórmula da distância percorrida:

$$d = v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$$

$$d = 25 \cdot 2,5 + \frac{(-10) \cdot (2,5)^2}{2} \Rightarrow d = 62,5 - 31,25 \Rightarrow d = 31,25 \text{ m}$$

Galileu, os números ímpares e a aceleração da gravidade

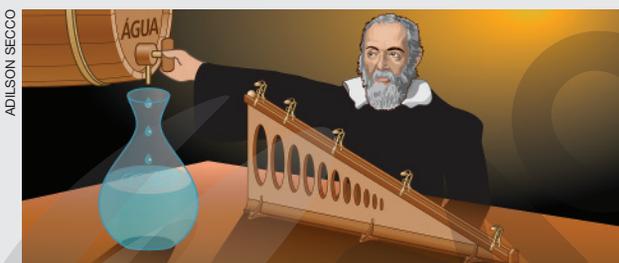
Se soltarmos uma bola no ponto mais alto de uma rua bem inclinada, a bola desce a rua acelerando.



AFLO FOTO AGENCY/EASYPIX BRASIL

Imagine que um amigo ficará posicionado em determinado ponto da descida e que você registrará o tempo que a bola demora para chegar até ele. Repetirá esse experimento simples muitas vezes, algumas com o amigo em uma posição, depois em outra, mais abaixo da rua, depois em outra etc. Hoje, século XXI, fazer tudo isso é muito simples, mas quando Galileu Galilei (1564-1642) resolveu estudar o movimento dos corpos acelerados, realizando um procedimento bem parecido com o que acabamos de apresentar, a dificuldade era grande, pois ainda não havia relógios como conhecemos.

Galileu utilizou uma espécie de plano inclinado sobre o qual fez rolar bolas de metal bem lisas.



ADILSON SECCO

Em pontos determinados do plano inclinado, Galileu colocava pequenos sinos para que fosse possível identificar claramente o momento em que a bola passava por aquele ponto. O intervalo de tempo decorrido era registrado de modo bastante criativo através da quantidade de água que caía em um recipiente.

Após várias medições, Galileu concluiu que as distâncias percorridas pelas bolas durante a descida do plano obedeciam à sequência dos números ímpares, isto é, se a bola percorria, inicialmente, uma distância k em certo intervalo de tempo, percorreria $3k$ no próximo intervalo igual de tempo, $5k$ no intervalo seguinte e assim por diante.

Galileu percebeu também que as distâncias totais percorridas pela bola formavam uma sequência numérica importante, como ele escreveu em sua obra *Discursos sobre duas novas ciências* (1638).



MUSEU GALILEO, FLORENÇA

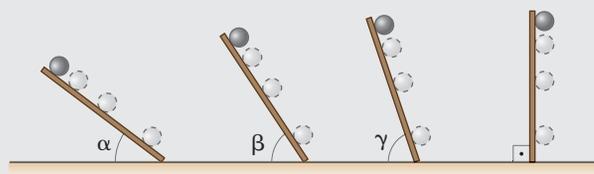
Modelo de plano inclinado de Galileu. Entre dois "sinos" consecutivos o tempo decorrido é sempre o mesmo.

Variando a seguir a experiência e comparando o tempo requerido para percorrer a metade, ou os dois terços, ou os três quartos, ou para concluir qualquer outra fração, por meio de experiências repetidas mais de cem vezes, sempre se encontrava que os espaços percorridos estavam entre si como os quadrados dos tempos e isso ocorria em todas as inclinações do plano, ou seja, da canaleta, pela qual se fazia descer a bola.

O que Galileu notou foi que a distância total percorrida pela bola na descida era diretamente proporcional ao quadrado do tempo gasto no movimento. De fato, quando se somam os números ímpares tal relação fica ainda mais clara. Veja, na tabela, a distância total percorrida pela bola nos intervalos de tempo durante a descida do plano inclinado.

Intervalo de tempo (t)	Distância total (d)
1	k
2	$k + 3k = 4k = 2^2k$
3	$4k + 5k = 9k = 3^2k$
4	$9k + 7k = 16k = 4^2k$
5	$16k + 9k = 25k = 5^2k$

A relação matemática entre d e t é do tipo $d = kt^2$, sendo k um valor constante que depende da inclinação dada ao plano. Aumentando a inclinação do plano, k aumenta até certo valor.



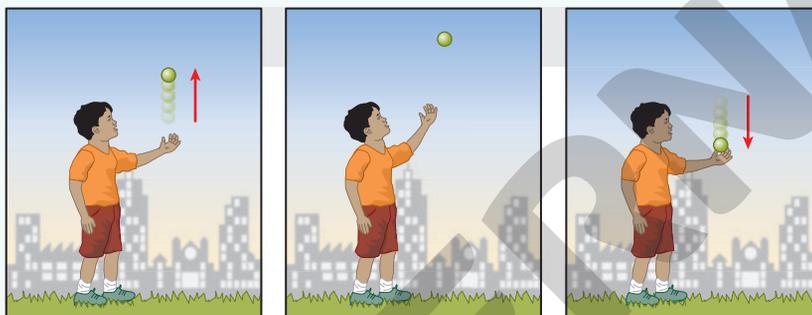
ADILSON SECCO

Com o plano na vertical, a bolinha fica em queda livre. Nesse caso, o valor de k é máximo.

- De acordo com o que estudamos sobre o movimento de queda livre, qual é o valor aproximado e máximo de k ?

- 1 Uma pequena pedra despenca do 8º andar de um edifício, a 31,25 m do solo. Desprezando a resistência do ar, calcule:

 - a) o tempo que a pedra demora para atingir o solo.
 - b) a velocidade com que a pedra atinge o solo.
 - c) a altura, em relação ao solo, em que a pedra estava 2 s após ter iniciado a queda.
- 2 Se lançarmos uma bola verticalmente para cima com certo valor de velocidade, e se desprezarmos a resistência do ar, a bola irá desacelerar na subida, zerar a velocidade, inverterá o sentido do movimento e cairá acelerando. Quando voltar às nossas mãos, a bola terá o mesmo valor de velocidade com que foi lançada.



ADILSON SECCO

Suponha uma bola lançada como descrito, com velocidade inicial de 12 m/s, e calcule:

- a) a velocidade da bola após 1,0 s do lançamento.
- b) o tempo decorrido do lançamento até o momento em que a velocidade da bola se torna nula.
- c) a altura máxima atingida pela bola durante a subida.
- d) o tempo decorrido em todo o movimento, desde o lançamento até o retorno da bola às mãos de quem a lançou.

A energia potencial gravitacional

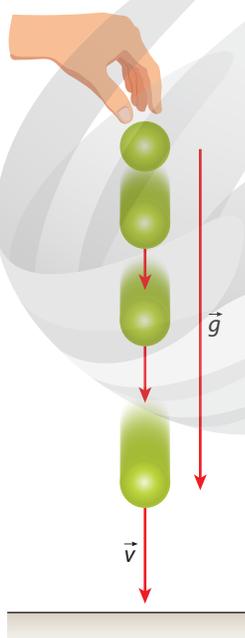
Próximo da superfície da Terra, os corpos, quando soltos a determinada altura, caem acelerando, aumentando sua velocidade à razão de, aproximadamente, 10 m/s a cada segundo de queda. Isso, naturalmente, quando a resistência do ar é desprezada.

Vamos considerar algumas questões sobre a queda do corpo.

- 1ª) Sua energia cinética inicial é nula antes que a queda se inicie, uma vez que não tem velocidade nesse instante?
- 2ª) Após a queda iniciar, o corpo adquire energia cinética que vai aumentando com o aumento da velocidade?
- 3ª) De onde vem a energia cinética que o corpo passa a ter durante a queda? Já que não é movido por algum tipo de motor, como no caso de um automóvel?
- 4ª) Quando um corpo é elevado, alguém precisou “gastar” energia para levá-lo até lá, ou não?

A resposta a essas questões é: todo corpo colocado a certa altura em relação à superfície da Terra “carrega” consigo uma quantidade de energia denominada **Energia potencial gravitacional**.

ERICSON GUILHERME LUCIANO



Esfera caindo livremente após ser abandonada do repouso.

No início do salto, o paraquedista possui grande energia potencial.

Do que depende a quantidade de energia gravitacional armazenada em um corpo? Vamos pensar em mais algumas questões:

- 1ª) A energia necessária para elevar um corpo de 10 kg até 10 m de altura é maior, menor ou igual àquela necessária para elevar esse mesmo corpo até 40 m de altura?
- 2ª) O que exige maior quantidade de energia para ser elevado à altura de 10 m: uma maçã de 100 g ou um paralelepípedo de 9 kg de massa?

Supondo que as respostas sejam “maior” para a primeira questão e “o paralelepípedo” para a segunda, temos duas grandezas envolvidas no cálculo da quantidade de energia potencial gravitacional de um corpo: sua massa (m) e a altura (h) em que se coloca em relação a um referencial, normalmente a superfície da Terra.



MAURICIO GRANKI/SHUTTERSTOCK

O paraquedista salta do avião com grande energia potencial gravitacional acumulada.



JOGGIE BOTMA/SHUTTERSTOCK

A energia potencial gravitacional se transforma em energia cinética durante a queda.

Durante a queda, a energia potencial do paraquedista é transformada em energia cinética.

A energia potencial gravitacional (E_p) de um corpo, em relação a determinado referencial, é diretamente proporcional à sua massa (m) e também à sua altura (h) em relação ao referencial. Outro fator importante é considerar, para o cálculo da E_p , a aceleração da gravidade (g).

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Quando um elevador carrega uma massa de 120 kg do solo até 20 m de altura, ele realiza trabalho, isto é, transforma a energia elétrica fornecida pelo motor do elevador em energia potencial gravitacional fornecida para a massa. Nesse caso, de quantos joules foi esse trabalho? Para saber, calculemos a energia potencial gravitacional aos 20 m de altura.

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 120 \cdot 10 \cdot 20 \Rightarrow E_p = 12.000 \text{ J}$$

Supondo que não há perdas de energia pelo caminho, com aquecimentos ou atritos, o trabalho realizado pelo motor do elevador é equivalente à energia potencial gravitacional do corpo.

Em outro exemplo, Marina tem 65 kg de massa e pretende saltar em queda livre, a 60 m de altura, na atividade conhecida por *bungee-jump*. Com os pés amarrados a um elástico, Marina vai saltar, e quando tiver percorrido uma distância igual ao comprimento do elástico, este fará com que a velocidade de queda passe a diminuir. A energia potencial gravitacional de Marina no alto da plataforma, antes do salto é:

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 65 \cdot 10 \cdot 60 \Rightarrow E_p = 39.000 \text{ J}$$

Conservação da energia

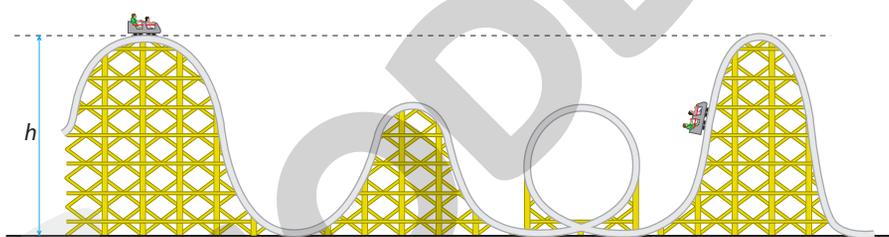
Quando pensamos em um fenômeno envolvendo a geração e a transformação de energia, devemos avaliar se estamos em presença de um sistema **conservativo** ou de um sistema **dissipativo**. O que diferencia um sistema de outro é:

- Em um sistema **conservativo**, a soma da energia potencial gravitacional com a energia cinética do corpo é constante. Essa soma é denominada **Energia Mecânica**.
- Em um sistema **dissipativo**, a soma referida acima não é constante, havendo dissipação de energia devido a algum fator, como o atrito.



A montanha-russa, com um carrinho subindo e descendo, é exemplo de sistema dissipativo.

Não existe uma montanha-russa em que todos os atritos possam ser desprezados. Todavia, se existisse, seria um sistema conservativo, pois, nesse caso, bastaria que o carrinho fosse levado até o final da primeira subida, a mais alta de todo o circuito, pois daí em diante a conservação da energia mecânica cuidaria do restante do movimento.

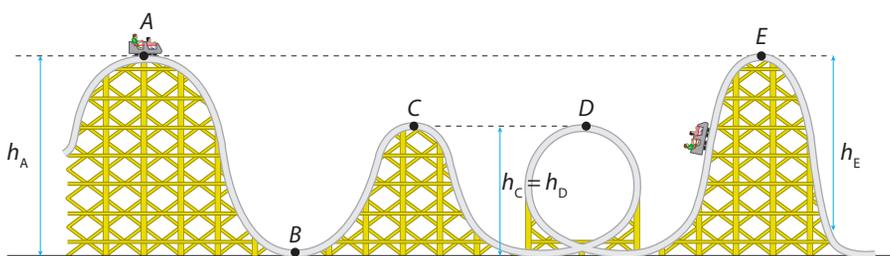


Montanha-russa idealizada: basta que a altura inicial seja ultrapassada para que o carrinho cumpra todo o circuito. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Durante o trajeto do carrinho nessa montanha-russa idealizada, sem atrito, a energia potencial (E_p) aumenta e diminui em conjunto com a diminuição e o aumento da energia cinética (E_c). A soma dessas duas formas de energia, entretanto, mantém-se constante. Em um sistema conservativo, $E_{mec} = \text{constante}$. A lei da conservação da energia mecânica (E_{mec}) afirma que:

$$E_{mec} = E_c + E_p$$

Observe a imagem de uma suposta montanha-russa idealizada na qual destacamos cinco pontos: A, B, C, D e E.



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Vamos supor que no ponto A a velocidade do carrinho seja bastante baixa, 4 m/s, e que as alturas dos pontos em relação ao solo são $h_A = h_E = 8$ m e $h_C = h_D = 6$ m. Admitindo a conservação da energia mecânica, vamos obter as velocidades do carrinho nos demais pontos além de A. Note que faremos os cálculos sem conhecer a massa do carrinho.

Ponto A:

$$E_{\text{mec}} = E_p + E_c = m \cdot g \cdot h + \frac{m \cdot v^2}{2} \Rightarrow E_{\text{mec}} = m \cdot 10 \cdot 8 + \frac{m \cdot 4^2}{2} \Rightarrow E_{\text{mec}} = 88 \text{ mJ}$$

Ponto B:

$$E_{\text{mec}} = 88 \cdot m = m \cdot g \cdot h + \frac{m \cdot v^2}{2} \Rightarrow 88 \cdot m = 0 + \frac{m \cdot v^2}{2} \Rightarrow v \approx 13,3 \text{ m/s}$$

Ponto C:

$$E_{\text{mec}} = 88 \cdot m = m \cdot g \cdot h + \frac{m \cdot v^2}{2} \Rightarrow 88 \cdot m = m \cdot 10 \cdot 6 + \frac{m \cdot v^2}{2} \Rightarrow 88 \cdot m - 60 \cdot m = \frac{m \cdot v^2}{2} \Rightarrow 28 \cdot m = \frac{m \cdot v^2}{2} \Rightarrow v^2 = 56 \Rightarrow v \approx 7,5 \text{ m/s}$$

Ponto D: Como as alturas dos pontos D e C são iguais, a velocidade do carrinho em D será igual à que tinha em C: aproximadamente 7,5 m/s.

Ponto E: $h_E = h_A$, $v_E = v_A = 4$ m/s

Contudo, quando o sistema for dissipativo, como no caso de uma montanha-russa real, haverá perda de energia? A resposta é não! Não existe perda de energia, mas transformações de uma em outra forma. Afinal, a energia sempre se conserva, muito embora as trocas de energia em nosso cotidiano ocorram quase sempre em sistemas dissipativos.

Não há ganho nem perda da energia total em um sistema fechado; o que ocorre é uma conversão de uma forma em outra. Quando a energia de um sistema diminui, há um aumento igual de energia em outro sistema. Essa constatação expressa na **lei da conservação da energia**.

A energia não pode ser criada nem destruída; pode apenas ser transformada de uma forma em outra, com sua quantidade total permanecendo constante.

Energia e potência

A pessoa que sobe a escada, degrau por degrau, sabe que se acelerar o passo ficará mais cansada. Então, controla o ritmo e, ao menos que esteja se exercitando, tenta atingir o alto da escada sem ficar ofegante.



Maior elevação em relação a um referencial implica ganho de energia potencial.

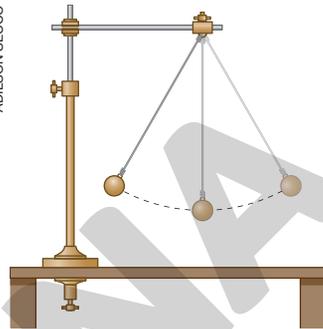
No simples fato de subida de uma escada estão presentes transformações de energia: da gerada pelo esforço da pessoa e por seu metabolismo, passando pela energia cinética associada à velocidade que desenvolve, atingindo, por fim, a energia potencial que a pessoa adquire, descontando, naturalmente, perdas por aquecimento do corpo, atrito etc.

O aproveitamento de certa quantidade de energia em diferentes intervalos de tempo pode determinar a realização de algum tipo de trabalho. E, quanto mais reduzido for o intervalo de tempo, maior será a **potência** produzida.

GIPHOTO/STOCKSCIENCE
SOURCE/FOTOARENA



ADILSON SECCO



CHRISTIAN RIZZI/FOTOARENA



A bolinha vai diminuindo a altura que atinge, assim como o pêndulo tende a parar após algumas oscilações. A energia potencial da água em queda na hidrelétrica não é totalmente transformada em energia cinética. A energia mecânica, nesses exemplos, vai sendo convertida em outras formas de energia, mas conservando a quantidade da energia total (Foz do Iguaçu, PR, 2015).

DRAGON IMAGES/SHUTTERSTOCK

Energia (Elétrica)		Chuveiro
Marca		EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
Modelo		SUPERIOR A
Tensão Nominal	127 V~	95%
Potência Nominal	5.500 W	
Potência Econômica	3.700 W	
Classe de Potência 2.400W A 3.500W B 4.600W C 5.700W D 6.800W E 7.900W F 9.000W G		D
Consumo (kWh) - 1 banho diário de 8 minutos.		
MENSAL MÍNIMO ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA 10,0°C VAZÃO 4,8 L/MIN. 15,7	MENSAL MÁXIMO ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA 23,6°C VAZÃO 3,0 L/MIN. 23,4	
Regulamento Específico para Aparelhos Elétricos Fixos de Aquecimento Instantâneo de Água - RESP/002-AAQ. Instruções de Instalação e Recomendações de Uso, Leia o Manual do Aparelho.		
 PROGRAMA DE COMBATE AO DESPÉRDIO DE ENERGIA ELÉTRICA		

Potência média (P_m) é a taxa por unidade de tempo (t) com que determinado trabalho (E) é realizado.

$$P_m = \frac{E}{t}$$

A unidade de medida de potência, o Sistema Internacional de Unidades (SI) é o joule por segundo (J/s), denominada **watt (W)** em homenagem ao engenheiro escocês James Watt, que viveu no século XVIII e aperfeiçoou as máquinas térmicas. Alguns múltiplos do watt são bastante utilizados:

- **quilowatt (kW)** = 10^3 W
- **megawatt (MW)** = 10^6 W

A imagem do selo do Instituto Nacional de Metrologia (Inmetro), relativo a um modelo de chuveiro elétrico, apresenta dados de potência do aparelho, 5.500 W (inverno) e 3.700 W (verão). Observe também o dado referente à Eficiência Energética, dados associados ao **rendimento do aparelho**.

Qualquer equipamento que funcione à base de energia tem a si associado dois valores de potência: nominal e real.

Potência nominal é aquela exigida pelo equipamento para funcionar corretamente. Mas, ao funcionar, todo e qualquer equipamento dispersa alguma quantidade de energia, seja por aquecimento, por atrito ou outro fator qualquer. Por isso, a potência que o instrumento realmente possui é chamada de potência real, e sempre será menor do que a nominal. Em outras palavras, o rendimento do equipamento nunca será de 100%.

Rendimento porcentual de um equipamento é a grandeza física que indica a relação entre sua potência nominal e sua potência real.

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{potência real}}{\text{potência nominal}} \cdot 100 \%$$

Bons equipamentos residenciais, quando novos, funcionam com rendimento próximo de 90%; com o passar do tempo, começam a dissipar maior quantidade de energia e diminuem seu rendimento. Depois de algum tempo, precisam ser consertados ou reciclados para não consumirem eletricidade sem que apresentem o resultado esperado.

Quando não ficamos atentos à quantidade de energia consumida pelos equipamentos elétricos e eletrônicos, poderemos acabar pagando pela energia elétrica que está sendo desperdiçada pelo aparelho, sem promover o bem-estar e o conforto que muitas vezes desejamos, seja na cozinha, na sala, nos quartos, no quintal etc.

Outras unidades de potência são utilizadas, apesar de não pertencerem ao Sistema Internacional:

- **cavalo-vapor (cv)**; 1 cv \approx 735,5 W
- **horse-power (HP)**; 1 HP \approx 745,7 W

O cavalo-vapor (cv) é uma unidade de potência bastante usada pelas fábricas de automóveis. Carros populares têm potência em torno de 80 cv. Veículos mais potentes chegam a ter 420 cv de potência.



Ventilador comum de hélices de 127 V-120 W. A potência nominal do ventilador é de 120 W. Isso significa que ele consome 120 J de energia elétrica a cada segundo de funcionamento. No entanto, a potência que o equipamento efetivamente pratica é menor do que 120 W, visto que aquecerá ao funcionar e dispersará energia térmica para o ambiente.



Aparelhos elétricos e eletrônicos descartados após muitos anos de uso.

As baladas “verdes”

Você já se imaginou produzindo energia elétrica suficiente para iluminar um local e manter alguns aparelhos eletrônicos funcionando durante longo tempo? Pois é o que ocorre em algumas festas na Holanda, em Roterdã, no primeiro salão de festas sustentável do mundo.

Segundo seus idealizadores, os próprios “baladeiros” são a principal fonte de energia da casa. Isso é feito por meio de sensores instalados por baixo da pista que captam a energia de movimento dos frequentadores, convertendo-a em energia elétrica.

E que tipo de dançarino você seria? Animado ou “apagado”? Esta atividade tem o objetivo de estabelecer a potência associada ao trabalho da sua força peso. Para realizá-la, você terá de subir alguns lances de escada e cronometrar seu tempo de subida. Esse movimento (subir a escada), embora seja menos complexo que os movimentos de uma dança, pode ser equivalente em termos de energia, dependendo do tipo de dança.

Materiais

- Cronômetro
- Régua

Procedimento

1. Suba uma escada entre um ou dois andares de um prédio e meça o tempo que você gastou.
2. Obtenha o valor da altura a que você se elevou. Você pode medir a altura de um degrau e multiplicar pelo número de degraus que subiu.
3. Qual é o trabalho realizado pelo seu peso no deslocamento?
4. Esse valor seria diferente se, caso fosse possível, você utilizasse uma escada rolante?
5. Calcule a potência associada ao seu peso ao realizar essa tarefa.
6. A potência de uma lâmpada comum é 100 W. Quantas lâmpadas iguais a essa poderiam ser mantidas acesas, durante 1 s, usando a potência que você desenvolveu ao subir a escada?



1 Cristais de quartzo foram instalados sob a pista. Quando submetidos à pressão, eles geram um campo elétrico.

2 Pelos fios que saem das chapas metálicas a energia chega até a bateria e todos os circuitos elétricos da casa são alimentados.

3 Acima e abaixo desses cristais há chapas metálicas que conduzem a eletricidade.

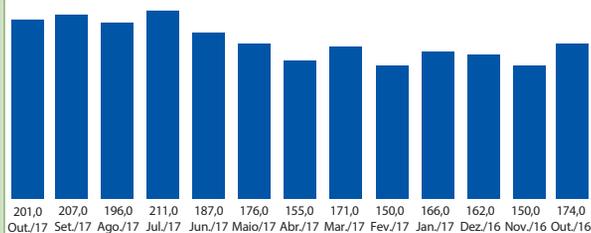
Fonte dos dados: <https://istoe.com.br/13219_A+BALADA+VERDE/>. Acesso em: 24 mar. 2020. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Como é calculado o consumo de energia elétrica?

Consumidores de energia elétrica de todo tipo, residenciais, comerciais ou industriais, pagam pela energia elétrica que recebem das companhias distribuidoras. O cálculo do consumo elétrico, dado normalmente em kWh (quilowatt-hora) é realizado pelo produto da potência dos aparelhos, em watt, pelo tempo, em hora, que funcionam.

ERICSON GUILHERME LUCIANO

Histórico de Consumo (kWh)



Composição de Fornecimento

Energia	Encargos	R\$ 16,18
Distribuição	Tributos	R\$ 48,07
Transmissão	Perdas	R\$ 6,29

Consumo de energia elétrica = potência × tempo de uso

Por exemplo, um aspirador de pó de potência nominal 1.500 W, funcionando durante 1 hora por dia, em 10 dias do mês, será responsável pelo seguinte consumo elétrico ao final do mês:

$$\text{Consumo} = 1.500 \text{ W} \cdot 1 \text{ h} \cdot 10 = 15.000 \text{ Wh (watt-hora)}$$

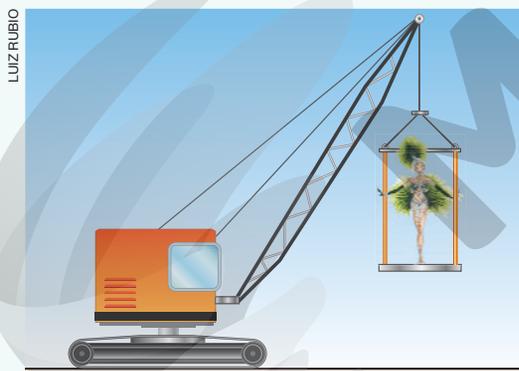
$$\text{Consumo} = 15.000 \text{ Wh} \div 1.000 = 15 \text{ kWh}$$

Nas contas mensais constam os consumos de energia elétrica de meses anteriores ao atual. O conjunto de consumos em certo período é a **série histórica** de consumo do cliente.

Atividades

Não escreva no livro.

- Com o auxílio de um guindaste, uma plataforma de massa 15 kg é utilizada para erguer, do solo até a altura de 5 m, a atriz que será destaque de um dos carros alegóricos da escola de samba Unidos da Lua Cheia. A fantasia da dançarina tem massa de 10 kg.



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Se o trabalho que o peso do conjunto atriz + fantasia + plataforma realiza durante esse deslocamento tiver módulo igual a 4.250 J, qual deve ser a massa da dançarina?

(Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$)

- Em um tobogã inflável de 4 metros de altura, uma criança escorrega no ponto mais alto partindo do repouso. A criança chega ao ponto mais baixo do

tobogã deslizando com atrito. Qual é a velocidade da criança ao chegar ao ponto mais baixo, sabendo que, por causa do trabalho da força de atrito, foram dissipados 2.000 J de energia mecânica?

(Dado: $m_{\text{criança}} = 40 \text{ kg}$)

- As quedas-d'água são recursos hídricos extremamente utilizados para geração de energia elétrica em nosso país. As usinas hidrelétricas utilizam o grande potencial aproveitável das águas dos rios. Despencando do alto, a força peso da água realiza trabalho ao levá-la até a base da queda. Quanto maior esse trabalho, maior será a potência associada à geração de energia elétrica. Para exemplificar, vamos supor que a água, ao atingir o alto de uma cachoeira de 15 m, tenha velocidade praticamente nula e jorre com uma vazão aproximada de $10^3 \text{ m}^3/\text{s}$. Se a densidade da água é $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, calcule a potência hídrica média teórica disponível na base da queda-d'água.

- Um motor é utilizado para bombear água de um lugar a outro. A potência desse motor é de 1 HP e o rendimento anunciado pelo fabricante é de 85%. Se utilizarmos esse motor para bombear água do chão até uma caixa-d'água, colocada a 6 m de altura, quantos litros de água esse motor irá bombear por minuto na caixa-d'água? Considere que 1 litro de água tem massa igual a 1 kg, e que $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Como funciona uma usina hidrelétrica

As usinas hidrelétricas aproveitam a energia potencial gravitacional obtida pelo desnível de uma massa de água represada. Itaipu Binacional, que pertence ao Brasil e ao Paraguai e está localizada na fronteira entre os dois países, é a maior do Brasil (uma das maiores do mundo) em geração de energia. Ela fornece 15% da energia elétrica consumida no Brasil e 75% da consumida no Paraguai.

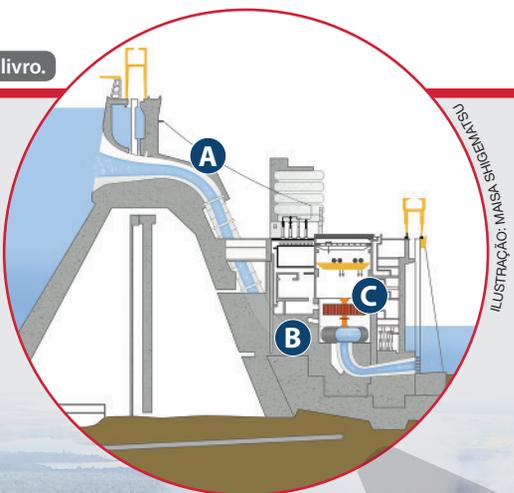


ILUSTRAÇÃO: MANISA

Vertedouro

O vertedouro serve para controlar o nível da represa e evitar que ela se rompa com o excesso de água. Em Itaipu, há 14 comportas distribuídas em três calhas. Juntas, elas podem escoar 62 milhões de litros de água por segundo.

Barragem

A altura de queda-d'água resultante do desnível do solo do rio represado é essencial para o funcionamento da usina. Assim, a água exerce a pressão necessária sobre a barragem. A barragem de Itaipu tem 196 m de altura.

Casa de força

A água que sai do reservatório é conduzida por enormes tubos até a casa de força, onde estão instaladas as turbinas e os geradores que produzem eletricidade. Veja como a casa de força funciona no esquema abaixo.



CAIO CORONEL/ACERVO ITAIPU BINACIONAL

A **Condutos forçados**
A água é escoada para a casa de força por meio de tubos de 10,5 m de diâmetro. Em cada um dos 20 tubos, passam aproximadamente 700 m³ de água por segundo.



ARQUIVO/ACERVO ITAIPU BINACIONAL

B **Turbinas**
Em seguida, a água chega às turbinas, fazendo-as girar rapidamente, cerca de 90 vezes por minuto. Cada turbina tem capacidade de 700 MW, suficientes para abastecer uma cidade de 1,5 milhão de habitantes.



ALEXANDRE MARCHETTI/ACERVO ITAIPU BINACIONAL

C **Geradores**
Os geradores transformam a energia mecânica de rotação da turbina em energia elétrica. Em seguida, a energia é distribuída para as subestações e para as redes de transmissão, chegando, assim, aos consumidores.

Fontes dos dados: Balanço Energético Nacional 2018: ano base 2017. Rio de Janeiro: EPE, 2018. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2018>>; Itaipu Binacional. Disponível em: <<http://www.itaipu.gov.br>>; ABC da energia. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acessos em: 24 ago. 2020.

1. Descreva as transformações de energia que ocorrem em uma hidrelétrica.
2. Se cada litro de água tem massa de 1 kg, qual é, aproximadamente, a energia potencial que cada m³ de água transfere para os giros das turbinas de Itaipu, considerando uma queda de 196 m de altura?

Fique por dentro

Internet

Revista Unesp Ciência

<<http://unespciencia.com.br/>>

Revista de divulgação científica publicada pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp). Conta com textos, imagens e vídeos sobre os mais variados temas científicos, muitas vezes focando no trabalho de pesquisadores brasileiros. É escrita em linguagem clara e atual, embora a abordagem dos assuntos possa parecer profunda para públicos leigos.

Energia na pista de skate

<https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/energy-skate-park-basics>

Simulador que permite a verificação de diversos tipos de energia, como no caso da energia cinética, potencial, térmica, atrito e sua conservação.

Acessos em: 3 jun. 2020.

Livros

ALVES, R. *Filosofia da Ciência*. São Paulo: Loyola, 2007.

Livro introdutório sobre a filosofia da Ciência em que o autor define conceitos básicos como senso comum e conhecimento científico a partir de situações e problemas cotidianos.

MICHEL, F. *A energia em pequenos passos*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2013.

O livro faz uma introdução aos tipos de energia e como são importantes para o dia a dia da humanidade. As transformações e os tipos de transformações também são apresentados, não só dentro de situações da física, mas também para a química e para a biologia.

Filmes

A teoria de tudo. Direção: James Marsh. Reino Unido, 2015. (123 min.)

Filme apresenta a vida e a carreira do cientista Stephen Hawking, o qual, mesmo com problemas de saúde, não perdeu o amor pela física e pela cosmologia.

Interestelar. Direção: Christopher Nolan. Estados Unidos, Reino Unido, 2014. (169 min.)

Filme apresenta diversos conceitos de física dentro da astronomia. Sua história mostra uma situação no futuro onde a humanidade já consumiu boa parte dos recursos naturais da Terra, e astronautas recebem uma missão de busca de outros planetas que poderiam receber a raça humana.

Lugares para visitar

Espaço Ciência – Museu Interativo de Ciência

Olinda, PE

<<http://www.espacociencia.pe.gov.br>>

O museu traz exposições e programas que apresentam curiosidades das Ciências da Natureza.

MAST – Museu de Astronomia e Ciências e Afins

Rio de Janeiro, RJ

<<http://www.mast.br>>

Esse museu permite o acesso ao conhecimento relacionado às Ciências da Natureza por meio de acervos, pesquisas e atividades de divulgação científica.

Espaço Catavento – Cultural e Educacional

São Paulo, SP

<<http://www.cataventocultural.org.br>>

Museu criado com um grande espaço interativo para apresentar a Ciência de forma simples e divertida para crianças, jovens e adultos.

Praça da Ciência

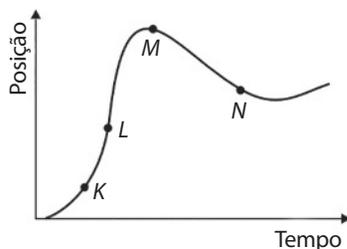
Vitória, ES

<<https://www.vitoria.es.gov.br/cidade/pracas>>

Possui equipamentos que permitem o estudo dos conceitos científicos ligados às Ciências da Natureza.

Acessos em: 24 jun. 2020.

- 1 (Enem) Um piloto testa um carro em uma reta longa de um autódromo. A posição do carro nessa reta, em função do tempo, está representada no gráfico.



Os pontos em que a velocidade do carro é menor e maior são, respectivamente,

- a) K e M.
 b) N e K.
 c) M e L.
 d) N e L.
 e) N e M.
- 2 (CECIR) Uma criança com 20 kg oscila num balanço, de tal modo que a diferença entre as alturas máxima e mínima que ela atinge é de 0,80 m. Na posição de máxima altura, a criança apresenta uma energia potencial 160 J maior que a da posição de mínima altura. A velocidade da criança, quando ela passa pela posição de menor altura, será de
- a) 3 m/s
 b) 4 m/s
 c) 5 m/s
 d) 6 m/s
- 3 (UECE-CEV) Considere uma gangorra em que duas crianças gêmeas estão sentadas, cada irmão em uma extremidade. Considere que ambos têm mesma massa. Considere que o solo é o nível zero das energias potenciais gravitacionais. Sobre a soma da energia potencial gravitacional dos gêmeos, é correto afirmar que é
- a) zero.
 b) constante e não nula mesmo com mudanças nas alturas de cada criança.
 c) sempre crescente a cada ciclo de descida.
 d) sempre decrescente a cada ciclo de descida.

Próximos passos

Acabamos de estudar como podemos observar e dimensionar grandezas associadas a movimento de um corpo, também alguns tipos de transformações de energia: velocidade, aceleração, energia cinética, energia gravitacional e potência. Na sequência, estudaremos grandezas associadas a outro tipo de energia também muito presente em nosso cotidiano: o calor.

Calor é energia

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

Para começo de conversa

Em dia de temperaturas altas, qual das seguintes falas é mais apropriada para justificar o desconforto?

- Ah! Estou com muito calor!
- Xi! Minha temperatura está baixa!
- Nossa! Estou trocando calor muito rapidamente.
- Estou derretendo!

Apesar de utilizarmos essas justificativas, sob o ponto de vista da ciência a mais indicada é a terceira fala.

CHICO FERREIRA/PULSAR IMAGENS



JOSEF SURIA/SHUTTERSTOCK

Na imagem à esquerda, os aquecedores solares utilizam a energia do Sol no aquecimento da água. À direita, a mesma energia pode aquecer a nossa pele em um dia ensolarado.

O Sol é a fonte de energia mais presente em nosso cotidiano. A energia solar flui pelos ecossistemas, transformando-se constantemente. Neste capítulo você estudará esse processo, que é essencial para a manutenção da vida. Antes de começar, reflita sobre as seguintes questões:

Qual é, para você, uma temperatura agradável da água para um banho?
Qual foi o lugar com a temperatura mais baixa em que você já esteve? Qual foi essa temperatura?

Temperatura, equilíbrio térmico e calor

KANAHA_STUDIO/ISTOCK PHOTO/GETTY IMAGES



WANMONGKHOL/ISTOCK PHOTO/GETTY IMAGES

Classificar a água como fria ou o chocolate como quente envolve comparar as temperaturas desses líquidos com a temperatura do nosso corpo.

Temperatura é a grandeza física macroscópica associada ao grau de agitação térmica média das partículas de um corpo ou de um sistema.

A sensação térmica obtida pelo tato, nos exemplos retratados nas imagens, é apenas uma expressão qualitativa do estado térmico de um sistema. Uma avaliação precisa exige a tomada de uma medida quantitativa, ou seja, saber o valor real da **temperatura** do sistema.

A temperatura de um corpo está relacionada ao grau de agitação das partículas que o constituem. Quando um corpo é aquecido ou resfriado, a agitação média de suas partículas tende, respectivamente, a aumentar ou a diminuir.

Uma vez que as partículas estão em movimento, elas possuem energia cinética e se aquecem devido a movimentos como o de translação, de rotação e de vibração. O conjunto dessa energia cinética e de todas as demais que possam estar associadas às partículas de um corpo compõem sua **energia interna**.

O grau de agitação das partículas de um corpo é medido de modo indireto, por meio de um **termômetro**. Em nosso país, os termômetros costumam apresentar as temperaturas na unidade de medida **grau Celsius (°C)**.

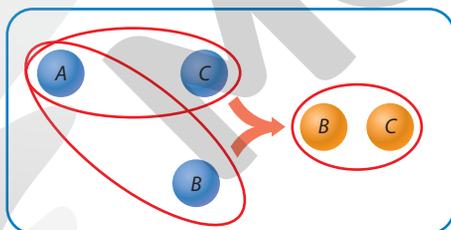
Termômetros clínicos são os tipos mais comuns, usados para registrar nossa temperatura.

Para obter a temperatura de um corpo, colocamos o termômetro em contato com esse corpo. Nesse momento o que se busca é a condição de **equilíbrio térmico**, isto é, a igualdade entre as temperaturas do corpo e do dispositivo interno do termômetro.

A condição de equilíbrio térmico está presente, por exemplo, quando despejamos leite frio em uma xícara contendo café quente. Depois de breve instante, a temperatura da mistura do café com leite não será tão alta quanto a do café e nem tão baixa quanto a do leite; logo será um valor intermediário entre as duas temperaturas.

Quaisquer corpos colocados em um **recipiente termicamente isolado** tendem a um estado final em que suas partículas atingem o mesmo nível de agitação térmica, ou seja, suas temperaturas se igualam. Nesse estágio, os corpos alcançam o estado de **equilíbrio térmico**.

Considere agora três corpos, A, B e C, todos isolados termicamente. Se a temperatura de A for igual à de B, e também igual à de C, o que é possível afirmar sobre as temperaturas de B e de C? Sim, elas também são iguais, como registrado na **lei zero da termodinâmica**.



$$T_A = T_B \text{ e } T_A = T_C \text{ e } T_B = T_C$$

Se dois corpos estão em equilíbrio térmico em relação a um terceiro, então eles estão em equilíbrio térmico entre si.

A partir das considerações anteriores, podemos, agora, discutir a natureza do **calor**. Considere dois corpos com diferentes temperaturas e que tenham quantidades diferentes de energia interna (A). Ao colocá-los em um recipiente termicamente isolado, parte da energia interna do corpo que está com maior temperatura é transferida para o corpo que está com menor temperatura (B). O processo de transferência de energia ocorre de maneira espontânea, do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. A energia em trânsito é denominada calor, e o processo de transferência de energia cessa quando os dois corpos igualam seus níveis de agitação térmica, ou seja, quando suas temperaturas se tornam iguais, atingindo, portanto, o equilíbrio térmico (C).



O termômetro clínico é utilizado para medir a temperatura do nosso corpo.

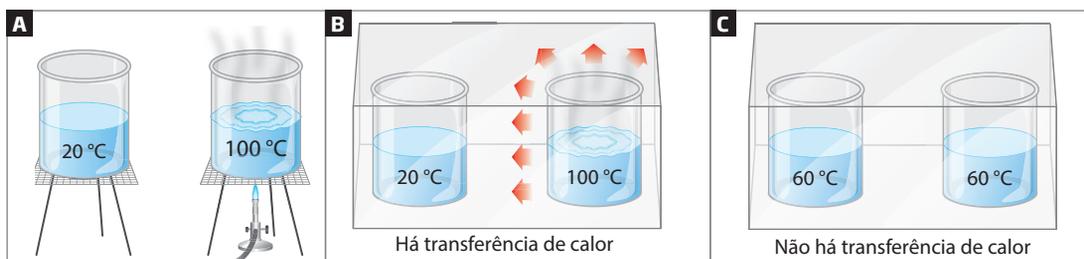


A temperatura dos líquidos na mistura tenderá para um equilíbrio térmico.

Caixa de ferramentas

Em um sistema fechado não ocorre absorção ou dissipação de energia em relação ao meio externo. Os corpos colocados no interior desse tipo de sistema trocam energia apenas entre si.

Em **A**, há dois recipientes com temperaturas diferentes; em **B**, onde o ambiente é termicamente isolado, ocorre o processo de transferência de energia até que se atinja o equilíbrio térmico, em **C**.



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Calor é energia em trânsito de um corpo para outro, devido unicamente à diferença de temperatura entre eles.

Por ser uma forma de energia em trânsito, o calor pode ser apresentado em mais de uma unidade de medida, sendo as mais adotadas o **joule (J)** e a **caloria (cal)**.

Caixa de ferramentas

Uma caloria é a quantidade de energia que, ao ser transferida para 1 grama de água, varia sua temperatura em 1 °C.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

Uma boca de fogão consegue transferir cerca de 400 calorias por segundo para uma panela com água. Um litro de água, nessa condição, inicialmente a 20 °C, demora entre 3 e 4 minutos para atingir a temperatura de ebulição, podendo variar dependendo do tipo de panela e da qualidade da chama.

Como você faria para calcular o tempo necessário para que 2 litros de água a 10 °C, colocados na mesma panela e na mesma boca de fogão, atingissem a fervura? Converse com seus colegas para responder a essa questão.



Propagação do calor

Calor é energia em trânsito que busca sempre o equilíbrio térmico, fluindo entre corpos de temperaturas diferentes até que elas se igualem, quando isso é possível. Entretanto, como mostra nossa experiência cotidiana, não há apenas uma forma de propagação do calor, mas três: **condução**, **convecção** e **radiação**.



Não há apenas uma maneira de nos aquecermos ou de aquecer alimentos.

Com base nos princípios da Física, como você acha possível justificar o uso de agasalhos de moletom ou de lã nos dias frios? Em lugares que convivem com baixas temperaturas, por que é mais comum as roupas de frio serem de cores escuras? Pense nisso antes de estudar os parágrafos seguintes.



MARC BRUXELLE/SHUTTERSTOCK

Pessoas vestindo roupas de cores escuras são vistas com frequência em regiões de baixas temperaturas. (Canadá, 2020.)

Condução térmica

A sensação de frio que sentimos em dias de baixa temperatura é minimizada ao vestir roupas de lã. O fluxo de calor entre nosso corpo (quente) e o meio externo (frio) é reduzido pelo uso desse tipo de roupa e de alguns outros tipos de tecidos. Eles funcionam como **isolantes térmicos**, diminuindo o fluxo de calor que sai do nosso corpo e vai para o ambiente.

Qual é a sensação quando colocamos uma das mãos na maçaneta de metal da porta e a outra mão na madeira da porta? Qual das mãos parece estar tocando em algo mais “frio”?



BLACKZHEEP/ISTOCK PHOTO/GETTY IMAGES



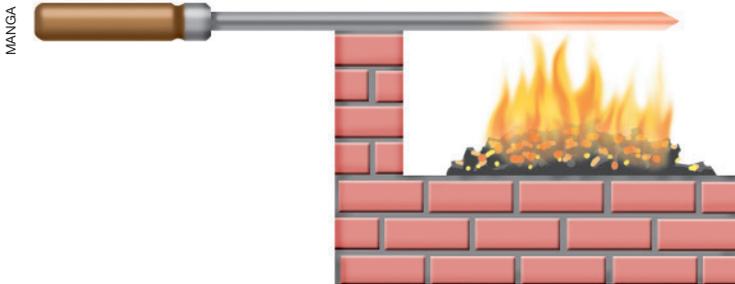
LIGHTFIELD STUDIOS/SHUTTERSTOCK

O metal é bom condutor de calor, diferentemente das roupas de lã e da madeira.

Os átomos ou moléculas que constituem os bons condutores de calor estão organizados em arranjos que têm a propriedade de transmitir a agitação térmica com mais facilidade. O metal da maçaneta, por ser bom condutor de calor, permite fluir mais rápido o calor da mão para a maçaneta quando nela seguramos.

A **condução térmica** é um processo de propagação de calor que ocorre pela transmissão da agitação de partículas de uma região de maior temperatura para partículas de uma região vizinha de menor temperatura.

No dia a dia, quando queremos nos proteger de temperaturas elevadas ou baixas, devemos fazer uso de um material que seja bom isolante térmico.



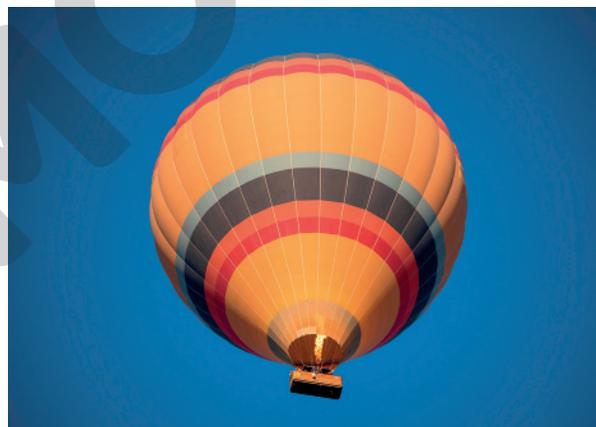
A madeira na extremidade do espeto é isolante térmico. Nos dias frios, o pássaro eriça suas penas para se manter aquecido e, com isso, diminuir a condução do calor de seu corpo para o ambiente.

Convecção térmica

O ar mais quente é menos denso e tende a subir. Com isso, o ar mais frio desce, criando no ambiente uma espécie de corrente de trocas de ar, o mais quente subindo e o mais frio descendo. Veja o exemplo do que acontece com os balões, que usam fogo na parte inferior para subir.



O processo de propagação de calor que ocorre no balão que sobe, na água que ferve e em tantos outros casos, é conhecido por **convecção térmica**.



Os balões de ar quente podem flutuar devido à diferença de densidade do ar interno e externo ao balão. (Turquia, 2019.)

Quando uma panela com água é colocada sobre uma boca acesa do fogão, ocorre com a água o mesmo efeito que ocorre com o ar em um balão: a água mais próxima ao fogo se aquece e tende a subir, enquanto a água mais fria da superfície tende a descer.

A convecção térmica é um processo de propagação de calor que se caracteriza pelo transporte de matéria entre regiões de um sistema (corpo ou meio) e que acontece apenas em fluidos (líquidos e gases), pois o movimento de matéria se dá pela diferença de densidade.

Para voar em asas-deltas e planadores, os pilotos utilizam de maneira muito eficaz as correntes de convecção presentes na atmosfera. Se o piloto deseja subir, utiliza correntes de convecção de ar quente, que, graças à baixa densidade, são ascendentes. Ao planar, os pilotos descem devido à ação da gravidade terrestre.

Quando precisam descer ainda mais, eles aproveitam as correntes de convecção de ar frio, que, por sua maior densidade, são descendentes.

Em grupos, elaborem uma lista com as habilidades que um bom piloto de asa-delta precisa demonstrar em um voo, da decolagem ao pouso. Ao final, troquem sua lista com a de outro grupo e discutam os pontos comuns e diferentes.



CONCEALED RESONANCES/SHUTTERSTOCK

As correntes de convecção possibilitam o voo de asa-delta. (Espanha, 2019.)

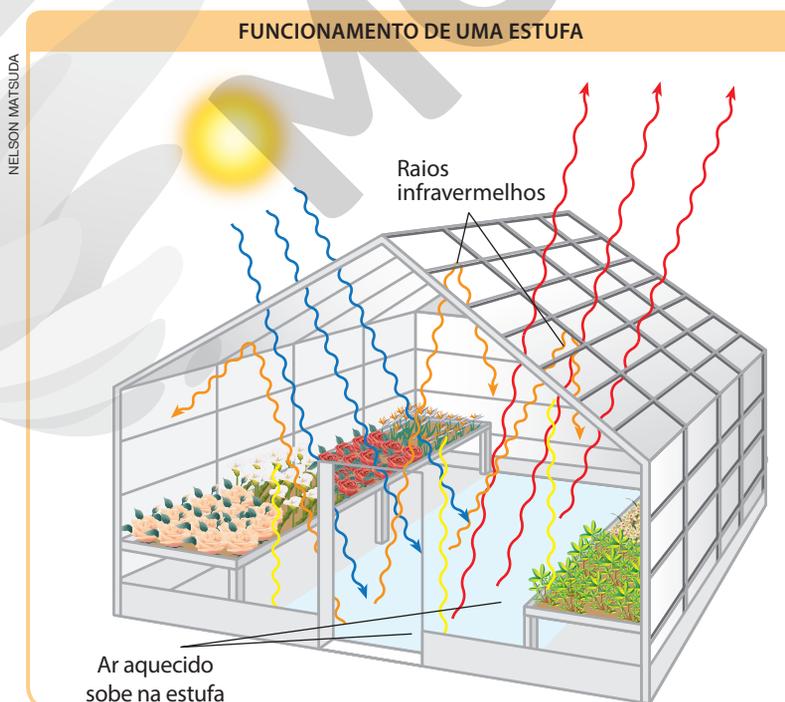
Radiação térmica

Talvez você já tenha ouvido alguém afirmar que a “Terra é uma enorme estufa”, mantendo a vida das plantas e dos animais em condições propícias, de modo semelhante ao que ocorre em uma estufa de verdade.

Uma estufa é um ambiente propício ao desenvolvimento das plantas, porque seu interior mantém uma temperatura superior à da área externa e concentra grande umidade. Isso acontece porque as paredes e o teto das estufas são feitos de vidro, o que permite a penetração de boa parte dos raios do Sol. O chão geralmente é escuro, o que facilita a absorção dos raios solares por ele. Nesse processo, a energia absorvida é reemitida pelo solo por **radiação térmica**.

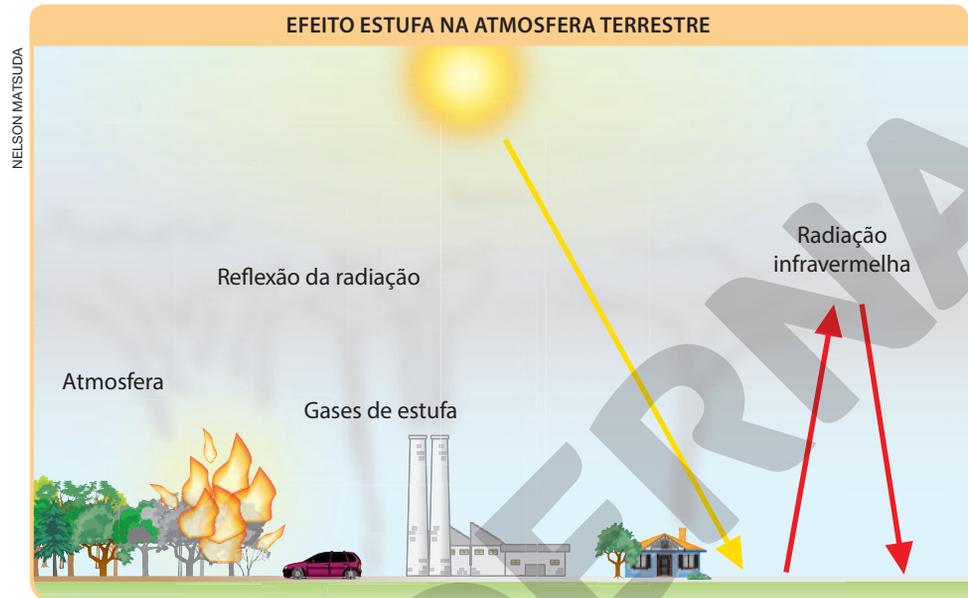
A radiação térmica é um processo de propagação de calor que se caracteriza pelo transporte de energia por meio de ondas eletromagnéticas (radiação infravermelha). Esse processo de transmissão de calor ocorre tanto no vácuo quanto em meios materiais.

No caso da estufa, pelo fato de o vidro ser opaco à radiação térmica, grande parte dela fica retida no interior da estufa, o que provoca elevação da temperatura interna e torna o ambiente adequado ao desenvolvimento das plantas. Veja o esquema abaixo.



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Esse mesmo fenômeno acontece em nosso planeta. A atmosfera terrestre é composta de uma série de gases, na maior parte nitrogênio e oxigênio. Mas há também outros gases, como dióxido de carbono, metano, óxido nitroso e ozônio, que representam cerca de 1% da atmosfera do planeta. No entanto, esses gases são capazes de reter a radiação térmica reemitida pela Terra, depois que ela recebe a radiação solar. Comparada com a estufa, a atmosfera tem o mesmo papel do vidro. Como consequência, temos uma elevação global da temperatura terrestre. Isso significa que o efeito estufa é prejudicial à vida?



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Ao contrário! Os cientistas calculam que, se não existisse esse efeito, a temperatura da atmosfera ficaria em torno de -30°C , o que, provavelmente, impediria a existência das formas de vida que conhecemos hoje.

Não é apenas o Sol, mas qualquer corpo aquecido que emite radiação térmica por meio de ondas eletromagnéticas, ou seja, que irradia energia de maneira contínua. Ao se aproximar de um objeto de metal aquecido, é possível sentir os efeitos de uma quantidade significativa de radiação térmica proveniente desse objeto metálico.



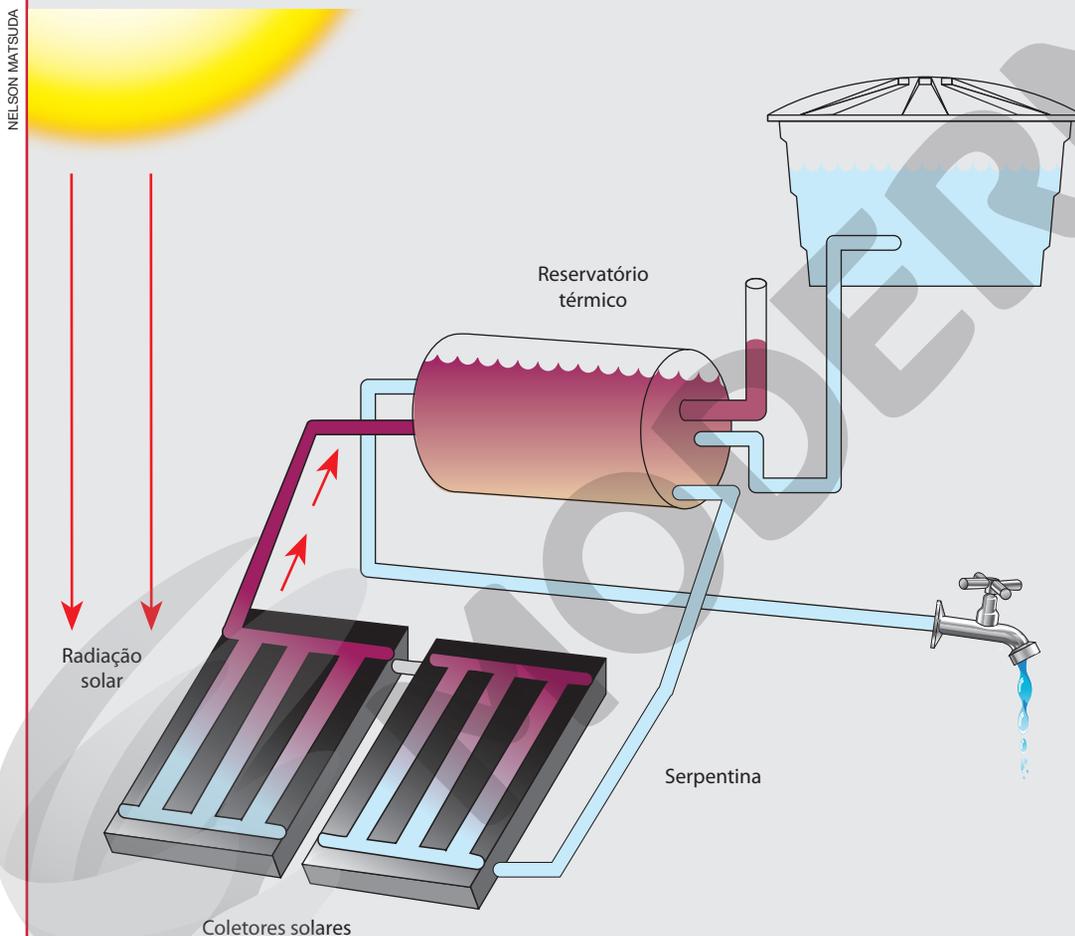
Situações nas quais os objetos manuseados emitem radiação térmica, ou seja, é possível sentir o calor da prancha alisadora e do ferro de passar roupas devido às altas temperaturas. No caso da fundição de uma peça de metal, a alta temperatura provoca a mudança de cor observada.

Os aquecedores solares

O uso de aquecedores solares vem aumentando ano a ano no Brasil por razões econômicas, uma vez que ajudam a economizar energia elétrica, e práticas, pois facilitam a obtenção de água quente, visto que o índice de insolação é alto.

Apesar de sua instalação não ser barata, a relação custo-benefício, ao longo do tempo, torna os aquecedores solares bastante vantajosos. Veja a seguir como eles funcionam.

A radiação solar é fundamental para o bom funcionamento de um aquecedor solar tradicional. Nesses aparelhos, os coletores solares captam a radiação e transmitem o calor para a água contida na serpentina. Com o aumento da temperatura e do volume, a densidade da água diminui. Isso faz com que a água suba para o reservatório, onde fica armazenada até ser consumida. Observe abaixo a representação esquemática de um aquecedor solar.



A serpentina que percorre a placa coletora deve ser metálica e todas as placas são feitas de material isolante e pintadas na cor preta. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

1. Observe na ilustração acima que a torneira que fornece água para a residência está ligada a um cano conectado à parte superior do reservatório. Como explicar esse fato com base nos princípios físicos estudados?
2. Por que a serpentina é metálica e as placas coletoras são pintadas de preto?
3. Seria possível utilizar esse tipo de coletor com o objetivo de fazer a água chegar ao reservatório com temperatura menor do que a que percorre a serpentina? Justifique.

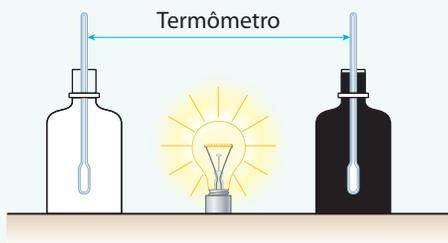
- 1 A instalação de um aparelho de ar condicionado deve ser feita na parte superior ou inferior do ambiente? Por quê?
- 2 De que maneira as correntes de convecção propagam o calor no forno de um fogão a gás residencial?
- 3 Que comparação é possível fazer entre as paredes de vidro de uma estufa e a atmosfera terrestre?



Família de inuítes protegendo-se do frio no interior de um iglu. (Canadá, 2013.)

- 4 No deserto, viajantes usam roupas de lã tanto durante o dia quanto à noite. Os inuítes construíam iglus com blocos de neve compactada. Nas duas situações, como as pessoas alcançam maior conforto térmico?
- 5 Em um dia frio de inverno, Andrea vai da sala ao banheiro. Ela está descalça e, ao pisar no piso de ladrilhos do banheiro, sente nos pés um “frio” mais intenso do que sentiu ao pisar no chão de madeira da sala. Explique por que ela teve esse tipo de sensação, dado que todos os ambientes de sua casa estão à mesma temperatura.

- 6 A existência da vida em nosso planeta depende, entre outros fatores, da transferência de calor entre o Sol e a Terra. A energia térmica proveniente do Sol está relacionada às reações de fusão nuclear em seu interior, e sua propagação até a Terra se dá por meio de ondas eletromagnéticas. Colocando ao Sol uma jarra metálica contendo água, observa-se um aumento da temperatura tanto da água quanto da jarra, pois há trocas de calor entre água, jarra e ambiente externo aquecido pelo Sol.
 - a) A transferência de calor do Sol para a Terra se dá por condução, convecção ou radiação térmica?
 - b) As temperaturas da água e da jarra sobem continuamente enquanto elas absorvem a energia térmica proveniente do Sol, ou existe um limite para a temperatura do conjunto jarra-água? Justifique sua resposta.
- 7 (Enem) Em um experimento foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida, a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas: (a) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e (b) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.



A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo experimento, foi:

- a) igual no aquecimento e igual no resfriamento.
- b) maior no aquecimento e igual no resfriamento.
- c) menor no aquecimento e igual no resfriamento.
- d) maior no aquecimento e menor no resfriamento.
- e) maior no aquecimento e maior no resfriamento.

Escalas de temperatura

A temperatura do nosso corpo, mesmo quando estamos com febre, não costuma ultrapassar 41°C. Então, quando termômetros como os das imagens ao lado mostram números tão altos, podemos estar certos de que as temperaturas estão sendo avaliadas em outra unidade de medida, não em grau Celsius.

Qual é a correspondência entre as escalas Celsius e Fahrenheit? Para avaliar essa correspondência, precisamos saber que:

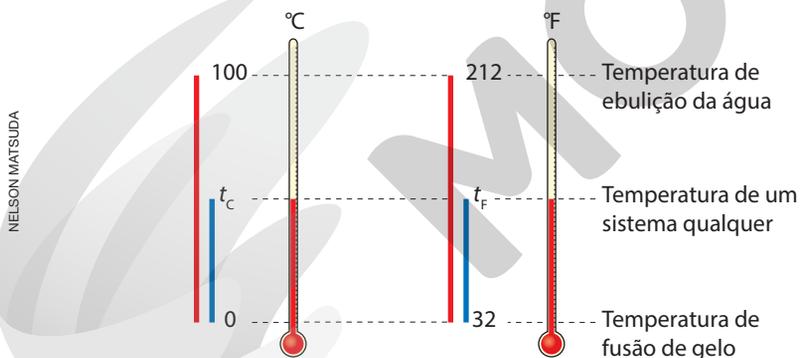
- A escala Celsius é uma escala **centígrada**, isto é, que observa diferença de 100 unidades entre dois pontos de referência, denominados **pontos fixos**. Tais pontos são a temperatura de fusão do gelo, 0 °C, e a temperatura de ebulição da água, 100 °C.
- A escala Fahrenheit, desenvolvida em 1714 pelo cientista alemão Daniel Fahrenheit, atribui 32 °F ao ponto de fusão do gelo e 212 °F ao ponto de ebulição da água. Nessa escala há, portanto, diferença de 180 unidades entre as temperaturas dos dois pontos fixos que considera (212 – 32 = 180).

Convém destacar que essas temperaturas, tanto em uma quanto em outra escala, são avaliadas nas condições normais de temperatura e pressão.

Caixa de ferramentas

As condições normais de temperatura e pressão (CNTP) são consideradas para as situações experimentais em que a temperatura é de 0 °C e a pressão de 1 atmosfera.

Para estabelecer a relação entre as escalas Celsius e Fahrenheit, fixamos as posições correspondentes aos pontos de fusão e de ebulição da água. Dessa forma, podemos buscar a relação para a temperatura de um corpo nessas escalas, seja ela de Celsius (t_c) para Fahrenheit (t_f), ou vice-versa.



Representação esquemática da temperatura de um sistema obtida simultaneamente por dois termômetros graduados nas escalas Celsius e Fahrenheit.

A relação entre as escalas Celsius e Fahrenheit, expressa por uma equação matemática, pode ser obtida por meio da relação de proporcionalidade entre os segmentos determinados pelas alturas da coluna do líquido nas duas escalas. Observando a representação dessas escalas na figura anterior, podemos escrever a seguinte proporção:

$$\frac{t_c - 0}{100 - 0} = \frac{t_f - 32}{212 - 32} \Rightarrow \frac{t_c}{100} = \frac{t_f - 32}{180} \Rightarrow t_c = \frac{5}{9}(t_f - 32)$$

Retomando a temperatura apresentada nos termômetros das imagens iniciais, façamos a correspondência entre 103 °F e esse valor na escala Celsius:

$$t_c = \frac{5}{9}(t_f - 32) \Rightarrow t_c = \frac{5}{9}(103 - 32) = \frac{5}{9}(71) \approx 39 \text{ °C}$$

CHASS3/ISTOCK PHOTO/GETTY IMAGES

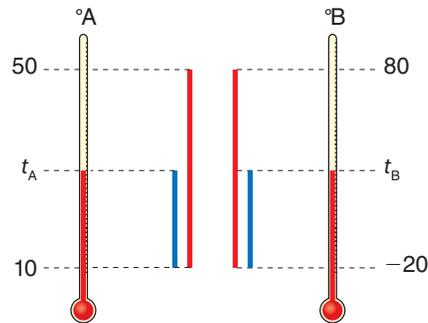


Termômetro clínico registra a temperatura em Fahrenheit (°F).



No parque conhecido como Vale da Morte, o termômetro registra a temperatura ambiente na unidade Fahrenheit (°F), adotada em alguns poucos países do mundo. (Califórnia, Estados Unidos, 2018.)

O procedimento adotado na elaboração da correspondência entre as escalas Celsius e Fahrenheit pode ser adotado para quaisquer outras duas escalas, desde que sejam conhecidos os pontos fixos de cada escala. Por exemplo, supondo que em uma escala A os pontos fixos são 10°A e 50°A e em uma escala B são 220°B e 80°B , vamos obter a expressão matemática que relaciona temperaturas nessas duas escalas, isto é, vamos obter a **equação de conversão** entre A e B. Observe o esquema:



Escrevemos a proporcionalidade entre as medidas dos segmentos representados pelas alturas da coluna nos termômetros, referentes a duas temperaturas genéricas, t_A e t_B :

$$\frac{t_A - 10}{50 - 10} = \frac{t_B - (-20)}{80 - (-20)}$$

Simplificando e isolando uma das temperaturas, t_A , por exemplo, teremos:

$$t_A = \frac{2}{5}t_B + 18$$

Então, por exemplo, quando $t_B = 60^{\circ}\text{B}$:

$$t_A = \frac{2}{5} \cdot 60 + 18 \Rightarrow t_A = 42^{\circ}\text{A}$$

Escala Kelvin (K) ou escala absoluta

Teoricamente não há um limite máximo para a temperatura de um corpo, mas existe um limite mínimo. Como o conceito de temperatura está associado à medida do grau de agitação das partículas de um corpo, o menor valor para a sua temperatura deve representar total ausência de agitação térmica. Essa temperatura é denominada **zero absoluto** e corresponde a aproximadamente $-273,15^{\circ}\text{C}$.

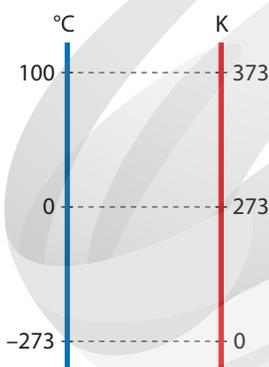
A temperatura considerada zero absoluto é um valor teórico, praticamente inatingível, sendo possível atingir apenas valores próximos em experimentos laboratoriais.

A escala Kelvin é uma escala absoluta, pois seu menor valor de temperatura é representado pelo número zero. Assim, todas as temperaturas medidas nessa escala são necessariamente positivas.

Considerando a temperatura aproximada de -273°C como o zero absoluto, 0°C corresponderá a 273 K e, assim, 100°C será equivalente a 373 K. A temperatura em kelvin (T) equivale à temperatura (t_C) em grau Celsius acrescida de 273:

$$T = t_C + 273$$

A unidade de temperatura no Sistema Internacional (SI) é o kelvin (K) e não se usa o símbolo grau ($^{\circ}$), como no caso das escalas Celsius e Fahrenheit.

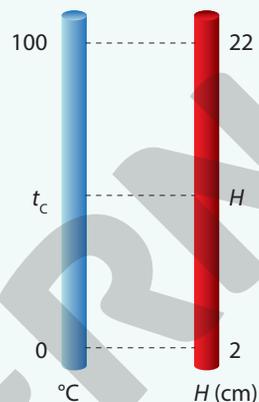


Este esquema representa a equivalência entre temperaturas medidas nas escalas Celsius e Kelvin.

- 1 Dois termômetros de mercúrio, idênticos, um deles graduado na escala Celsius e o outro na escala Fahrenheit, estão sendo usados para medir a temperatura do mesmo líquido. A altura da coluna de mercúrio que indica essa temperatura no termômetro Celsius é maior, menor ou igual à altura correspondente no termômetro Fahrenheit? Justifique.
- 2 Durante uma viagem a um país de língua inglesa, uma moça diz a seu marido que não se sente bem e desconfia estar com febre. Ao medir a temperatura da esposa com um termômetro graduado na escala Fahrenheit, o marido lê o valor 100 °F.
 - a) Considerando 37 °C como a temperatura normal média de um adulto, é possível afirmar que a moça está com febre?
 - b) Qual é o valor da temperatura em graus Fahrenheit equivalente a 37 °C?
- 3 O físico francês René de Réaumur (1683-1757) provavelmente foi o primeiro a perceber que a fusão do gelo e a ebulição da água eram fenômenos de fácil reprodução e, portanto, adequados ao papel de pontos fixos. Em sua escala, Réaumur adotou 0 °R para o gelo fundente e 80 °R para a temperatura da água em ebulição.
 - a) Encontre a equação que estabelece uma relação entre as escalas termométricas Celsius e Réaumur.

- b) Um corpo sofre uma variação de temperatura de 20 °R. Qual é o valor dessa variação em grau Celsius?
- c) Qual é a temperatura, em graus Réaumur, equivalente a 473 K?

- 4 Em um termômetro contendo um líquido, a grandeza termométrica é o comprimento H da coluna líquida. Abaixo, representa-se esquematicamente a relação entre a temperatura t_c na escala Celsius e o valor da altura H em centímetro.



- a) Expresse matematicamente a relação que fornece a temperatura na escala Celsius em função da altura da coluna líquida.
- b) Qual é o valor da temperatura na escala Celsius para a altura $H = 15$ cm?

LUIZ RUBIO

Esquenta mais rápido, resfria mais rápido

Em dias quentes de verão, muitas pessoas buscam piscinas para se refrescar. Ao mergulhar, a camada de ar que envolve nosso corpo é subitamente substituída por uma camada de água. Como a temperatura do ar é maior que a da água, sentimos um frescor repentino e prazeroso, pois há um aumento do fluxo de calor do nosso corpo para a água, quando mergulhamos. Nas noites de verão, quando a temperatura do ar diminui um pouco em relação ao período diurno, a água da piscina parecerá aquecida ao mergulhar. Assim, as sensações da manhã e da noite, embora de naturezas diferentes, são ambas agradáveis.

Por que a água da piscina parece fria pela manhã e aquecida à noite?



RAFAEL BEN ARI/ALAMY/FOTOARENA



BLICKWINKEL/ROYER/ALAMY/FOTOARENA

A diferença entre as temperaturas do ar e da água é responsável pela sensação de prazer que temos ao mergulhar em uma piscina durante um dia de Sol ou em uma noite quente de verão.

A radiação solar fornece, em princípio, a mesma quantidade de calor para o ar e para a água da piscina. Entretanto, o ar se aquece mais rapidamente do que a água durante o dia e esfria mais rapidamente à noite. Isso ocorre porque ar e água possuem diferentes **calores específicos (c)**.

Calor específico é uma característica de cada material, expresso geralmente em cal/g °C, e representa a quantidade de calor que deve ser fornecida ou retirada de cada 1 grama do material para que sua temperatura aumente ou diminua 1 °C, respectivamente.

O calor específico da água, igual a 1,0 cal/g °C, é maior que o calor específico da maioria das substâncias. Assim, quando se utilizam fontes de calor de igual potência para aquecer massas iguais de água e de outra substância em um mesmo intervalo de tempo, a água costuma ter uma elevação menor de temperatura.



Panela contendo óleo e panela contendo água, ambas com quantidades iguais e à temperatura ambiente.

Qual das duas substâncias, a água ou o óleo, atingirá primeiro a temperatura de 80 °C?

O calor específico do óleo é 0,6 cal/g °C. Isso significa que cada 1 g de óleo precisa de 0,6 cal para elevar 1 °C sua temperatura.

No caso da substância ferro, seu calor específico é de 0,11 cal/g °C, ou seja, são necessárias apenas 0,11 cal para elevar em 1 °C a temperatura de 1 g de ferro.

É importante ressaltar que o calor específico é característico de cada substância. Em outras palavras, não existem duas substâncias diferentes com calores específicos iguais. A seguir, a tabela apresenta valores de calor específico de algumas substâncias.

Calor específico de substâncias	
Substância	c (cal/g °C)
Água	1,0
Ferro	0,11
Cobre	0,093
Prata	0,056
Chumbo	0,031
Mercúrio	0,033
Gelo	0,55

Fonte: LIDE, D.R. (Ed.). *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 84. ed. Boca Raton: CRC Press, 2003.

- 1 Dois pedaços de ferro, de 1 kg e de 3 kg, receberão quantidades iguais de calor. Qual dos dois pedaços sofrerá a maior variação de temperatura? (Suponha que o estado físico do ferro não se altere.)
- 2 Dois corpos sólidos de mesma massa, sendo um formado por prata [$c_{\text{prata}} = 0,056 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$] e o outro por chumbo [$c_{\text{chumbo}} = 0,031 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$], inicialmente à mesma temperatura, recebem quantidades iguais de calor e não mudam de estado. Qual dos dois corpos tem, ao final, maior valor de temperatura?
- 3 Uma massa de 200 g de cobre, inicialmente a 20°C , foi aquecida e recebeu determinada quantidade de calor, tendo atingido a temperatura final de 35°C . Quantas calorias recebeu a massa de cobre nesse processo? [Dado: calor específico do cobre = $0,093 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$.]

Equação fundamental da calorimetria

Dois objetos feitos da mesma substância, com o mesmo calor específico (c), mas com massas diferentes, necessitam de quantidades diferentes de calor (Q) para que sofram a mesma elevação de temperatura (ΔT).

Consideremos, por exemplo, o caso do óleo de calor específico $0,6 \text{ cal}/\text{g} \cdot ^\circ\text{C}$. Se 1 g de óleo necessita 0,6 cal para ter sua temperatura aumentada de 1°C , podemos escrever algumas proporções:

Massa (m) de óleo	Varição da temperatura (ΔT)	Quantidade de calorias (Q)
1 g	1°C	0,6 cal
2 g	1°C	$2 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ cal}$
100 g	1°C	$100 \cdot 0,6 = 60 \text{ cal}$
100 g	2°C	$100 \cdot 2 \cdot 0,6 = 120 \text{ cal}$

A quantidade de calorias (Q) é, portanto, diretamente proporcional tanto à massa (m) quanto à variação de temperatura (ΔT) atingida pela substância. Essas relações de proporcionalidade permitem estabelecer uma equação entre as grandezas envolvidas. Tal equação é a **equação fundamental da calorimetria**.

A quantidade de calor (Q) que um corpo de massa (m) e calor específico (c) absorve ou libera, variando sua temperatura em um certo valor (ΔT), pode ser calculada pelo produto entre m , c e ΔT . Isto é:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

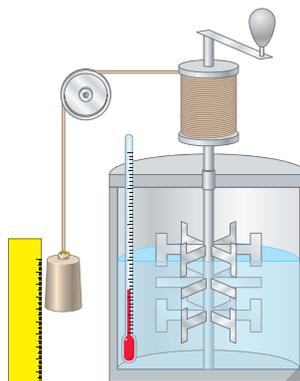
Convém observar que a equação fundamental deve ser aplicada unicamente para substâncias que absorvam ou liberem calor sem alteração de seu estado físico. Isso porque substâncias mudando de estado, quando as temperaturas permanecem constantes, exigem quantidades de calor normalmente maiores do que para a elevação de sua temperatura.

Caixa de ferramentas

Atenção à compatibilidade entre as unidades de medida: massa (m) em grama, variação de temperatura (ΔT) em $^\circ\text{C}$, calor absorvido ou liberado (Q) em caloria, e calor específico em $\text{cal}/\text{g} \cdot ^\circ\text{C}$.

Calor e energia mecânica

Desde os experimentos de James P. Joule, no século XIX, sabe-se que o calor é uma forma de energia em trânsito. Em um desses experimentos, Joule conectou um peso, por meio de um fio vertical enrolado em um carretel, às pás que giravam imersas em uma cuba com água, conforme a figura abaixo. Ele verificou que a água se aquecia e associou a energia potencial gravitacional do peso em queda à elevação de temperatura da água agitada pelas pás.



Esquema do mecanismo montado por Joule para determinar a conversão de calor em energia mecânica. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Para entender melhor o objetivo de Joule com esse experimento, vamos relembra algumas expressões:

1. A expressão que permite calcular a energia potencial gravitacional (E_{pg}) de um corpo de massa m a uma altura h em relação a um plano horizontal de referência é:

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

2. A quantidade de calor (Q) recebida ou liberada por um corpo de massa (m) e calor específico (c), quando sua temperatura varia em certo valor (ΔT), é obtida por:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

3. A energia cinética (E_c) de um corpo de massa m , que se move a velocidade v , é calculada por:

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

4. Quando um corpo desce em queda livre, sua energia mecânica (E_{mec}) a cada instante da queda é a soma dos valores de sua energia potencial gravitacional (E_{pg}) e de sua energia cinética:

$$E_{mec} = E_{pg} + E_c$$

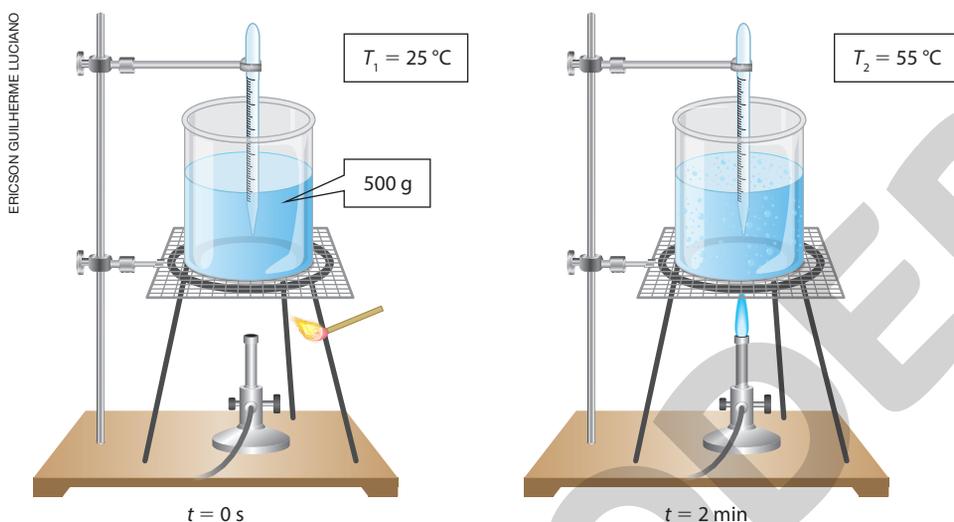
Em seu experimento, Joule fez o corpo amarrado ao fio descer com velocidade constante, de maneira que sua energia cinética também era constante durante toda a queda. Se a energia cinética (E_c) não variar e a energia potencial gravitacional (E_{pg}) for nula no final da queda, poderemos associar a energia potencial gravitacional ao aquecimento da água.

Relacionando a energia potencial inicial com a quantidade de calor necessária para o aquecimento da água, Joule pôde determinar o valor do **equivalente mecânico do calor**, isto é, quanto de energia mecânica se converteu em variação de energia interna, obtendo o seguinte fator:

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

Dessa forma, desconsiderando perdas de calor para o meio ambiente, a energia mecânica de um corpo pode se converter em aumento de energia interna, ou vice-versa, de acordo com esse fator determinado por Joule.

Vamos considerar, por exemplo, 500 g de água, inicialmente a 25 °C, colocada em um béquer e levada a aquecimento em um bico de Bunsen. Supondo que após 2 minutos de aquecimento, a água no béquer atinja a temperatura de 55 °C, vamos calcular a potência aproximada, em watt, do bico de Bunsen, desconsiderando as perdas de calor para o ambiente, e lembrando que $c_{\text{água}} = 1,0 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$.



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Temos os seguintes dados:

$$\Delta T = 55 - 25 = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$m = 500 \text{ g}$$

$$t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$$

Calculemos a quantidade de calor transferida à água:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 500 \cdot 1 \cdot 30 = 15.000 \text{ cal}$$

Convertemos para joules a quantidade de calor em calorias, considerando que $1 \text{ cal} \approx 4,18 \text{ J}$.

$$Q = (15.000) \div 4,18 \approx 3.588 \text{ J}$$

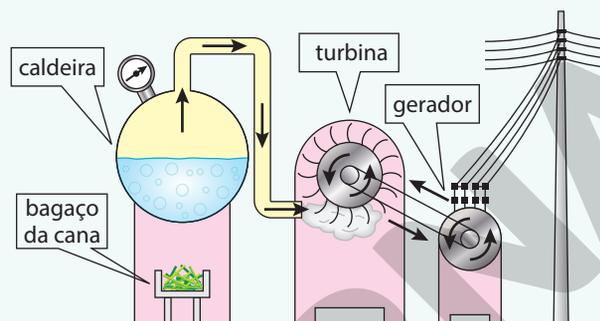
Para o cálculo da potência do bico de Bunsen, desconsiderando as perdas de calor para o ambiente, devemos dividir a quantidade de calor, em joule, pelo intervalo de tempo decorrido, em segundo.

$$\text{Potência} = \frac{3.588 \text{ J}}{120 \text{ s}} \approx 30 \text{ J/s} = 30 \text{ W}$$

Nas condições descritas, a potência do bico de Bunsen é de, aproximadamente, 30 watts. Todavia, como é considerável a perda de calor para o ambiente em experimento dessa natureza, a potência de um bico é, na realidade, maior do que 30 W.

- 1 Uma massa de 400 g de gelo é retirada de um freezer cuja temperatura interna é $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$. Que quantidade de calor o gelo precisará absorver para que sua temperatura atinja $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (sem mudar de estado)?
[Dado: $c_{\text{gelo}} = 0,55\text{ cal}/(\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C})$.]
- 2 Uma amostra de 2 kg de certo material está à temperatura ambiente de $22\text{ }^{\circ}\text{C}$. Para determinar o valor do calor específico desse material, um estudante aquece a amostra durante 10 minutos em um bico de Bunsen de potência conhecida e igual a 100 cal/s . Ao final, o estudante detecta que a temperatura da amostra é $82\text{ }^{\circ}\text{C}$. Qual foi o valor calculado por ele para o calor específico da substância constituinte da amostra?
- 3 Quanto tempo será necessário para que 400 g de óleo tenha sua temperatura elevada de $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ para $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ quando aquecida por uma fonte de potência 2.090 W ? (Dado $c_{\text{óleo}} = 0,6\text{ cal}/\text{g } ^{\circ}\text{C}$, e $1\text{ cal} = 4,18\text{ J}$.)
- 4 O principal componente da matriz energética brasileira, como se sabe, são as usinas hidrelétricas. Aproximadamente 75% da eletricidade gerada no país é obtida pelo aproveitamento das quedas-d'água para a movimentação das turbinas. Entre as demais fontes de energia elétrica, embora ainda com pequena participação percentual, está a queima do bagaço de cana nas usinas termelétricas.

Em algumas dessas usinas, a queima do bagaço de cana é utilizada para aquecer a água contida em uma caldeira. O vapor de água obtido no processo é lançado nas turbinas sob forte pressão. Às turbinas são acoplados eletroímãs, que, ao girarem dentro de intensos campos eletromagnéticos, geram a corrente elétrica que vai abastecer locais próximos às usinas.



Segundo cálculos otimistas, o bagaço de cana tem poder calorífico de cerca de 2.000 kcal/kg quando queimado. Isso significa que algumas pequenas usinas de álcool conseguem ser autossuficientes na produção de energia elétrica.

Determine a massa de bagaço de cana que deverá ser queimada para que 200 litros de água, inicialmente a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, sejam aquecidos na caldeira até se transformarem em vapor. [Dados: densidade da água = $1,0\text{ kg/L}$; calor específico da água = $1,0\text{ cal}/(\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C})$.]

Fique por dentro

Internet

Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

<<http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?inoid=925&sid=9>>

No endereço eletrônico é possível encontrar um texto da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) sobre o aquecimento global, tema relativo aos conceitos desenvolvidos neste capítulo.

Acesso em: 3 jun. 2020.

Livro

BERNHARD, E. *Quente e Frio*. São Paulo: Ibep Nacional, 2006. (Coleção O que é?)

Livro apresenta e explica diversas situações relacionadas à variação de temperatura de forma experimental e didática, permitindo, assim, maior compreensão dos conceitos de calor e fenômenos científicos a partir de um olhar científico do mundo.

Filmes

Uma verdade inconveniente. Direção: Davis Guggenheim. Estados Unidos, 2006. (96 min.)

O documentário alerta para os riscos do aquecimento global, apresentando uma visão do futuro do planeta e da civilização.

Uma verdade mais inconveniente. Direção: Bonni Cohen e Jon Shenk. Estados Unidos, 2017. (98 min.)

Dez anos após o documentário *Uma verdade inconveniente* ter alertado sobre a necessidade da união entre países para tratar a crise iminente envolvendo o aquecimento global, essa sequência mostra as consequências práticas da crise climática e os avanços obtidos na obtenção de energia de fontes limpas.

Lugares para visitar

Centro de Divulgação Científica e Cultural — CDCC

São Carlos, SP

<<https://cdcc.usp.br/>>

O Centro promove um contato direto com os resultados da produção científica e cultural, utilizando diversos tipos de atividades na divulgação das ciências para jovens e adultos.

Acesso em: 23 jun. 2020.

- 1 (Enem) Em 1962, um *jingle* (vinheta musical) criado por Heitor Carillo fez tanto sucesso que extrapolou as fronteiras do rádio e chegou à televisão ilustrado por um desenho animado. Nele, uma pessoa respondia ao fantasma que batia em sua porta, personificando o “frio”, que não o deixaria entrar, pois não abriria a porta e compraria lãs e cobertores para aquecer sua casa. Apesar de memorável, tal comercial televisivo continha incorreções a respeito de conceitos físicos relativos à calorimetria.

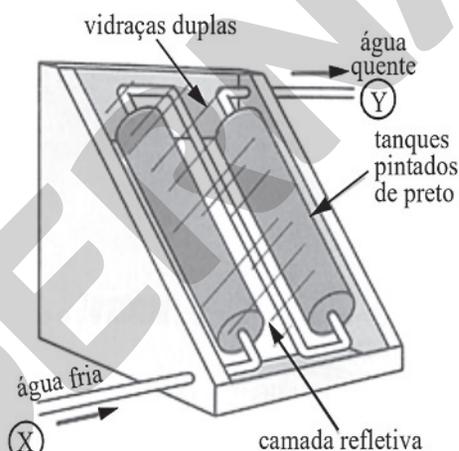
DUARTE, M. *Jingle é a alma do negócio*: livro revela os bastidores das músicas de propagandas. Disponível em: <<https://www.guiadoscuriosos.com.br/>>. Acesso em: 23 jun. 2020 (adaptado).

Para solucionar essas incorreções, deve-se associar à porta e aos cobertores, respectivamente, as funções de:

- Aquecer a casa e os corpos.
 - Evitar a entrada do frio na casa e nos corpos.
 - Minimizar a perda de calor pela casa e pelos corpos.
 - Diminuir a entrada do frio na casa e aquecer os corpos.
 - Aquecer a casa e reduzir a perda de calor pelos corpos.
- 2 (Enem) Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras “calor” e “temperatura” de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado como “algo quente” e temperatura mede a “quantidade de calor de um corpo”. Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática. Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?
- A temperatura da água pode ficar constante durante o tempo em que estiver fervendo.
 - Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.
 - A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.

- A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura.
- Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água que está em seu interior com menor temperatura do que a dele.

- 3 (Enem) O uso mais popular de energia solar está associado ao fornecimento de água quente para fins domésticos. Na figura abaixo, é ilustrado um aquecedor de água constituído de dois tanques pretos dentro de uma caixa termicamente isolada e com cobertura de vidro, os quais absorvem energia solar.



A. Hinrichs e M. Kleinbach. *Energia e meio ambiente*. São Paulo: Thompson, 3ª ed., 2004, p. 529 (com adaptações).

Nesse sistema de aquecimento,

- os tanques, por serem de cor preta, são maus absorvedores de calor e reduzem as perdas de energia.
- a cobertura de vidro deixa passar a energia luminosa e reduz a perda de energia térmica utilizada para o aquecimento.
- a água circula devido à variação de energia luminosa existente entre os pontos X e Y.
- a camada refletiva tem como função armazenar energia luminosa.
- o vidro, por ser bom condutor de calor, permite que se mantenha constante a temperatura no interior da caixa.

Próximos passos

Como estudamos neste capítulo, a temperatura do corpo aumenta quando ele absorve calor, e diminui quando cede calor ao ambiente. Calor, portanto, é energia em trânsito. Absorver ou ceder calor são processos fundamentais para a manutenção da vida nos ecossistemas, como você estudará no capítulo seguinte.

Vida e energia

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

BNCC:
EM13CNT101
EM13CNT202
EM13CNT203
EM13CNT206
EM13CNT302
EM13CNT304

Para começo de conversa

O Sol, responsável pelo regime de ventos, pelo ciclo da água e outros fenômenos, está relacionado às fontes de energia utilizadas pelos seres humanos nas suas diversas atividades. Mas não é apenas o ser humano que depende do Sol para sua sobrevivência. Toda a vida na Terra precisa de energia proporcionada pela radiação solar.

Antes de entrarmos nessa questão, precisamos entender como a vida se organiza em seus sistemas e como a energia flui nesses ambientes.

Nesse contexto, será possível responder a perguntas como: Onde vivem os seres vivos? Como interagem entre si? Por que interagem entre si? O que é necessário para que um ambiente seja considerado ecossistema?

Neste capítulo você estudará o conceito de **ecossistema**, incluindo também aspectos relacionados ao **fluxo de energia** e às **relações entre os seres vivos** vivendo nesses ambientes.



Campo de trigo com sol nascente, Vincent van Gogh. O estilo característico do artista conta com pinceladas bem demarcadas e justapostas. O ritmo e a disposição das pinceladas parece conferir agitação às imagens, retratando uma natureza em constante movimento. Nessa pintura, o Sol se destaca, irradiando sua energia por toda a paisagem. (Óleo sobre tela, 71 cm × 90,5 cm. Coleção particular.)

VICENT VAN GOGH - COLEÇÃO PARTICULAR

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

Ecosistema: um mundo de interações

Como todo sistema, o ecossistema é mais do que a soma de suas partes: as propriedades que o caracterizam surgem dos seus componentes e das interações entre eles. Em 1935, o ecólogo inglês Arthur George Tansley (1871-1955) usou o termo **ecossistema** para descrever um sistema no qual os componentes vivos e os não vivos interagem uns com os outros.

Portanto, podemos definir ecossistema como a unidade onde a interação dos seres vivos entre si e com os fatores não vivos gera energia para garantir a sobrevivência e a reprodução dos indivíduos.

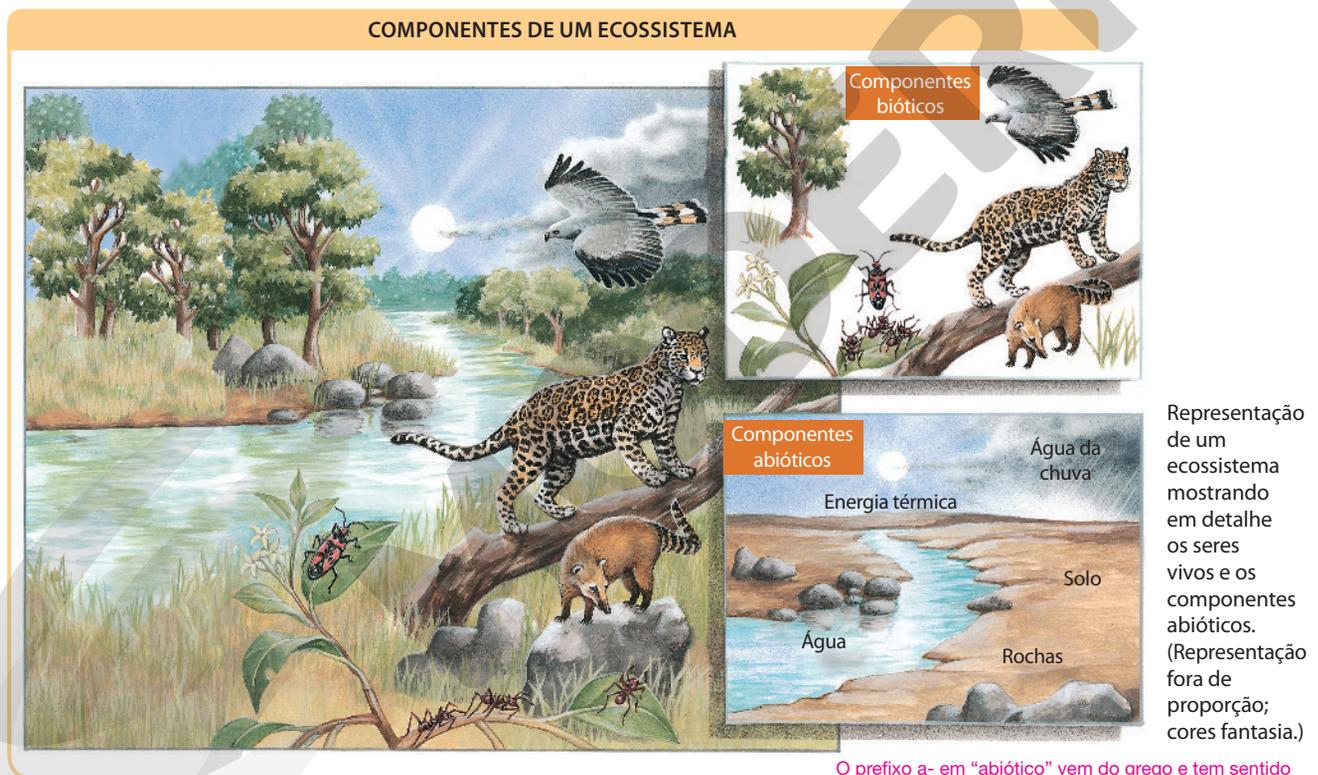
Esses princípios que descrevem os ecossistemas podem ser aplicados a praticamente qualquer escala, desde uma pequena poça de água até a biosfera.

Os ecossistemas naturais podem ser terrestres ou aquáticos, de acordo com o meio predominante. Ecossistemas manejados pelo ser humano podem ser, conforme o grau de interferência, seminaturais (ou seja, alterados, mas ainda com elementos nativos) ou urbanos (com baixa presença de componentes naturais).

Todos os seres vivos que constituem o ecossistema são chamados de **componentes bióticos**. Os demais constituintes são os **componentes abióticos**, que incluem os fatores físicos e geoquímicos do ambiente, como a temperatura, a radiação solar, a umidade relativa do ar, o solo e os gases atmosféricos.

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

CECILIA IWASHITA



Representação de um ecossistema mostrando em detalhe os seres vivos e os componentes abióticos. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

O prefixo a- em “abiótico” vem do grego e tem sentido de negação. Assim, abiótico é algo não vivo, anormal é algo não normal etc. Comente isso com os estudantes, para que possam inferir o significado dos termos iniciados com esse prefixo.

Hábitat e nicho ecológico

Hábitat é o ambiente onde determinada espécie vive. É caracterizado por componentes bióticos (os seres vivos) e abióticos, por exemplo, condições de luz, temperatura e umidade. Cada espécie possui características que lhe permitem viver em seu hábitat, e algumas espécies podem ter distribuição geográfica mais ampla que outras.

O **nicho ecológico** de uma espécie é a forma como ela atua no espaço e no tempo, ou seja, ocupação do hábitat, interação com outros organismos e período de atividade. Ele é determinado pelo modo de vida da espécie e pelas condições necessárias para sua sobrevivência. Inclui o tipo de alimentação, os predadores naturais, os locais onde se abrigam, entre outros fatores.

Relações tróficas

A sobrevivência e a reprodução das espécies depende da energia gerada a partir das interações entre os componentes vivos e não vivos de um ecossistema. Essa energia, portanto, encontra-se constantemente transitando entre os componentes bióticos do ecossistema, os quais podem ser classificados de acordo com as relações de alimentação que estabelecem entre si. Essas chamadas **relações tróficas** constituem as **cadeias alimentares**.

Cadeias alimentares

As cadeias alimentares são processos de fluxo e distribuição de energia entre os seres vivos. Nelas ocorre transferência de energia e matéria por meio de processos químicos e físicos. Essas cadeias iniciam sempre com um organismo **autótrofo** (bactéria fotossintetizante, alga ou planta), ou seja, capaz de produzir seu próprio alimento. Organismos **heterótrofos**, que não têm essa capacidade, obtêm energia ao se alimentarem dos autótrofos ou de outros organismos heterótrofos, fazendo assim a energia fluir pela cadeia.

Portanto, as cadeias alimentares são também representações gráficas do fluxo de energia. Cada organismo, exceto os autótrofos, se alimenta do ser vivo que o precede na cadeia e pode servir de alimento para o elo que o sucede, caso haja um. Cada elo da cadeia representa um **nível trófico**, que pode ser classificado em três categorias: **produtor**, **consumidor** e **decompositor**.

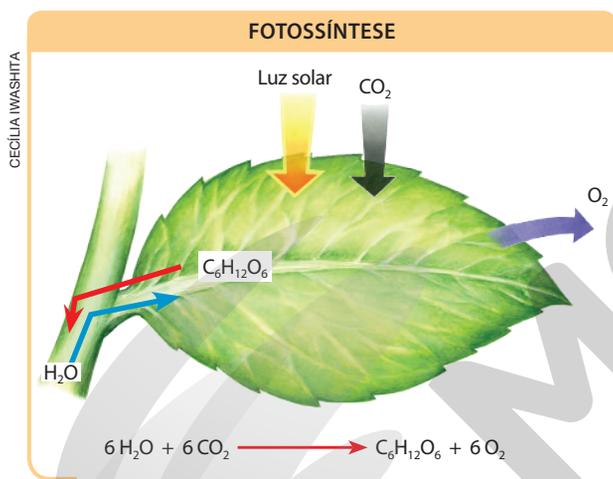
Produtores

São os organismos autótrofos que captam energia, luminosa ou química, e sintetizam compostos orgânicos a partir de substâncias inorgânicas. A maior parte dos produtores realiza **fotossíntese**. A energia química resultante fica armazenada nas ligações químicas dos carboidratos (açúcares) formados na fotossíntese e permanece disponível para os organismos produtores e para os demais integrantes da cadeia alimentar.

Os produtores constituem o primeiro nível trófico da cadeia.

Representação esquemática da fotossíntese, processo no qual organismos produtores sintetizam compostos orgânicos a partir de substâncias inorgânicas e energia luminosa, como simplificado na equação química. (Cores fantasia.)

Fonte: RAVEN, P. H. et al. *Biologia vegetal*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.



Consumidores

Os organismos heterótrofos obtêm energia alimentando-se de outros organismos, pois não são capazes de produzir o próprio alimento. Assim, os consumidores podem ser classificados da seguinte maneira:

- **Consumidores primários:** também chamados de consumidores de primeira ordem, são organismos herbívoros que se alimentam diretamente dos produtores. Constituem o segundo nível trófico da cadeia alimentar.
- **Consumidores secundários:** também chamados de segunda ordem, são organismos carnívoros que se alimentam dos consumidores primários. Constituem o terceiro nível trófico.
- **Consumidores terciários:** também chamados de consumidores de terceira ordem, são animais carnívoros que se alimentam de outros carnívoros, ou seja, de consumidores secundários. Os consumidores terciários constituem o quarto nível trófico.

Cadeias alimentares longas são menos comuns, mas podemos encontrar também consumidores quaternários, aqueles que se alimentam de consumidores terciários, constituindo o quinto nível trófico da cadeia, e assim por diante.

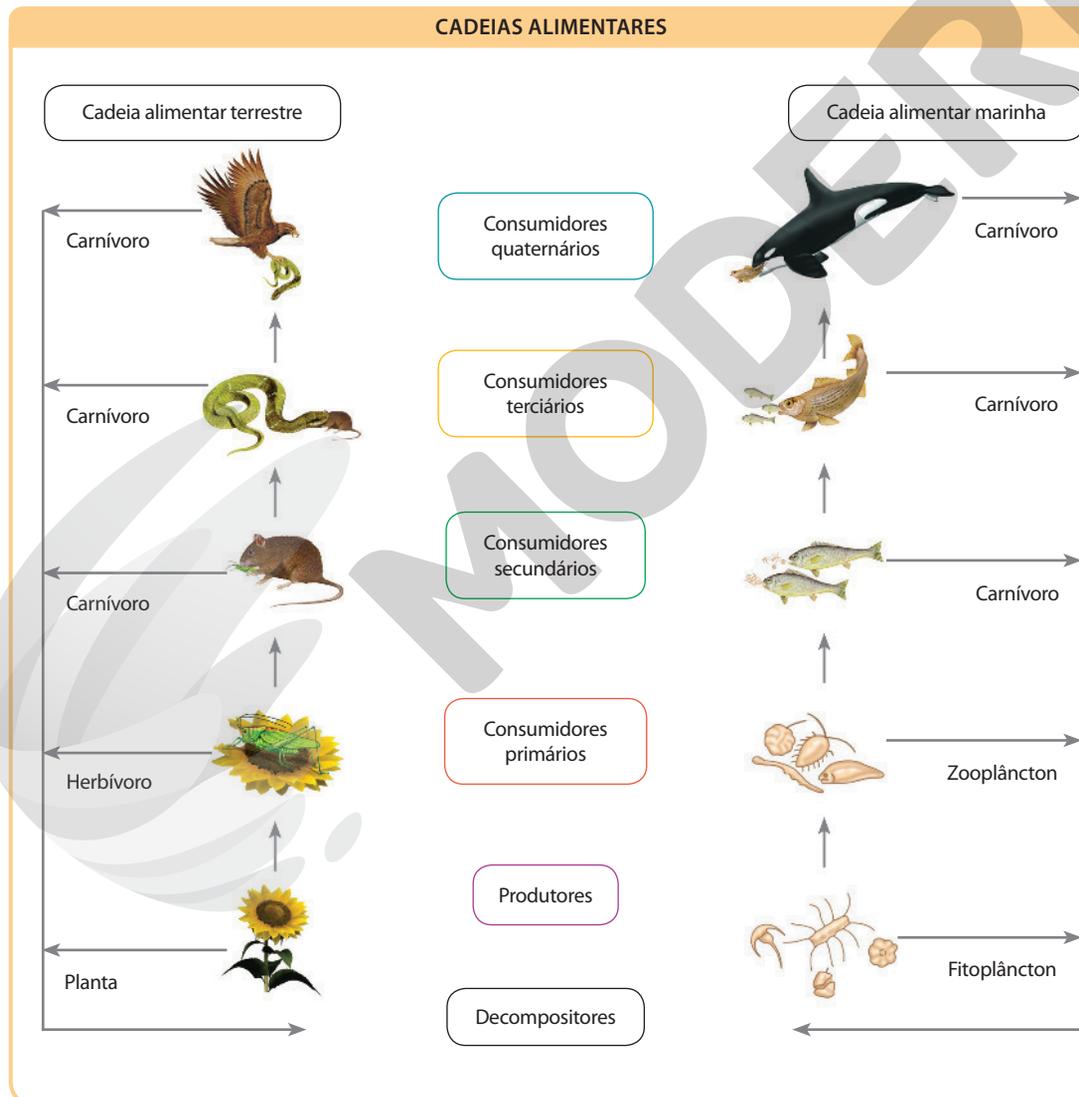
Decompositores

São seres vivos, como fungos e bactérias, que decompõem a matéria orgânica dos organismos mortos obtendo, dessa forma, nutrientes e energia. Os decompositores fazem uso também das substâncias contidas nos resíduos e nas excreções de outros organismos e são os responsáveis pela reciclagem dos elementos químicos, disponibilizando-os novamente para outros seres vivos.

As setas de uma cadeia alimentar representam o fluxo de energia, que começa nos organismos produtores, se desloca entre os organismos consumidores e se encerra nos decompositores. Exceto pelos autótrofos, cada nível trófico obtém energia ao se alimentar do nível anterior.



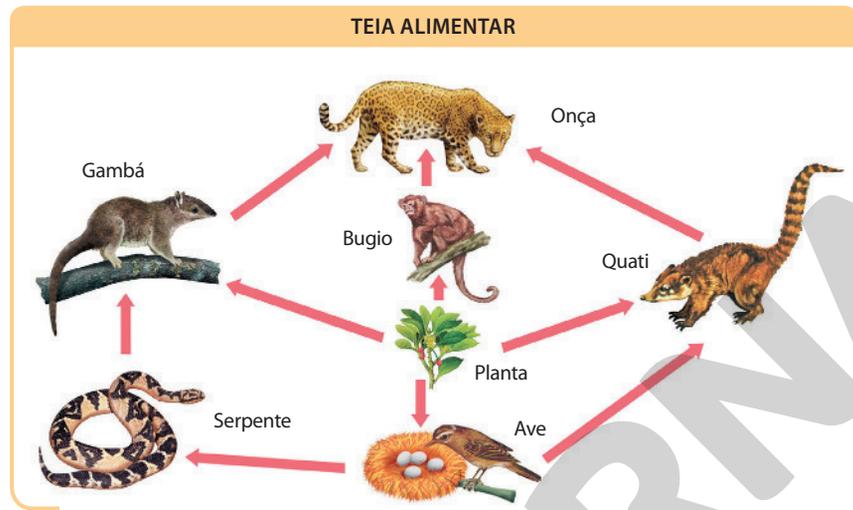
Fungo (*Pleurotus ostreatus*) decompondo parte do tronco de uma árvore morta.



Exemplos de cadeias alimentares. As relações tróficas sempre se iniciam com os organismos produtores e, após a morte, todos os organismos sofrem a ação dos decompositores. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)
Fonte: CAMPBELL, N. A. et al. *Biology: concepts and connections*. 6. ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2009.

Teias alimentares

A **teia alimentar** (ou trófica) representa as relações alimentares entre os organismos de um ecossistema, portanto é composta de várias cadeias alimentares interligadas. Um mesmo organismo pode participar de diversas cadeias alimentares e em diferentes níveis tróficos.



Na teia acima, o quati, por exemplo, pode ser um consumidor primário ou secundário, dependendo da cadeia alimentar analisada. Todos os organismos sofrem ação dos decompositores, que não estão representados na imagem. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.



EDSON GRANDISOLI/PULSAR IMAGENS

A embaúba (*Cecropia* sp.) é considerada espécie-chave, comumente encontrada em áreas desmatadas em recuperação. (Bertioga, SP, 2018.)

Espécies-chave

Essas espécies desempenham papéis fundamentais no ecossistema, seja em sua estrutura, seja em sua dinâmica. Embora em geral não sejam as mais abundantes, a perda das espécies-chave causa impacto considerável nas outras espécies porque proveem os recursos necessários a um grande número de espécies ou porque controlam espécies que podem alterar o equilíbrio do ecossistema.

O *krill*, um microcrustáceo, pode ser considerado uma espécie-chave, pois existe uma grande teia alimentar que depende de sua abundância. As embaúbas, *Cecropia* sp., são árvores pioneiras que também podem ser consideradas espécies-chave no processo de reflorestamento de clareiras nas florestas.

Atividades

Não escreva no livro.

- 1 Observe a tirinha abaixo. Seu assunto está relacionado ao conteúdo estudado? Explique.



- 2 Observe a teia alimentar apresentada nesta página. Escolha um dos animais que fazem parte de mais

de uma cadeia alimentar e descreva que efeitos a extinção desse animal teria na teia.

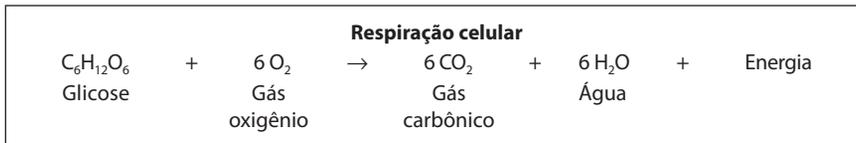
- 3 Pense nos alimentos que consumiu em sua última refeição. Ao ingerir cada um deles, você se comportou como qual(is) tipo(s) de consumidor?
- 4 Pesquise a diferença entre organismos detritívoros e organismos decompositores. Dê exemplos de seres vivos pertencentes a cada um desses grupos.

Fluxo de energia nos ecossistemas

A fotossíntese é a principal forma de entrada de energia na maioria dos ecossistemas, com a transformação de energia luminosa, proveniente do Sol, em energia química.

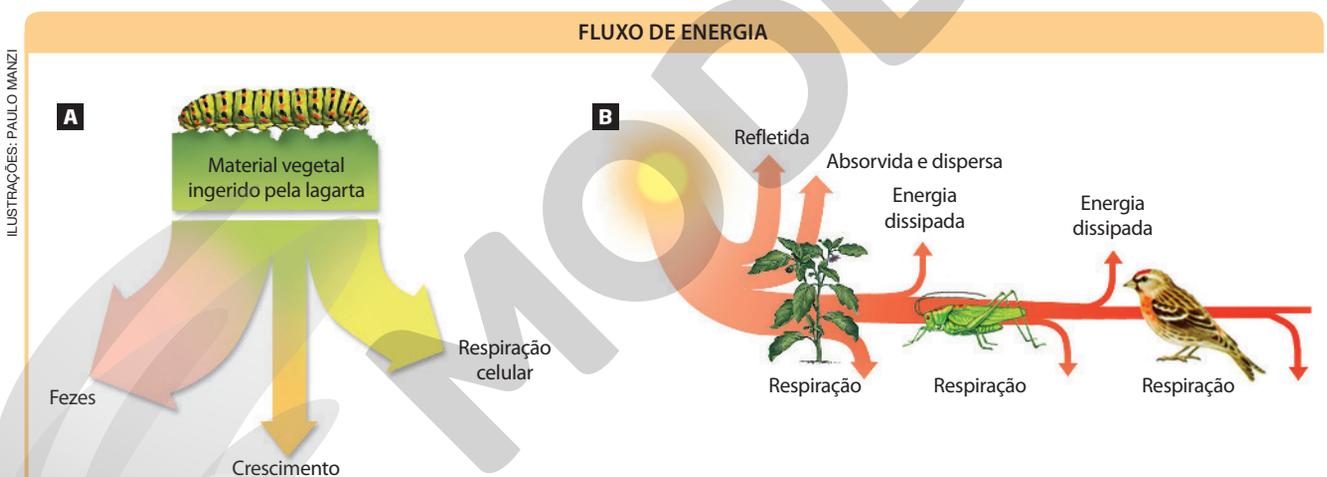
Energia e seres vivos

A energia presente nos compostos orgânicos produzidos no processo de fotossíntese é liberada na respiração celular, cuja equação é apresentada abaixo.



No interior das células, essa energia é empregada em atividades como a produção de moléculas e a realização de movimentos celulares, o que permite, por exemplo, a construção de tecidos, a locomoção e a reprodução dos organismos.

A energia pode ser transferida entre os organismos. Nos ecossistemas, o **fluxo de energia** caracteriza-se por ser unidirecional e aberto. Ele é unidirecional porque tem origem no Sol, mas não retorna a ele. A energia é convertida em energia química pelos organismos produtores e flui pelos consumidores até os decompositores. O fluxo é aberto porque a energia utilizada se dissipa na forma de calor em todas as etapas de transferência, sem ser reutilizada. Por esse motivo, a energia disponível para o elo seguinte da cadeia alimentar é sempre menor que a recebida do elo anterior. Além disso, a manutenção de quase todos os ecossistemas depende diretamente da entrada contínua de energia solar.



(A) Representação esquemática do fluxo de energia entre um produtor e um consumidor primário. (B) Fluxo de energia unidirecional e aberto. A energia disponível para o nível trófico seguinte é sempre menor, pois o organismo do nível trófico imediatamente anterior utiliza parte dela para a manutenção de suas funções vitais. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fontes: CAMPBELL, N. A. *et al. Biology: concepts and connections*. 6. ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2009. ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

Pirâmides ecológicas

Cadeias alimentares, teias alimentares e pirâmides ecológicas são representações esquemáticas das transferências de matéria e energia nos ecossistemas. As cadeias e teias passam informações qualitativas, pois indicam quais organismos participam do fluxo de energia e qual é a direção dele. As **pirâmides ecológicas**, por sua vez, são representações qualitativas e quantitativas, pois, além de listar os organismos que participam do processo, revelam também a proporção de quantidade de matéria, de energia ou número de indivíduos nos diferentes níveis tróficos.

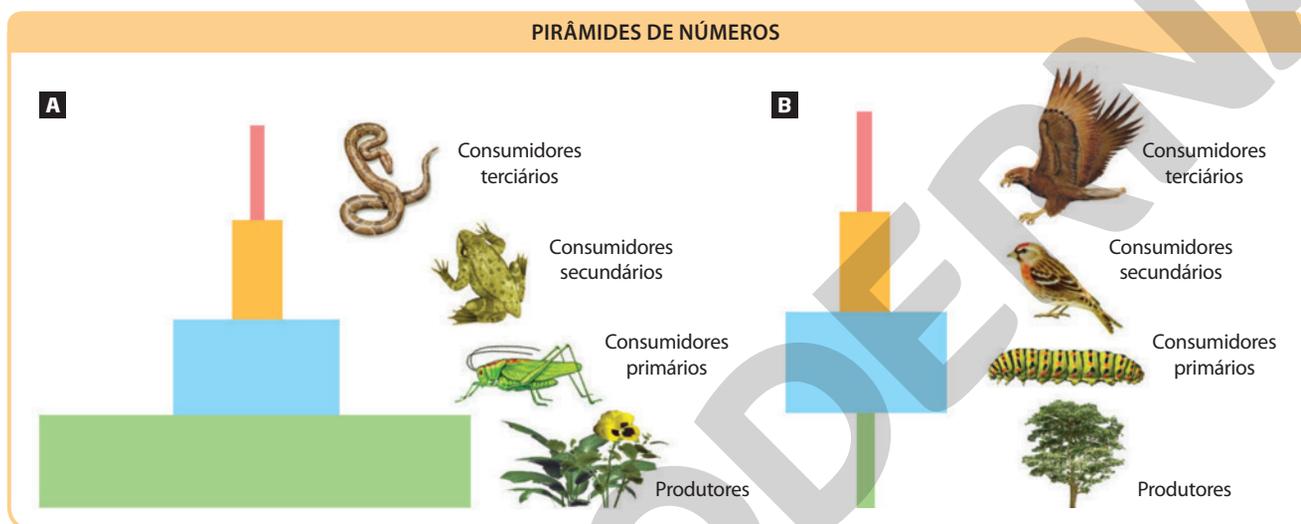
● Pirâmide de números

Nesse tipo de pirâmide, cada degrau ou retângulo representa o número de indivíduos em cada nível trófico da cadeia. Na maioria dos casos, esse número decresce conforme se afasta da base da pirâmide. Entretanto, o padrão pode se modificar no caso de uma relação parasita-hospedeiro, originando uma pirâmide não padrão na qual um único boi, por exemplo, pode ser hospedeiro de vários carrapatos. Outro exemplo de pirâmide não padrão é o caso de um produtor de grande porte, como uma única árvore, capaz de sustentar grande número de consumidores primários.

Caixa de ferramentas

Parasita é um organismo que vive associado a outro, do qual retira nutrientes e outras necessidades para sua própria sobrevivência.

Hospedeiro é o ser vivo que possui parasitas associados a ele.



(A) Pirâmide padrão com base maior, diminuindo em cada nível trófico. (B) Pirâmide não padrão com o número de indivíduos produtores menor que o de consumidores primários. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

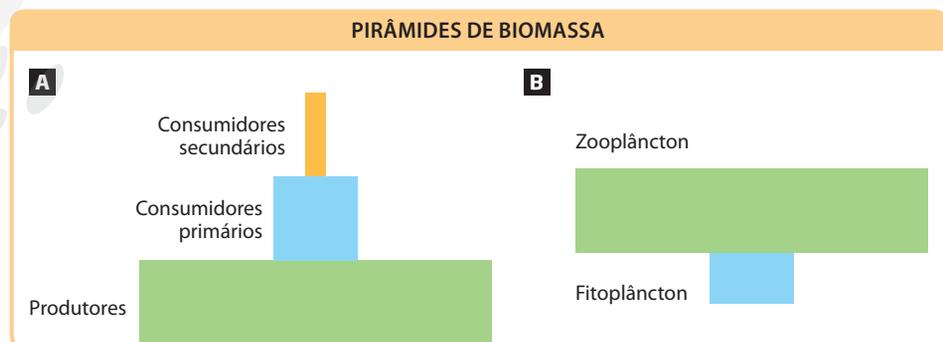
Fonte: SADAVA, D. et al. *Vida: a ciência da Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 1.

● Pirâmide de biomassa

Geralmente, as pirâmides de biomassa têm a base mais larga e os níveis superiores progressivamente menores. No entanto, essa relação pode ser diferente. Nos ecossistemas aquáticos, por exemplo, o fitoplâncton (produtores) tem menor biomassa em relação ao zooplâncton (consumidores primários). Isso ocorre porque o fitoplâncton se reproduz e morre mais rapidamente do que o zooplâncton.

Caixa de ferramentas

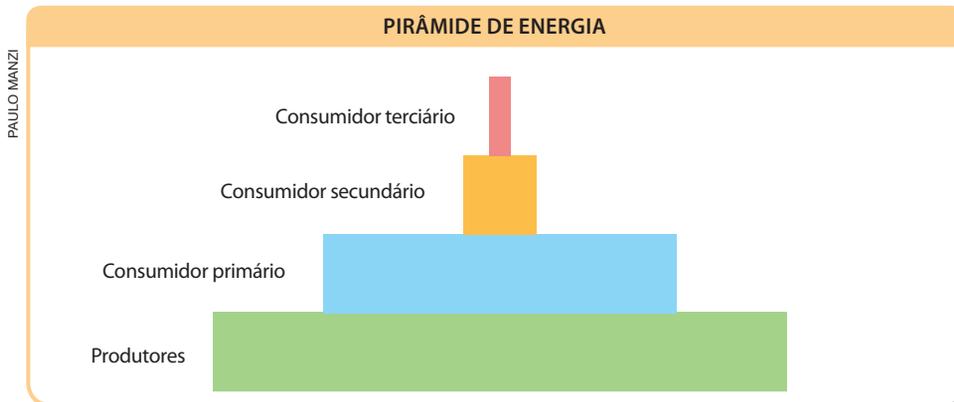
A **biomassa** é a matéria viva produzida em um ecossistema ou em um nível trófico determinado. A quantidade de biomassa pode ser medida em grama, quilograma ou tonelada por unidade de superfície ou de volume, por exemplo.



(A) Pirâmide padrão em que a base de produtores tem quantidade de biomassa maior que nos demais níveis tróficos. (B) Pirâmide invertida, exemplo da relação entre os organismos do plâncton. Fonte: SADAVA, D. et al. *Vida: a ciência da Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 1.

• Pirâmide de energia

Representam a quantidade de energia química disponível em cada nível trófico de uma cadeia alimentar. Como o fluxo de energia é unidirecional, a maior quantidade de energia sempre está associada aos organismos produtores e, portanto, a pirâmide de energia nunca pode ser invertida. Considera-se que um organismo passa para o elo seguinte da cadeia alimentar, em média, cerca de 10% da energia que recebe.



A pirâmide de energia nunca é invertida, e a energia do nível anterior é sempre maior que a do próximo.

Fonte: SADAVA, D. et al. *Vida: a ciência da Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 1.

Produtividade dos ecossistemas

Produtividade é a quantidade de matéria orgânica produzida em determinado tempo, conceito que pode ser aplicado em diversos níveis (espécie, população etc.). No caso de ecossistemas, reflete a produção de biomassa por unidade de área e tempo, geralmente expressa em quilocaloria de biomassa produzida por metro quadrado por ano ($\text{kcal/m}^2/\text{ano}$).

Ela pode ser classificada de acordo com o nível trófico ao qual se refere:

- **Produtividade primária:** quantidade de matéria orgânica gerada pelos produtores.
- **Produtividade secundária:** quantidade de matéria orgânica incorporada pelos consumidores primários.

Essas duas categorias podem ser subdivididas em:

- **Produtividade bruta:** total de matéria orgânica acumulada.
- **Produtividade líquida:** total de matéria orgânica acumulada descontados os gastos energéticos com a respiração celular. A energia correspondente à produtividade líquida é a que está realmente disponível para o nível trófico seguinte.

Atividades

Não escreva no livro.

- 1 Na Caatinga, durante a época seca, a maioria das plantas fica sem folhas. Na época da chuva, as folhas voltam a crescer. Nesse ambiente, a produtividade líquida é igual nas duas estações citadas? Justifique sua resposta.
- 2 O fitoplâncton e as plantas terrestres têm papéis semelhantes nos fluxos de energia dos ecossistemas aquáticos e terrestres, respectivamente.

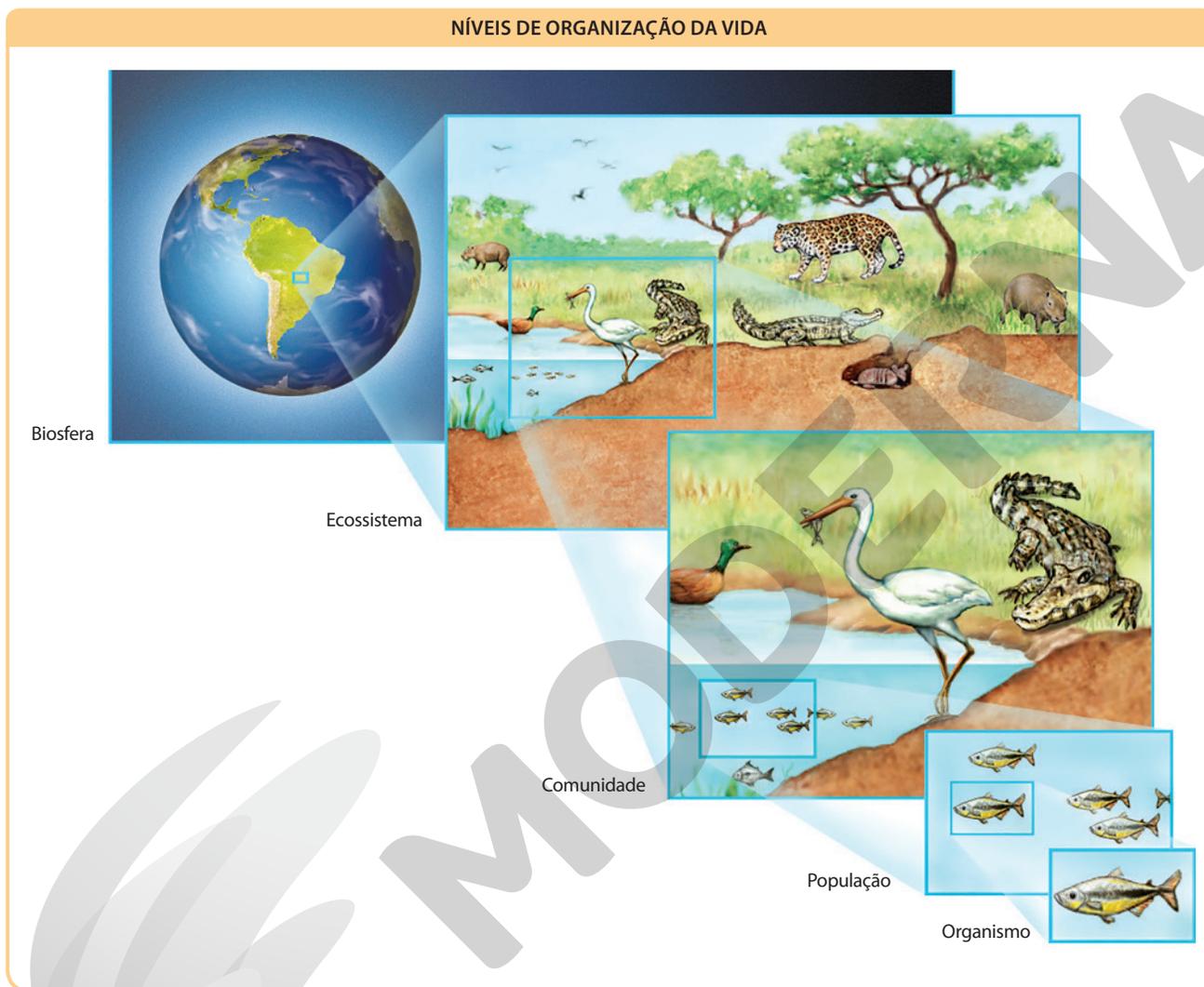
Explique esses papéis e elabore pirâmides ecológicas para cada um deles.

- 3 Descreva quais fatores podem influenciar a produtividade primária nos ecossistemas terrestres.
- 4 Discuta com seus colegas a seguinte afirmação: “Nos ecossistemas, a energia não é criada nem perdida, mas transformada”. Apresente exemplos para sustentar seus argumentos.

Ecosistema em observação

O fluxo de energia e a ciclagem de matéria nos ecossistemas ocorrem nas inúmeras interações dos seres vivos entre si e com o ambiente onde vivem. Tais interações definem, em grande parte, a distribuição e a abundância dos organismos nos diversos ambientes da Terra. Essas relações são objeto de estudo da **Ecologia**, termo que deriva das palavras gregas *oikos*, "casa", e *logos*, "estudo".

Os estudos em Ecologia podem contemplar diferentes **níveis de organização**, descritos a seguir. Observe no esquema abaixo que cada nível é um subconjunto do próximo.



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

- **Organismo:** cada ser vivo é um **organismo**, seja ele unicelular, como uma ameba, ou pluricelular, como uma árvore.
- **População:** conjunto de organismos de uma mesma espécie que habitam a mesma área geográfica e estabelecem relações entre si.
- **Comunidade ecológica:** também denominada biota ou biocenose, é constituída de populações que vivem em um mesmo local e interagem entre si.
- **Ecosistema:** compreende a(s) comunidade(s) e os componentes não vivos de determinada área geográfica.
- **Biosfera:** nível de organização mais abrangente, constituído por todos os ecossistemas do planeta.

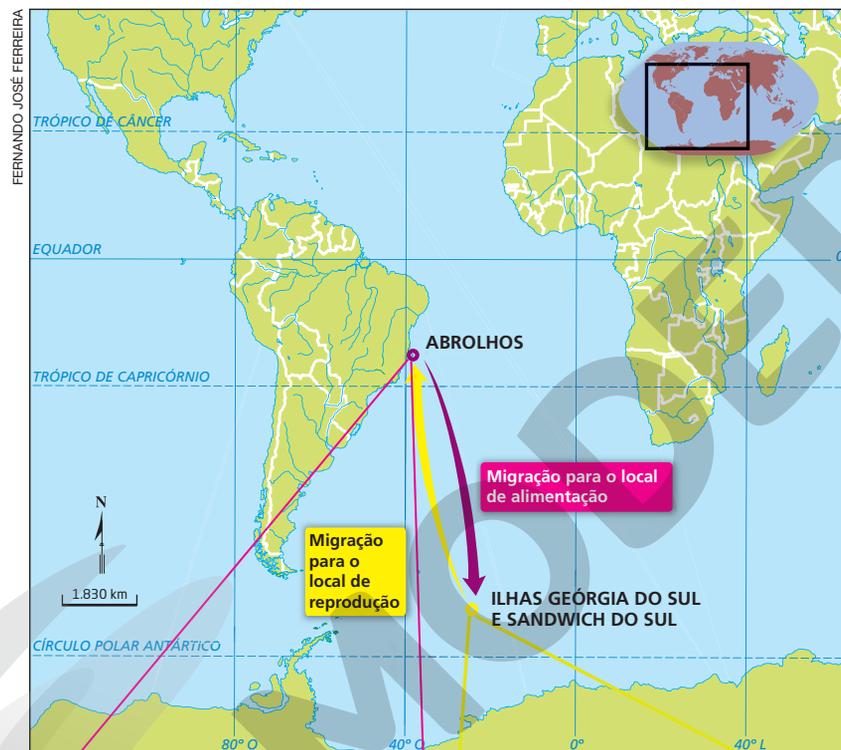
O conceito de **biosfera** nos ajuda a perceber que todos os ecossistemas da Terra estão interligados. Mesmo ecossistemas aparentemente muito distantes estão conectados por diversos fatores, como as migrações de animais ou os fluxos de energia e de nutrientes transportados pelas correntes oceânicas e pelo ar.

Destaque aos estudantes como as necessidades básicas de todos os seres vivos (alimentação e reprodução) norteiam as relações que eles estabelecem entre si e com o meio.

As baleias jubarte, por exemplo, se alimentam em águas gélidas próximas da Antártida, mas se reproduzem e criam seus filhotes em águas mais quentes, como em Abrolhos, na Bahia. Dessa forma, as jubartes conectam dois ecossistemas distantes. Alterações na disponibilidade de alimento no sul do planeta afetam o número de indivíduos e seu sucesso reprodutivo em Abrolhos.

As jubartes ingerem *krill* (*Euphasia superba*), um pequeno crustáceo abundante nos mares polares durante os meses de verão. Nessas águas, elas ingerem uma grande quantidade de alimento porque não existe *krill* nas águas tropicais. A preocupação é de que o aquecimento global interfira na população de *krill* e, conseqüentemente, influencie a população de baleias jubarte.

ROTA DE MIGRAÇÃO DAS BALEIAS JUBARTE ENTRE ABROLHOS E ÁGUAS MAIS FRIAS



A população de baleias jubarte (*Megaptera novaeangliae*), que se reproduz e cria seus filhotes nas águas mais quentes na costa brasileira, alimenta-se em águas frias próximas às ilhas Geórgia do Sul e Sandwich do Sul.

Fonte dos dados: <<https://www.baleiajubarte.org.br/projetoBaleiaJubarte/leitura.php?mp=pesquisa&id=107>>. Acesso em: 5 mar. 2020.

Estudo de populações

Uma população corresponde a indivíduos de uma mesma espécie vivendo em um mesmo espaço geográfico. Ela pode ser caracterizada quanto à estrutura e à dinâmica. Ressalte que os mesmos parâmetros são utilizados tanto para estudos das populações humanas quanto para populações de outros organismos.

Estrutura

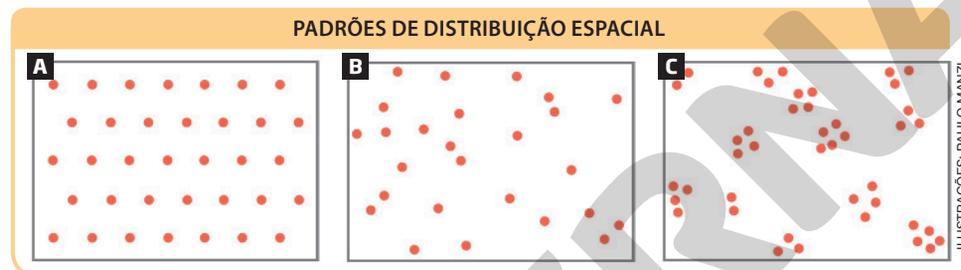
Compreende, em dado momento, o arranjo de padrões de distribuição espacial da população, a estrutura etária e o sexo.

Distribuição espacial

Também chamada de dispersão, a distribuição espacial indica como os indivíduos de uma população estão dispostos na área onde vivem. Há três padrões básicos de dispersão, como podemos ver na ilustração abaixo.

Representação esquemática de diferentes padrões de distribuição espacial de indivíduos de uma população. (A) Dispersão regular; (B) Dispersão ao acaso; (C) Dispersão agregada.

Fonte: BEGON, M. *et al. Ecology: from individuals to ecosystems*. 4. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2005.



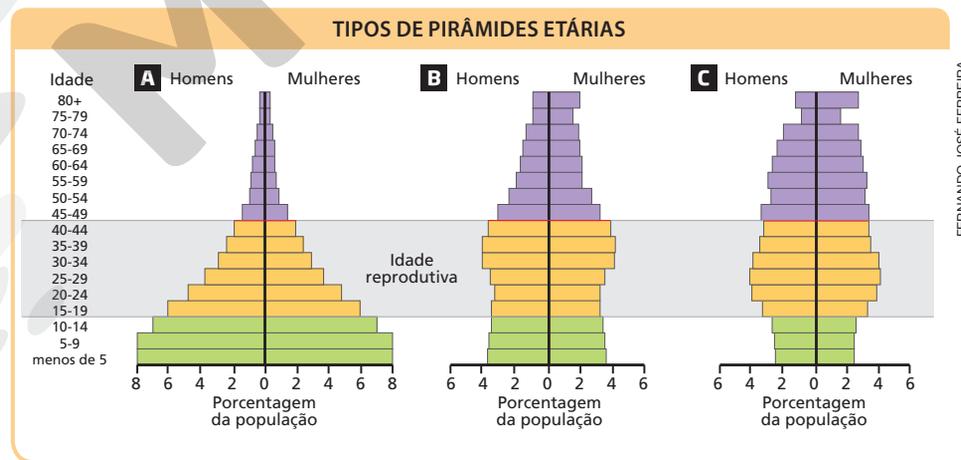
Na **dispersão regular**, os indivíduos estão distribuídos regularmente no ambiente. Quando dispersos aleatoriamente, ou seja, independentemente da posição dos demais, fala-se em **dispersão ao acaso**. Na **dispersão agregada**, os indivíduos tendem a formar grupos.

Pirâmide etária

As pirâmides também são um recurso utilizado para estudar populações humanas. As informações obtidas em estudos estatísticos, como os censos demográficos, são sintetizadas em diversos tipos de gráficos. Entre eles estão as pirâmides etárias, que sumarizam a estrutura etária de dada população e são empregadas para fazer previsões e auxiliar no planejamento socioeconômico.

Pirâmides etárias de (A) crescimento rápido, (B) crescimento lento e (C) sem crescimento.

Fonte: SADAVA, D. *et al. Vida: a ciência da Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v.1.



Pirâmides etárias com a base larga e o topo estreito indicam uma população em crescimento, pois apresentam quantidade maior de indivíduos jovens do que adultos ou idosos.

Em pirâmides etárias cuja base e o topo têm praticamente a mesma largura, há mais adultos e idosos do que jovens, o que representa uma população adulta, com taxa de natalidade baixa e pouco crescimento.

Quando a base da pirâmide é mais estreita e o topo, um pouco mais largo, trata-se de uma população considerada idosa, característica de países em que há diminuição da natalidade e aumento da expectativa de vida.

Dinâmica

Indica a variação da população ao longo do tempo. Pode ser medida pela densidade populacional e pela taxa de crescimento. Além disso, pode ser representada por uma curva de crescimento.

Densidade populacional

Trata-se da relação entre o número de indivíduos de uma mesma espécie e a área (no caso de espécies terrestres) ou o volume (no caso de espécies aquáticas) que ocupam.

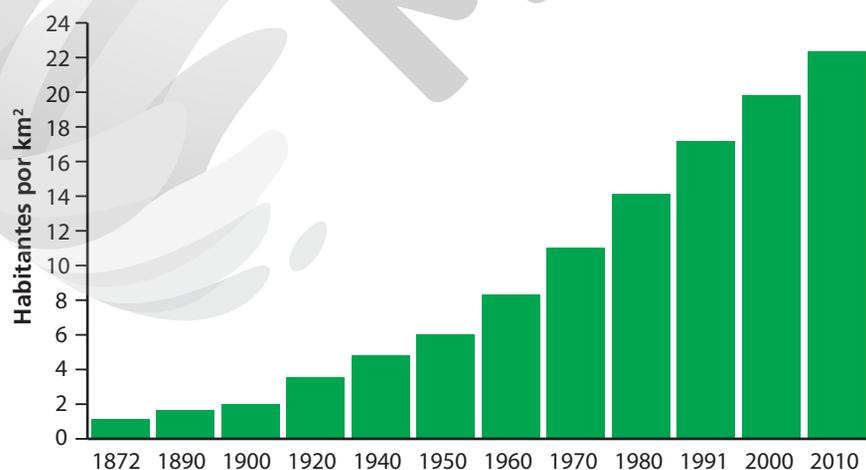
$$\text{Densidade populacional} = \frac{\text{número de indivíduos}}{\text{área ou volume}}$$

No caso de populações humanas, usa-se o termo **densidade demográfica**.

A densidade populacional pode ser afetada pelos seguintes fatores:

- **Natalidade:** número de indivíduos que nascem na população. A taxa de natalidade corresponde à quantidade de nascimentos em determinado intervalo de tempo. Em populações humanas, o número de nascimentos por ano é geralmente expresso para cada mil pessoas.
- **Mortalidade:** número de indivíduos que morrem na população. A taxa de mortalidade é usualmente expressa como o número anual de óbitos para cada mil pessoas de determinada população.
- **Imigração:** número de indivíduos que vêm de outras áreas e passam a compor a população.
- **Emigração:** número de indivíduos que partem para outras áreas, deixando de compor a população.

DENSIDADE DEMOGRÁFICA NO BRASIL ENTRE 1872 E 2010



Fonte dos dados: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Censo Demográfico 2010*. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/14007-asi-primeiros-resultados-definitivos-do-censo-2010-populacao-do-brasil-e-de-190755799-pessoas>>. Acesso em: 5 mar. 2020.

Caixa de ferramentas

Densidade demográfica se refere à proporção entre a população total de determinada região (cidade, estado, país etc.) e determinada área. Geralmente é expressa em habitantes por quilômetro quadrado (hab./km²).

• Taxa de crescimento

O estudo do crescimento da população é importante para a compreensão da dinâmica das populações no ecossistema. A **taxa de crescimento** populacional representa a variação (aumento ou diminuição) do número de indivíduos (N) em determinado intervalo de tempo (Δt).

$$\text{Taxa de crescimento absoluto} = \frac{\frac{N_f - N_i}{N_i}}{\Delta t}$$

N_f = número de indivíduos no período final
 N_i = número de indivíduos no período inicial
 Δt = intervalo de tempo



A população aumenta quando nascem indivíduos ou quando eles chegam provenientes de outras áreas. Quando há morte ou saída de indivíduos para outras regiões, a população diminui. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: BEGON, M. et al. *Ecology: from individuals to ecosystems*. 4. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2005.

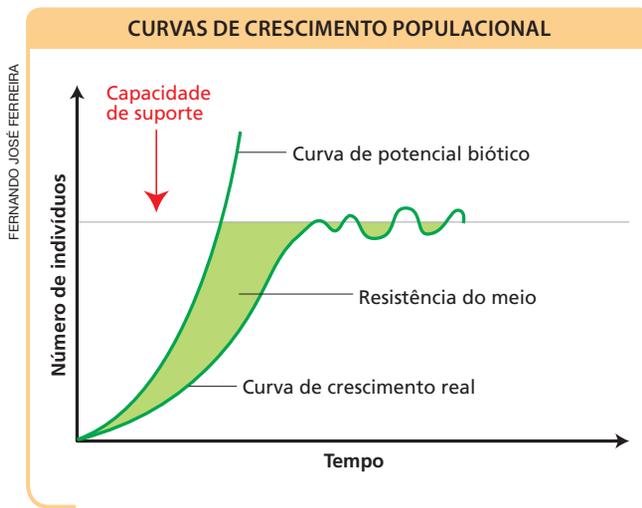
• Curva de crescimento

A curva de crescimento descreve o tamanho de uma população em relação ao tempo. Caso não haja fatores limitantes, ou seja, se não houver resistência do ambiente, uma população pode crescer indefinidamente. A capacidade de crescimento ilimitado é denominada **potencial biótico**. Entretanto, dificilmente ambientes naturais permitem esse tipo de crescimento. O tamanho populacional atinge o valor que o ambiente consegue suportar, limite conhecido como **capacidade de suporte**.

Os modelos que descrevem o crescimento populacional são:

- **Modelo exponencial:** representa o crescimento de uma população em condições ideais, com recursos ilimitados e sem resistência do meio.

- **Modelo logístico:** indica o crescimento padrão de uma população e é representado por uma curva logística e descreve uma situação mais próxima do real. Em um primeiro momento o crescimento é lento; em seguida, há um crescimento exponencial, até que um ou mais fatores ambientais (resistência do meio) o limitem; por fim, a população se estabiliza e tende a permanecer em equilíbrio, com pequenas flutuações.



A curva de potencial biótico equivale ao modelo exponencial; a curva de crescimento real corresponde ao modelo logístico.
Fonte: ODUM, E. P. *Ecologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

Atividades

Não escreva no livro.

- 1 Em um bosque de 60 km² vivem 3.000 lebres e 120 raposas. Qual é a densidade de cada população?
- 2 A pirâmide etária abaixo representa os dados obtidos no censo demográfico brasileiro de 2010. Que conclusões ela nos permite inferir a respeito da população brasileira no período estudado?

PIRÂMIDE ETÁRIA DA POPULAÇÃO BRASILEIRA EM 2010

Mais de 100 anos	7.247	0,0%	0,0%	16.989
95 a 99 anos	31.529	0,0%	0,0%	66.806
90 a 94 anos	114.964	0,1%	0,1%	211.595
85 a 89 anos	310.759	0,2%	0,3%	508.724
80 a 84 anos	668.623	0,4%	0,5%	998.349
75 a 79 anos	1.090.518	0,6%	0,8%	1.472.930
70 a 74 anos	1.667.373	0,9%	1,1%	2.074.264
65 a 69 anos	2.224.065	1,2%	1,4%	2.616.745
60 a 64 anos	3.041.034	1,6%	1,8%	3.468.085
55 a 59 anos	3.902.344	2,0%	2,3%	4.373.875
50 a 54 anos	4.834.995	2,5%	2,8%	5.305.407
45 a 49 anos	5.692.013	3,0%	3,2%	6.141.338
40 a 44 anos	6.320.570	3,3%	3,5%	6.688.797
35 a 39 anos	6.766.665	3,5%	3,7%	7.121.916
30 a 34 anos	7.717.657	4,0%	4,2%	8.026.855
25 a 29 anos	8.460.995	4,4%	4,5%	8.643.418
20 a 24 anos	8.630.227	4,5%	4,5%	8.614.963
15 a 19 anos	8.558.868	4,5%	4,4%	8.432.002
10 a 14 anos	8.725.413	4,6%	4,4%	8.441.348
5 a 9 anos	7.624.144	4,0%	3,9%	7.345.231
0 a 4 anos	7.016.987	3,7%	3,6%	6.779.172

Homens ■ Mulheres ■

Fonte dos dados: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Censo demográfico 2010*. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/censo2010/apps/sinopse/index.php?dados=12&uf=00>>. Acesso em: 5 mar. 2020.

Em grupo, cada integrante deve anotar algumas informações sobre as pessoas com quem vive. Em cada residência, devem ser registradas a idade e o sexo dos moradores. Estabeçam, então, as classes de idade (por exemplo: de 5 em 5 anos – de 0 a 4, de 5 a 9, de 10 a 14 e assim por diante). Com as informações, de todos os integrantes, construam uma pirâmide etária. O que sua pirâmide permite constatar? Compare-a com a da página anterior. Converse com os colegas e comparem as pirâmides etárias dos grupos.

Fatores de regulação das populações

Fatores como disponibilidade de alimento, de abrigo e de locais para reprodução, interações ecológicas e clima podem regular o crescimento de uma população. Em conjunto, eles determinam a capacidade de suporte, que representa o número máximo de indivíduos de uma população que os recursos do ambiente podem suportar.

Os fatores que regulam o tamanho de uma população podem ser independentes ou dependentes da densidade populacional.

Fatores independentes da densidade

São aqueles que podem afetar uma população independentemente de sua densidade. É o caso da luz, dos poluentes e dos desastres naturais, como enchentes, queimadas, furacões etc. Um dos fatores mais influentes é o clima, em grande parte responsável pelas oscilações de abundância e de escassez de uma população.

Fatores dependentes da densidade

São fatores que afetam uma população apenas quando ela atinge certa densidade. Incluem as interações na comunidade, como a predação, o parasitismo, a competição etc.

A predação é um dos principais fatores que regulam o tamanho populacional. Um exemplo prático é quando uma população elevada de presas acarreta o aumento da quantidade de predadores, pois, com mais recursos, mais indivíduos chegam à fase adulta e se reproduzem. Uma vez que o número de predadores aumenta, a população de presas tende a diminuir. Com a diminuição de recurso disponível para o predador, sua população também é reduzida. Então, a menor pressão de predação permite que a população de presas volte a crescer.

Um dos exemplos mais conhecidos de predação como fator regulador do tamanho populacional é o de lebres e lincas da região ártica do Canadá.



Lince (*Lynx canadensis*) caçando uma lebre (*Lepus americanus*).

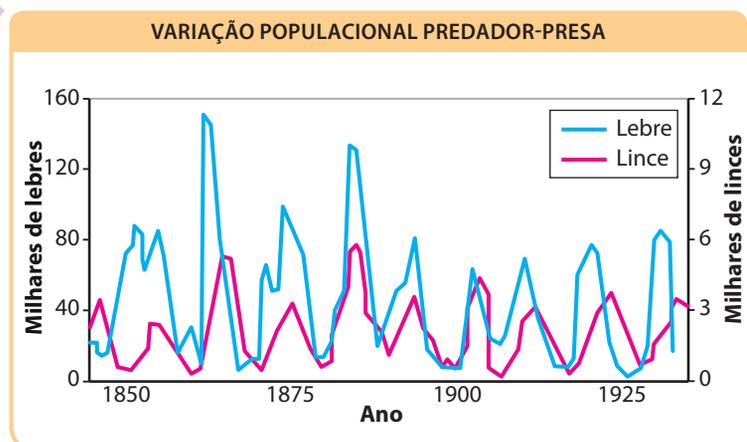


Gráfico da variação das populações de lincas e de lebres no Canadá.
Fonte: RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

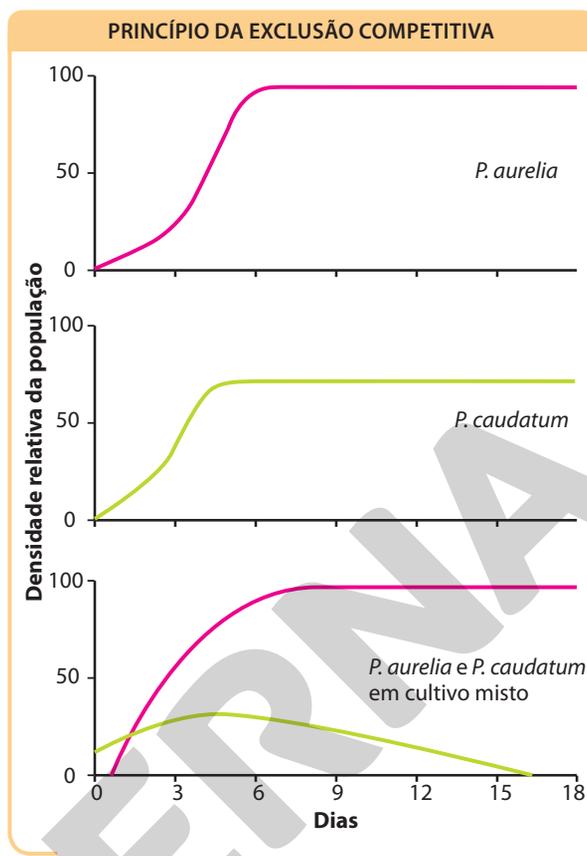
A competição, intra ou interespecífica, também pode ser um fator de controle do crescimento populacional. A limitação de recursos gera ou amplia a competição, o que resulta em um efeito negativo para todos os organismos envolvidos: reduzem-se as taxas de sobrevivência e de crescimento das populações, de modo que, em alguns casos, os indivíduos podem morrer ou ser forçados a buscar outras áreas para viver.

Princípio de Gause

Em 1934, o ecólogo russo G. F. Gause realizou experiências com duas espécies de protozoários: *Paramecium aurelia* e *Paramecium caudatum*. Com base em seus resultados, Gause formulou o princípio da exclusão competitiva, segundo o qual duas espécies não podem ocupar o mesmo nicho ecológico em um ambiente estável. Quando os nichos de duas espécies se sobrepõem, a competição entre elas é muito intensa, o que pode determinar o deslocamento ou a extinção de uma delas.

Gráficos da densidade populacional de protozoários do gênero *Paramecium*. Quando populações de *P. aurelia* e *P. caudatum* estão presentes em um mesmo ambiente, como no experimento de Gause, a competição intensa por recursos tende a causar o declínio da população de *P. caudatum*.

Fonte: RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.



Equilíbrio populacional

É o resultado de interações entre os fatores dependentes e independentes de densidade populacional. Contudo, ele pode ser alterado por diferentes razões, como a fragmentação de habitats e a introdução de espécies exóticas.

A existência de fragmentos de mata nativa em meio a áreas de agricultura ou áreas urbanas diminui a interação entre indivíduos da mesma espécie. Se não houver condições de as populações dos diferentes fragmentos se encontrarem, formam-se populações isoladas que podem não sobreviver.

As espécies que não pertencem naturalmente ao ambiente em geral não possuem predadores ou parasitas específicos, competem por recursos com as espécies nativas e acabam por dominar os nichos ecológicos ocupados por elas.

Atividades

Não escreva no livro.

- 1 Após rever o exemplo da interação entre lincos e lebres, descreva o que aconteceria se a população de lincos fosse reduzida drasticamente por causa da caça indiscriminada.
- 2 Compare os gráficos de densidade populacional de *P. aurelia* e de *P. caudatum* quando isolados e quando em uma mesma cultura. Por que o crescimento de uma das populações permanece praticamente inalterado e o crescimento da outra diminui?
- 3 No Brasil, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)

estabelece o período de defeso, quando as atividades de pesca esportiva e comercial de algumas espécies ficam vetadas ou controladas. São definidas épocas do ano exclusivas para cada espécie. Qual é a importância desse período para as populações de pescados?

- 4 Discuta com os colegas as dificuldades de estudar a dinâmica de populações de espécies migratórias.
- 5 Considerando o que foi estudado, enumere os impactos de espécies exóticas sobre espécies nativas em termos de dinâmica populacional.

Ameaça aos anfíbios



O sapo flamenguinho (*Melanophryniscus moreirae*) é um anfíbio brasileiro ameaçado de extinção.

Depois de 360 milhões de anos vivendo muito bem na Terra, os anfíbios estão em perigo. Populações e espécies desse grupo de animais vêm escasseando, estão sob ameaça de extinção ou até mesmo desapareceram. Segundo a Avaliação Global de Anfíbios (Global Amphibian Assessment – GAA), que reúne pesquisadores do mundo todo, das cerca de 6 mil espécies conhecidas, nada menos que 2.469, ou 42% do total, estão com população em queda. Dessas, 1.856 (31% das 6 mil) estão ameaçadas em algum grau. No Brasil, há pelo menos 31 espécies em declínio e 26 correm o risco de desaparecer. [...]

A diminuição ou ausência deles leva a um desequilíbrio, com o aumento de mosquitos transmissores de doenças, como o da dengue, por exemplo. [...]

[...] O mais notável é a respiração pela pele, que os torna ótimos bioindicadores das condições do ambiente, mas pode levá-los à morte. Qualquer poluição do ar ou da água os afeta. Por isso, quando o meio em que vivem está sendo degradado, eles são os primeiros a dar o alarme. Se algo está prejudicando os anfíbios, provavelmente afetará outros animais e até mesmo o homem. [...]

Fonte: DA SILVEIRA, E. Rumo à extinção. *Revista Problemas Brasileiros*, n. 376, jul. 2006. Disponível em: <https://www.sescsp.org.br/online/artigo/3393_RUMO+A+EXTINCAO#/tagcloud=lista>. Acesso em: 5 mar. 2020.

1. Como a preservação dos anfíbios pode colaborar para o bem-estar e a saúde dos seres humanos?
2. Somente as espécies que trazem benefícios para os seres humanos devem ser preservadas? Por quê?

Comunicando ideias

Sabe-se que a iluminação artificial em praias onde ocorre a desova de tartarugas marinhas prejudica os filhotes recém-eclodidos, desorientando seus trajetos em direção ao mar. Por outro lado, nessas regiões existem comunidades que se utilizam dessa iluminação e da eletricidade para outros fins.

Em grupo, pensem em possíveis soluções para integrar os interesses humanos e a proteção às tartarugas. Registrem suas ideias em uma folha avulsa e, então, pesquisem pelas práticas sugeridas por biólogos para minimizar os impactos gerados às tartarugas marinhas. Comparem suas sugestões com as recomendações dos especialistas.

Para finalizar, utilizem a criatividade, expondo essa questão em uma rede social.



Atenção

Organizem-se em grupo. Leiam todo o procedimento antes de iniciar o trabalho.

Crescimento populacional: um modelo

Objetivo

- Observar, por meio de um modelo, como se dá o crescimento das populações.

Proponha uma hipótese à seguinte questão:

- Como crescerá uma população isolada, onde não ocorrem imigrações nem emigrações, ao longo de seis anos?

Material

- Papel milimetrado (uma folha por estudante)
- Papel mono-log (uma folha por estudante)

Procedimento

1. É possível construir um modelo com base em um organismo real, como o pardal. Nesse modelo será considerada uma população de 10 pardais (cinco machos e cinco fêmeas) que vive em uma ilha isolada. O estudo se inicia na primavera de 2015.
2. Observação 1: Anualmente, cada par de pardais produz 10 descendentes, sempre cinco machos e cinco fêmeas.
3. Observação 2: Todos os pais, machos e fêmeas, morrem antes da primavera seguinte.
4. Observação 3: Todos os descendentes vivem até a época de acasalamento. Numa situação real, alguns dos indivíduos da geração anterior sobrevivem e alguns dos descendentes podem morrer. As suposições 2 e 3 tendem a equilibrar-se, reduzindo a diferença entre esse modelo e uma situação real.
5. Observação 4: Durante o tempo de estudo, nenhum pardal chegará à ilha ou sairá dela.
6. Verifiquem como cresce essa população hipotética. Para isso, deve-se calcular seu tamanho no começo de cada estação de acasalamento, ou seja, de cada primavera. De acordo com as suposições apresentadas, calculem os tamanhos da população nessa ilha nas primaveras de 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021, sabendo que em 2015 a população era composta de 10 pardais.

7. Em uma folha avulsa, elaborem uma tabela com os dados correspondentes.
8. Vocês têm agora uma série de dados, mas eles provavelmente não lhes darão nenhuma ideia clara sobre a variação de tamanho da população. Por ser muito mais ilustrativo, construam um gráfico no papel milimetrado, colocando os anos na abscissa e o número de aves na ordenada. Será necessária uma escala vertical suficientemente grande para mostrar os tamanhos de 2015 a 2021.
9. Em seguida, construam um gráfico com os mesmos dados, mas agora em papel mono-log semilogarítmico. Comparem essa construção com a que foi feita em papel milimetrado.

Resultados

- Observem a tabela e comparem os dois gráficos construídos.

Discussão

1. Há vantagem (ou vantagens) em utilizar o papel mono-log no lugar do milimetrado na confecção de um gráfico desse tipo? Explique.
2. Examinem os dois gráficos. No papel milimetrado, como se modifica a linha que une os pontos assinalados? O que significa isso em termos de velocidade de crescimento da população?
3. Que tipo de curva mostra os mesmos dados no gráfico construído em papel mono-log?
4. Que tipos de relações ecológicas podem ocorrer entre os indivíduos da população de pardais?
5. Quais recursos podem ser considerados limitantes na ilha?

Conclusão

- Revisem a hipótese proposta no começo da atividade, comparem-na com suas observações e com as de seus colegas e elaborem uma conclusão.

Relações ecológicas

Nesta obra foi adotada a proposta de Robert E. Ricklefs, em *A economia da natureza* (2010), para a definição das interações ecológicas entre as espécies. Esclareça aos estudantes que determinar se uma relação é benéfica ou prejudicial tem, em parte, um caráter subjetivo do observador e que um conhecimento mais aprofundado do comportamento dos organismos pode, ao longo do tempo, mudar o parâmetro de classificação de uma relação.

Relações ecológicas são as diferentes interações que ocorrem entre seres vivos. Como foi visto no estudo de populações, um dos fatores que afeta o crescimento populacional é a predação, um tipo de relação ecológica. No entanto, existem outras relações ecológicas que também atuam na regulação das populações. Em um ecossistema existem dois tipos de interações ecológicas: as **relações intraespecíficas**, que ocorrem entre indivíduos da mesma espécie, e as **relações interespecíficas**, observadas entre indivíduos de espécies diferentes. Quando o indivíduo obtém benefícios com a interação, ou seja, é afetado positivamente, diz-se que a relação é **favorável**. Se ele sofre prejuízos, ou seja, é afetado negativamente, a relação é considerada **desfavorável**. Se a relação não acarreta nem benefícios nem prejuízos é chamada de **neutra** ou indiferente para o indivíduo.

Relações intraespecíficas

Colônia

Os indivíduos que constituem uma colônia são anatomicamente conectados e atuam em conjunto para a sobrevivência, podendo haver ou não especialização de funções. Trata-se de uma relação favorável a todos os membros.

As colônias podem ser de dois tipos:

- **Isomorfas:** constituídas por membros morfologicamente semelhantes, como é o caso dos recifes de corais.
- **Heteromorfas:** constituídas por membros morfologicamente diferentes e que desempenham funções distintas na colônia, caso da caravela-portuguesa.



A caravela-portuguesa (*Physalia physalis*) é um exemplo de colônia heteromorfa cujos indivíduos diferenciados exercem funções como flutuação, nutrição, reprodução e defesa.

Sociedade

É também considerada uma relação favorável a todos os membros, mas os indivíduos de uma sociedade são independentes anatomicamente, o que não acontece na colônia. Outra característica da sociedade é a divisão das funções entre os indivíduos, como acontece com formigas, abelhas e cupins, os chamados insetos sociais.



As formigas apresentam um sistema social com três tipos de castas: as rainhas, as operárias e os machos. Na fotografia, note que larvas estão sendo cuidadas por formigas adultas da espécie *Solenopsis invicta* (formiga-lava-pés ou formiga-de-fogo).

Competição intraespecífica

A competição entre indivíduos de uma mesma espécie é considerada desfavorável e ocorre por causa da baixa disponibilidade de determinado recurso no ecossistema, como alimento, água, espaço, parceiro reprodutivo, entre outros. A ocorrência dessa competição aumenta quanto maior for a densidade populacional, regulando o crescimento de determinada população.

A fragmentação de ecossistemas restringe o habitat, levando ao aumento da competição intraespecífica e, conseqüentemente, à redução do número de indivíduos de uma população.



A destruição de habitats aumenta a competição intraespecífica entre as onças-pintadas (*Panthera onca*), que necessitam de grandes territórios para caça. Na fotografia, uma onça carrega um jacaré jovem do gênero *Caiman* para alimentar seus filhotes. (Pantanal, MT, 2016.)

FRANCESCO TOMASINELLI/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

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

JANET HORTON/ALAMY/FOTOARENA

Relações interespecíficas

Amensalismo

Relação desfavorável para uma espécie e neutra para a outra. Ocorre, por exemplo, quando uma espécie inibe o desenvolvimento ou a reprodução de outra ou de várias. Um exemplo é o fenômeno da maré vermelha, no qual ocorre a reprodução excessiva de microrganismos que produzem e liberam substâncias tóxicas na água.

Comensalismo

Relação entre espécies na qual uma delas é beneficiada e a outra não sofre danos nem obtém benefícios, que podem estar relacionados a:

- **Alimentação:** uma espécie se alimenta dos restos alimentares da outra ou de organismos mortos. Um exemplo são os protozoários presentes no intestino humano. Também se caracterizam nesse tipo de relação os seres detritívoros, que consomem a matéria orgânica de cadáveres.



Proliferação excessiva de dinoflagelados no fenômeno de maré vermelha. (Grécia, 2019.)



As rêmoras (família Echeneidae) se deslocam fixadas ao corpo do tubarão-limão (*Negaprion brevirostris*), sem prejudicá-lo.

- **Locomoção:** uma espécie utiliza outra para se deslocar. A rêmora apresenta uma nadadeira em forma de ventosa com a qual se fixa ao corpo do tubarão, aproveitando seus restos alimentares e sendo transportada por ele.
- **Proteção ou abrigo:** uma espécie abriga-se em outra, relação também conhecida como inquilinismo. Recifes de corais, por exemplo, servem de abrigo para diversos organismos marinhos.

Competição interespecífica

Nesse tipo de relação, indivíduos de espécies diferentes competem pelos mesmos recursos em um ambiente. Um exemplo é a disputa pela ocupação de espaço em costões rochosos por diferentes espécies de organismos marinhos.



Abutres (abutre-de-rabadilha-branca, *Gyps africanus*) e hienas (hiena-malhada, *Crocuta crocuta*) competem pelos restos de uma presa morta, disputando os mesmos recursos. (Tanzânia, 2016.)

Mutualismo

Relação favorável a todas as espécies envolvidas na qual, geralmente, uma espécie fornece recursos para a outra ou auxilia em funções vitais. Um exemplo é o que ocorre entre cupins e protozoários. Os protozoários presentes no intestino dos cupins auxiliam sua digestão, enquanto recebem abrigo e nutrição. Outro exemplo de mutualismo é a interação entre as plantas e os animais polinizadores.



Ao pousar em uma flor em busca de néctar, a abelha (*Apis mellifera*) carrega os grãos de pólen para a flor seguinte, atuando como polinizadora.

Consumidor-recurso

Trata-se aqui da maioria das interações alimentares que ocorrem na natureza. Podem ser classificadas como:

- **Predador-presa:** um indivíduo, denominado predador, captura e consome indivíduos de outra espécie, adquirindo assim nutrientes para suas funções vitais. Esse tipo de relação atua no controle da população de presas.
- **Herbívoro-planta:** um indivíduo herbívoro alimenta-se de plantas inteiras ou de parte delas. Quando consome apenas tecidos da planta e ela continua viva, o herbívoro é considerado parasita; quando consome a planta toda, pode ser considerado um predador.
- **Parasita-hospedeiro:** relação em que um indivíduo, o parasita, consome partes de outro organismo ainda vivo, o hospedeiro. Geralmente menor e vivendo intimamente ligado ao hospedeiro, o parasita pode ser interno ou externo e se nutrir de tecidos, sangue ou até mesmo de alimento ainda não totalmente digerido pelo hospedeiro.



Os grãos esbranquiçados fixados no dorso da lagarta (*Manduca sexta*) são casulos de uma vespa parasita (*Apanteles* sp.). Uma vespa adulta coloca ovos dentro da lagarta. Quando eles eclodem, as larvas consomem parte do hospedeiro e migram para o exterior do hospedeiro, onde continuam seu desenvolvimento no interior dos casulos.

PHIL DEGGINGER/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

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

Atividades

[...] A cada ano relações mais especializadas entre formigas e plantas são descobertas. Entre essas relações podemos mencionar a obtenção de abrigo e/ou alimento pela formiga, que implica o fornecimento de proteção à planta contra herbivoria, dispersão de suas sementes e, até, polinização de suas flores [...]

Fonte: DÁTILLO, W. et al. Interações mutualísticas entre formigas e plantas. *EntomoBrasilis*, v. 2, n. 2, p. 32-36, 2009.

Não escreva no livro.

- 1 Com base nas informações do texto, que relação ecológica podemos identificar entre plantas e formigas? Justifique sua resposta.

- 2 O que poderia ocorrer à planta caso as formigas fossem retiradas dessa relação?
- 3 Pesquise sobre a estratégia de controle biológico de pragas e discuta com um colega as vantagens e as desvantagens desse método.
- 4 Escolha um entre os três insetos sociais mencionados no texto (formigas, abelhas e cupins) e pesquise sobre a divisão de tarefas no tipo de sociedade selecionada. Elabore uma tabela que sintetize as informações obtidas, caracterizando a função e a morfologia dos integrantes de cada grupo que compõe a sociedade.

Fique por dentro

Internet

O eco

<<https://www.oeco.com.br>>

Agência de notícias sobre Ecologia e meio ambiente.

Corredores ecológicos

<<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/acoes-e-iniciativas/gestao-territorial-para-a-conservacao/corredores-ecologicos>>

Site do Ministério do Meio Ambiente com informações sobre os corredores ecológicos reconhecidos pelo governo que ligam Unidades de Conservação.

Acessos em: 5 mar. 2020.

Livros

BOEGER, W. A. *O tapete de Penélope – o relacionamento entre as espécies e a evolução orgânica*. São Paulo: Editora Unesp, 2009.

O livro mostra como os diferentes níveis de relacionamento e associações interespecíficas podem influenciar intensamente a evolução. Além disso, aborda o desenvolvimento tecnológico e sua interferência nessas associações.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Corredores ecológicos: 12 anos de trabalho pela conservação da biodiversidade nacional*. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2015.

O livro apresenta os resultados do “Projeto Corredores Ecológicos” que atuou no Corredor Central da Mata Atlântica (CCMA) e no Corredor Central da Amazônia (CCA).

Filmes

Erin Brockovich, uma mulher de talento. Direção: Steven Soderbergh. Estados Unidos, 2000. (130 min.)

O filme retrata a história de uma mulher que se envolve na investigação sobre uma companhia que há anos polui a água de uma pequena cidade, causando diversas doenças nos habitantes do local, inclusive câncer.

Life – Vida selvagem. Direção: David Attenborough. Inglaterra, 2011. (480 min.)

Coletânea composta de quatro DVDs que apresenta a variedade da vida na Terra e as extraordinárias estratégias apresentadas por animais e plantas.

ATIVIDADES FINAIS

Não escreva no livro.

- 1 Por que a base das pirâmides ecológicas é quase sempre maior que os demais níveis? Em que tipo de pirâmide a base nunca é menor que os níveis seguintes? Justifique suas respostas.
- 2 O *temaki*, um dos pratos da culinária japonesa mais consumidos pelos brasileiros, é um cone preparado com um pedaço de alga que envolve um punhado de arroz e outros ingredientes. Qual é o nível trófico ocupado pela alga? E pelo arroz? Se uma pessoa decidisse comer um *temaki* preparado apenas com alga e arroz, que tipo de consumidor ela seria? Justifique suas respostas.
- 3 Os parasitas obtêm seu alimento de tecidos ou sangue de outros organismos. Por que a maioria apenas debilita, mas não mata seu hospedeiro?
- 4 Diversos tipos de gripe foram responsáveis por milhões de mortes no decorrer da história da humanidade. A transmissão da gripe é um fator dependente ou independente da densidade populacional? Por quê?
- 5 Analise comparativamente o potencial de produção de alimentos entre duas áreas de igual extensão utilizadas para plantação de cereais e para criação de gado. Qual das duas proporcionará maior quantidade de alimento em um mesmo intervalo de tempo? Justifique sua resposta.
- 6 Imagine que um trecho de floresta tenha sido destruído para ser transformado em pasto para a criação de gado. Com base em seus conhecimentos, compare o antes e o depois dessa área com relação à biodiversidade, à biomassa e às cadeias alimentares.
- 7 (Enem) No quadro estão apresentadas informações sobre duas estratégias de sobrevivência que podem ser adotadas por algumas espécies de seres vivos.

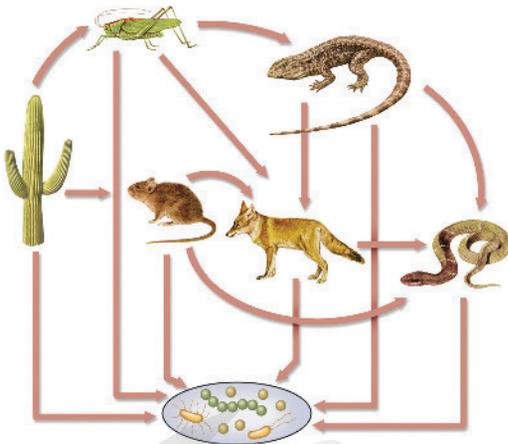
	Estratégia 1	Estratégia 2
Habitat	Mais instável e imprevisível	Mais estável e previsível
Potencial biótico	Muito elevado	Baixo
Duração da vida	Curta e com reprodução precoce	Longa e com reprodução tardia
Descendentes	Muitos e com tamanho corporal pequeno	Poucos e com tamanho corporal maior
Tamanho populacional	Variável	Constante

Na recuperação de uma área desmatada deveriam ser reintroduzidas primeiramente as espécies que adotam qual estratégia?

a) Estratégia 1, pois essas espécies produzem descendentes pequenos, o que diminui a competição com outras espécies.

- b) Estratégia 2, pois essas espécies têm uma longa duração da vida, o que favorece a produção de muitos descendentes.
- c) Estratégia 1, pois essas espécies apresentam um elevado potencial biótico, o que facilita a rápida recolonização da área desmatada.
- d) Estratégia 2, pois essas espécies estão adaptadas a habitats mais estáveis, o que corresponde ao ambiente de uma área desmatada.
- e) Estratégia 2, pois essas espécies apresentam um tamanho populacional constante, o que propicia uma recolonização mais estável da área desmatada.

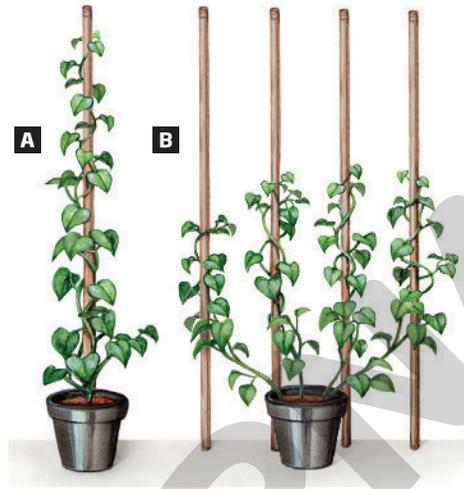
Analise a ilustração a seguir, referente a uma teia alimentar em um deserto, e responda às questões de 8 a 10.



Representação de uma teia alimentar do deserto. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

- 8 Qual é a importância da preservação do solo para todas as cadeias alimentares apresentadas?
- 9 Qual fonte de alimento proporciona maior quantidade de energia para as serpentes?
- 10 O que aconteceria com o equilíbrio da teia alimentar diante da eventual ausência de mamíferos roedores?
- 11 O controle biológico de pragas agrícolas é uma forma de aplicação do conhecimento das relações tróficas. Cite exemplos para o seu uso.
- 12 Um pesquisador observou que um animal X se beneficiava de uma relação com a planta Y. No entanto, não ficou claro se essa relação implicava benefício, prejuízo ou se era indiferente para a planta. Sugira um experimento para que o pesquisador possa verificar isso.
- 13 Para testar os efeitos da competição intraespecífica, foram colocadas plantas de uma trepadeira (*Ipomea*

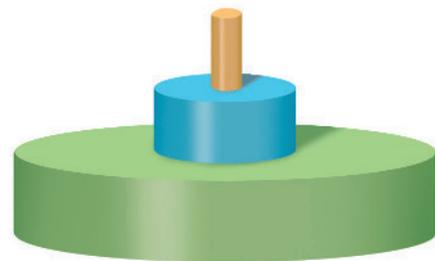
tricolor) em dois vasos com a mesma quantidade de nutrientes e de água.



No vaso A foi colocada uma única planta. No vaso B, quatro plantas.

- a) Em que vaso as plantas cresceram menos? Se as quantidades de nutrientes e de água eram as mesmas nos dois vasos, por que elas cresceram menos em um dos vasos?
- b) Qual seria uma explicação possível caso uma das plantas do vaso B tivesse crescido mais que as outras três?

- 14 (Fuvest-SP) O esquema abaixo representa o fluxo de energia entre os níveis tróficos (pirâmide de energia) de um ecossistema.



Essa representação indica, necessariamente, que:

- a) o número de indivíduos produtores é maior do que o de indivíduos herbívoros.
- b) o número de indivíduos carnívoros é maior do que o de indivíduos produtores.
- c) a energia armazenada no total das moléculas orgânicas é maior no nível dos produtores e menor no nível dos carnívoros.
- d) cada indivíduo carnívoro concentra mais energia do que cada herbívoro ou cada produtor.
- e) o conjunto dos carnívoros consome mais energia do que o conjunto de herbívoros e produtores.

Leia o texto a seguir para responder às questões de 15 a 18.

Um trecho de floresta é habitado por quatis, gambás, onças e serpentes que participam de teias alimentares e interagem com outros organismos. A floresta faz divisa com campos de lavoura de milho. Os quatis se alimentam principalmente de aves e ovos, mas também comem frutas e milho. Os gambás comem frutos, vermes, pequenos mamíferos, aves e serpentes. As onças alimentam-se de macacos, capivaras, porcos-do-mato, gambás e quatis. As serpentes da região alimentam-se de pequenos mamíferos, aves e ovos.

Analise as situações abaixo e determine de que maneira elas afetam a população de quatis.

- I. O uso contínuo de DDT nos milharais próximos à floresta prejudicou as aves, que buscavam alimento nessas plantações.
- II. Caçadores mataram muitas aves da região.
- III. Agricultores abandonaram a cultura de milho. Onças entraram na região.
- IV. Uma epidemia prejudicou a população de gambás.
- V. A região está superpovoada. Aumentam as lutas entre os quatis machos, e muitos indivíduos emigram.
- VI. Chuvas intensas “lavaram” o solo, retirando minerais e prejudicando a vegetação.
- VII. Um verão muito longo favoreceu a eclosão dos ovos. Isso se deu numa ocasião em que o número de gambás da região era muito reduzido.

- 15 Quais situações favorecem o aumento da população?
- 16 Quais situações tendem a diminuir a população?
- 17 Quais descrevem fatores dependentes da densidade populacional?
- 18 De que maneira o ser humano interfere na população de quatis?
- 19 (Enem) Suponha que um pesticida lipossolúvel que se acumula no organismo após ser ingerido tenha sido utilizado durante anos na região do Pantanal, ambiente que tem uma de suas cadeias alimentares representadas no esquema:

PLÂNCTON → PULGA-D'ÁGUA → LAMBARI → PIRANHA → TUIUIÚ

Um pesquisador avaliou a concentração do pesticida nos tecidos de lambaris da região e obteve um resultado de 6,1 partes por milhão (ppm).

Qual será o resultado compatível com a concentração do pesticida (em ppm) nos tecidos dos outros componentes da cadeia alimentar?

a)

PLÂNCTON	PULGA-D'ÁGUA	PIRANHA	TUIUIÚ
15,4	10,3	4,3	1,2

d)

PLÂNCTON	PULGA-D'ÁGUA	PIRANHA	TUIUIÚ
2,1	3,9	4,1	2,3

b)

PLÂNCTON	PULGA-D'ÁGUA	PIRANHA	TUIUIÚ
6,1	6,1	6,1	6,1

e)

PLÂNCTON	PULGA-D'ÁGUA	PIRANHA	TUIUIÚ
8,8	5,8	5,3	9,6

c)

PLÂNCTON	PULGA-D'ÁGUA	PIRANHA	TUIUIÚ
2,1	4,3	10,4	14,3

Próximos passos

Neste capítulo foi abordado que os seres vivos (componentes bióticos) vivem em ambientes onde as relações entre eles e deles com o ambiente (componentes abióticos) ocasionam transferência e transformação de energia, permitindo a manutenção da própria vida e da espécie.

Agora, é necessário compreender como a matéria é transformada em energia, que sustenta todas as formas de vida. Para isso, precisamos entender o princípio da conservação da matéria, que será tratado no próximo capítulo.

As transformações ao nosso redor

LUCIANA WHITAKER/PULSAR IMAGENS



As máquinas agrícolas, que utilizam motores a combustão, facilitam a aplicação de adubos em grandes áreas agrícolas, favorecendo a produção de alimentos. (Campo Verde-MT, 2018.)

BNCC: EM13CNT101; EM13CNT104; EM13CNT207; EM13CNT301; EM13CNT302; EM13CNT303; EM13CNT306; EM13CNT307; EM13CNT309

Para começo de conversa

No Capítulo 1, vimos que o domínio do fogo possibilitou à humanidade diversos saltos tecnológicos; é o caso da descoberta e do uso dos metais (cobre, bronze e ferro) ou do desenvolvimento de máquinas a vapor, um dos marcos da Revolução Industrial, no século XIX. O funcionamento dessa máquina e de tantas outras que nos permitem alcançar grandes distâncias baseia-se na transformação da energia térmica obtida pela queima de um combustível em energia mecânica.

Ora, mas muitos desses processos químicos de transformação de energia repercutem em problemas para o ambiente e para a vida em geral, motivo pelo qual esses aspectos vêm sendo discutidos pela sociedade e pela mídia, sem falar nos vários encontros internacionais que têm sido realizados nos últimos 25 anos com o objetivo de conscientizar a comunidade internacional sobre a necessidade de todos os países buscarem soluções para frear as agressões à natureza.

Vale destacar que, ao mesmo tempo, boa parte das soluções para essas questões também vem do que tem sido aprendido ao longo do tempo sobre as reações químicas.

Graças a elas muitas soluções para a humanidade foram implementadas em diversas áreas – agrícola, química, farmacêutica, metalúrgica etc., como a ilustrada pela imagem acima.

Leia a seguir um trecho do autor Machado de Assis e responda ao que se pede:

“O tempo, esse químico invisível, que dissolve, compõe, extrai e transforma todas as substâncias morais...”

ASSIS, M. Iaiá Garcia, 1878.

O escritor recorre a um aforismo (gênero textual que transmite em poucas palavras conceitos filosóficos complexos) para transpor conceitos das Ciências à vida. Nessa frase, para nos levar à reflexão sobre questões morais que podem ser alteradas durante a vida, evoca procedimentos usados pelos químicos. Qual é a ideia central ligada às transformações químicas?

Do ponto de vista ambiental, é interessante usar hidrogênio como combustível automotivo. Por quê?

Neste capítulo, serão retomados alguns conceitos que você estudou anteriormente e outros serão abordados para melhor compreender as transformações que nos cercam.

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

NELSON MATSUDA

Veja respostas e comentários para as atividades desse capítulo no **Suplemento do Professor**.

Nossos antepassados e a estruturação das modernas Ciências Naturais

A descoberta do fogo foi fundamental para que nossos antepassados começassem a lidar com os materiais que obtinham da natureza.

Muitos séculos se passaram até que as Ciências Naturais se estruturassem e adquirissem um corpo de conhecimentos que lhes permitissem evoluir, garantindo as bases para que muitos recursos com os quais contamos hoje pudessem ser obtidos – água tratada, gases refrigerantes, plásticos, medicamentos, produtos de limpeza, computadores, entre outros.

Ao que tudo indica, foram os filósofos gregos os primeiros a especular sobre qual seria a constituição da matéria, há pouco mais de 2.500 anos. Por meio da observação do que viam e da reflexão a respeito, diferentes filósofos propuseram explicações distintas para a constituição do Universo. Sem dúvida, uma das mais importantes é a proposta da existência de **átomo**; ela foi sugerida por Leucipo (c. 480 a.C.-c. 420 a.C.) e defendida por seu aluno Demócrito (c. 460 a.C.-c. 370 a.C.). Uma dessas concepções, bastante conhecida, foi a proposta por Empédocles (c. 490 a.C.-c. 435 a.C.), que considerava o Universo formado por quatro componentes (ar, fogo, terra e água), a chamada “teoria dos quatro elementos”.

Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) criticou a concepção atomista e, retomando a teoria dos quatro elementos, completou-a, propondo que qualquer um deles poderia ser transformado em outro.

Apesar de os filósofos gregos terem sido os primeiros a se preocupar com a composição da matéria, não se podem confundir essas ideias com as que surgiram como consequência de trabalhos feitos a partir do século XVIII, como os de Lavoisier, uma vez que não havia vínculo entre elas e a experimentação. Aliás, em razão de seu *status* social privilegiado, para os filósofos gregos a manipulação de materiais era impensável – eles valorizavam as atividades mentais, associando o trabalho manual ao trabalho escravo, socialmente desvalorizado.

A trajetória de Lavoisier

Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794), nascido em Paris, formou-se em Direito, provavelmente por influência do pai, que era procurador do Parlamento; em seguida, passou a estudar Ciências (Matemática, Astronomia, Química, Botânica, Geologia e Mineralogia), acabando por mesclar a vida política com a de cientista.

Aos 25 anos, em 1768, ingressou na *Académie Royale des Sciences* (Academia Real de Ciências), fundada no século XVII por Luís XIV para promover a investigação científica na França – inicialmente como suplente, depois como presidente. Desenvolveu vários trabalhos de pesquisa na área da Química, como é o caso da produção de pólvora para o governo francês. Nesse tipo de atividade, ele utilizava balanças de boa precisão para a época.

Entre as muitas contribuições de Lavoisier para o desenvolvimento da Química, três foram especialmente importantes: a concepção da conservação da massa, a primeira definição de elemento químico e a formulação de uma nomenclatura química.

REPRESENTAÇÃO DA TEORIA DOS QUATRO ELEMENTOS



A teoria dos quatro elementos foi proposta por Empédocles e posteriormente ampliada por Aristóteles. De acordo com essa teoria, a interação entre os quatro elementos (ar, fogo, terra e água) formaria o quente, o seco, o frio e o úmido. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Transformações químicas e a massa dos sistemas

A investigação sobre uma reação química envolve, entre outros fatores, o controle de variáveis, como a temperatura, a pressão e a quantidade de uma substância. Nesta atividade, vamos observar o que acontece com a massa de diferentes sistemas quando ocorre uma reação química.

Material

- 2 erlenmeyers ou garrafas de plástico com cerca de 600 mL
- 2 balões de borracha idênticos
- 1 elástico
- 2 pastilhas efervescentes (as pastilhas devem conter hidrogenocarbonato de sódio e/ou carbonato de sódio)
- balança

Procedimento

1. Coloque quantidades de água equivalentes em cada erlenmeyer (cerca de 100 mL).
2. Insira uma pastilha efervescente no balão. Segure a pastilha no fundo do balão e prenda com o elástico a boca do balão na parte superior do erlenmeyer, cuidando para não derrubar a pastilha dentro do recipiente. Observe a imagem do esquema já montado abaixo.



A pastilha efervescente está dentro do balão de borracha, preso na parte superior do erlenmeyer.

3. Meça a massa do conjunto (1 erlenmeyer com 100 mL de água e um balão contendo 1 comprimido efervescente) na balança.
4. Em seguida, faça com que a pastilha do balão caia na água do recipiente. Observe o que ocorre e anote o valor de massa.
5. Ponha na balança o outro erlenmeyer com água e, ao lado dele, o outro balão de borracha e a outra pastilha efervescente. Anote a massa registrada.
6. Em seguida, despeje a pastilha na água desse segundo erlenmeyer. Ao término da reação, anote suas observações e o valor de massa.

Atenção

Descarte dos resíduos:

As misturas podem ser descartadas na pia. O balão de borracha pode ser armazenado para outras atividades.

Analise suas observações

1. Que características foram observadas nessa transformação química?
2. Considere as observações experimentais realizadas nos dois tipos de procedimento. Há diferença nos resultados? Proponha uma explicação para o que observou.

Leis ponderais das reações químicas

A palavra **ponderal** (do latim *pondus*, peso) é utilizada na Química para se referir a leis relacionadas ao “peso” das substâncias nas reações químicas. Duas delas – a proposta por Lavoisier, conhecida como lei da conservação da massa, e a lei das proporções constantes, elaborada por Joseph Louis Proust (1754-1826), outro pesquisador francês –, elaboradas com base em evidências experimentais, fundamentais para o estabelecimento da Química como Ciência no final do século XVIII e início do século XIX, serão abordadas adiante.

A conservação da massa

Embora se atribua a Lavoisier a formulação da lei da conservação da massa, o mais adequado é afirmar que ele propôs que, se uma reação química ocorresse em um sistema fechado, haveria a conservação da massa. Ou seja, **a massa dos reagentes é igual à massa dos produtos**.

Em sua obra *Traité élémentaire de Chimie* (Tratado elementar de Química), de 1789, Lavoisier defendeu que qualquer ideia, por mais simples que fosse, deveria ser continuamente posta à prova por meio da experiência. Apesar disso, nessa publicação, a conservação da massa aparece como algo já sabido, que não é discutido em detalhe. Assim, segundo historiadores da Ciência, os textos originais de Lavoisier usam a palavra **axioma** para se referir ao que comumente se associa a essa “lei”.

Vale destacar também que, embora seja frequente associar a Lavoisier o enunciado “Na natureza nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”, não há qualquer trabalho escrito por ele que faça referência a esse enunciado.

A composição das substâncias

Para que o conhecimento químico sobre os constituintes de um material avançasse, foram fundamentais os dados quantitativos relativos às reações químicas acumulados por alguns estudiosos, como Proust. Uma questão que o atraía: se variarmos a forma de obtenção de uma substância, sua composição será alterada?

Ele procedeu a uma análise cuidadosa de amostras de carbonato de cobre com duas origens diferentes: preparado em laboratório e retirado da natureza. Verificou que, independentemente da origem, havia uma proporção constante em massa de 5 partes de cobre para 4 de oxigênio e 1 de carbono.

Dessa forma, no limiar do século XIX, passou a ser possível distinguir sistemas formados por várias substâncias, chamados de misturas – caso do ar, por exemplo, que é constituído de diferentes gases, entre os quais predominam o nitrogênio e o oxigênio –, de sistemas em que há apenas uma substância – caso da água, isenta de sais e gases dissolvidos, uma substância que tem composição fixa, isto é, para cada 8 g de oxigênio temos 1 g de hidrogênio.

Lei das proporções definidas

Para saber se duas amostras de uma mesma substância procedentes de fontes diferentes apresentavam a mesma composição em massa, Proust fez experimentos em que repetia uma mesma reação química, variando as amostras das substâncias envolvidas; elas tinham suas massas medidas.

Caixa de ferramentas

Axioma: premissa considerada necessariamente evidente e verdadeira, fundamento de uma demonstração, porém ela mesma indemonstrável, originada, segundo a tradição racionalista, de princípios inatos da consciência ou, segundo os empiristas, de generalizações da observação empírica [...].

INSTITUTO ANTÔNIO HOUAISS.
Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa. 1. ed.
Objetiva, 2009.

Como exemplo, considere os dados sobre a decomposição da água, em que são obtidos hidrogênio e oxigênio.

Massas de reagentes e produtos da decomposição da água			
Massas das substâncias oxigênio e hidrogênio obtidas por decomposição de diferentes quantidades de água			
Experimento	água	→	oxigênio + hidrogênio
I	18 g		16 g + 2 g
II	45 g		40 g + 5 g
III	9 g		8 g + 1 g

Vamos calcular a relação massa de oxigênio/massa de hidrogênio produzida para cada uma das amostras de água decompostas nos diversos experimentos.

$$(I) \frac{m_{\text{oxigênio}}}{m_{\text{hidrogênio}}} = \frac{16 \text{ g}}{2 \text{ g}} = 8 \quad (II) \frac{m_{\text{oxigênio}}}{m_{\text{hidrogênio}}} = \frac{40 \text{ g}}{5 \text{ g}} = 8 \quad (III) \frac{m_{\text{oxigênio}}}{m_{\text{hidrogênio}}} = \frac{8 \text{ g}}{1 \text{ g}} = 8$$

Ao determinar a relação massa de água/massa de hidrogênio ou massa de água/massa de oxigênio, também vamos encontrar relações constantes, respectivamente iguais a 9 e $\frac{9}{8}$.

Essas relações independem da origem da água (desde que ela esteja isenta de sais minerais e gases dissolvidos); ela pode tanto ter sido obtida da natureza (chuva, mar, lago, rio) quanto sintetizada em laboratório.

Proporção em massa:



A generalização, feita a partir de experimentos com diversas substâncias, levou Proust a concluir que, em uma dada reação química, existe uma proporção constante entre as massas das substâncias participantes.

Essa lei ponderal, conhecida como **lei das proporções definidas**, foi publicada por Proust em 1799.

Teoria atômica de Dalton

Para que você possa compreender como a teoria atômica de Dalton é capaz de justificar as leis de Lavoisier e de Proust, vamos considerar uma reação genérica $X + Y \rightarrow Z$. Ela será representada recorrendo a esferas para indicar os átomos (modelo de Dalton). Adotaremos a seguinte representação:



	X	+	Y	→	Z
1º experimento	● ● ● $m_x = 3x$		● ● ● $m_y = 3y$		●● ●● ●● ●● $m_z = 3(x + y)$
2º experimento	● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● $m_x = 8x$		● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● $m_y = 8y$		●● ●● ●● ●● ●● ●● ●● ●● ●● ●● ●● ●● $m_z = 8(x + y)$

Cores fantasia (átomos e moléculas não têm cor), sem escala (as representações são apenas modelos para facilitar a compreensão; as partículas não podem ser observadas diretamente nem com instrumentos).

	Lavoisier	Proust
1º experimento	$3x + 3y = 3(x + y)$	$\frac{3x}{3y} = \frac{8x}{8y}$
2º experimento	$8x + 8y = 8(x + y)$	$\frac{3x}{3(x + y)} = \frac{8x}{8(x + y)}$

A teoria atômica de Dalton mostrou-se satisfatória para explicar os resultados experimentais que levaram às leis ponderais; no entanto, ela foi aceita no meio científico muitas décadas depois de sua formulação.

John Dalton deixou importantes contribuições para diversas áreas das Ciências, como a Química, a Física e a Meteorologia.

Atividades

Não escreva no livro.

- 1 Um dos experimentos realizados por Proust foi o da determinação das quantidades em massa de cobre, carbono e oxigênio em amostras de diferentes origens de carbonato de cobre. A tabela ao lado relaciona as massas, em grama, de carbonato de cobre com as massas dos elementos que o compõem.

Composição do carbonato de cobre em massa			
Carbonato de cobre (g)	Cobre (g)	Carbono (g)	Oxigênio (g)
10,0	5,1	1,0	3,9
20,0	10,2	2,0	7,8
30,0	15,3	3,0	11,7
40,0	20,4	4,0	15,6
50,0	25,5	5,0	19,5

- Usando seu conhecimento sobre proporções e os dados da tabela, calcule a porcentagem, em massa, dos elementos químicos que constituem o carbonato de cobre e represente-a em um gráfico “de pizza”.
- Usando os dados da tabela, construa um gráfico (em papel quadriculado ou no computador) da massa de carbono (no eixo das ordenadas) em função da massa de carbonato de cobre (no eixo das abscissas).
- O que se pode concluir da tabela fornecida e do gráfico que você obteve na resposta anterior? Qual é a relação de proporcionalidade entre as massas de carbono e de carbonato de cobre?
- Construa um gráfico que relacione a massa de carbono com a massa de cobre. Que conclusão se pode tirar do gráfico obtido?
- Se construíssemos um gráfico da massa de carbono em função da massa de oxigênio, você acha que encontraríamos uma forma diferente do gráfico anterior? De que maneira esse fato se relaciona com a lei das proporções definidas?

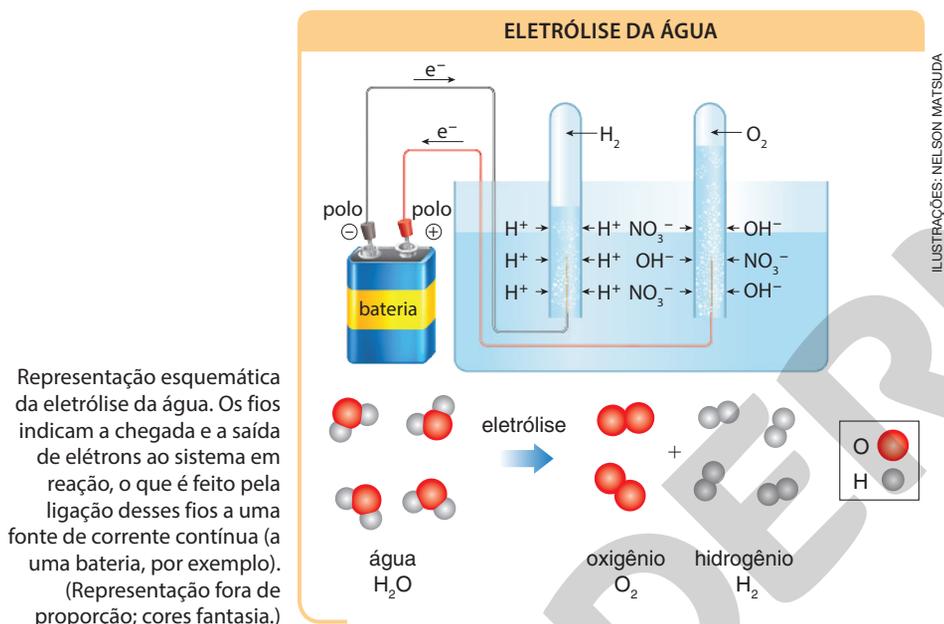
- 2 O cálcio sólido reage com cloro gasoso, originando cloreto de cálcio. Sabe-se que 40 g de cálcio reagem completamente com 71 g de cloro, originando 111 g de cloreto de cálcio.

- Uma pessoa provocou a reação entre uma amostra de cálcio e 14,2 g de cloro. Como resultado desse processo, obteve 22,2 g de cloreto de cálcio e ainda restou no recipiente 1 g de cálcio que não reagiu – diz-se que havia excesso de 1 g de cálcio. Qual é a massa da amostra de cálcio utilizada na reação?
- Se colocarmos 80 g de cálcio para reagir com 150 g de cloro gasoso, obteremos apenas cloreto de cálcio? Por quê? Qual deverá ser a massa do cloreto de cálcio formado?
- Qual lei ponderal está envolvida no raciocínio utilizado para resolver os itens anteriores?

Reações químicas: estudo qualitativo

Representando as reações

Para relembrar o conceito de reação, vamos representar a eletrólise da água. A palavra **eletrólise** tem origem grega (*eleto*, eletricidade; *lise*, quebra) e indica a decomposição de uma substância por ação da corrente elétrica. Mas a água não é um bom condutor de eletricidade. Para facilitar a circulação da corrente elétrica através dela, é preciso que ela contenha íons com mobilidade; para isso, a água pode ser levemente acidulada, mediante o acréscimo de algumas gotas de ácido sulfúrico ou ácido nítrico, por exemplo. Observe a imagem abaixo.

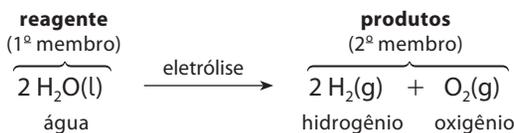


Observando essa representação, é possível deduzir que, para cada 4 moléculas de água (H_2O), formam-se 2 moléculas de oxigênio (O_2) e 4 moléculas de hidrogênio (H_2). Os números 4, 2 e 4 indicam que nessa reação há uma proporção: para cada duas moléculas de água (H_2O) transformadas, formam-se 1 molécula de oxigênio (O_2) e 2 moléculas de hidrogênio (H_2).

Lembre-se:

símbolos	representam	elementos químicos
fórmulas		substâncias
equações químicas		reações químicas

Assim, a reação química de eletrólise da água pode ser representada pela equação:



Essa equação química deve ser assim interpretada: na decomposição da água, para cada duas moléculas de H_2O , formam-se duas moléculas de H_2 e uma de O_2 .

Assim, em uma **equação química**, temos sempre estes componentes:

- **fórmulas das substâncias participantes**, isto é, dos reagentes e dos produtos;
- **coeficientes de acerto**, que indicam a **proporção numérica entre as moléculas** (ou conjuntos iônicos, no caso de compostos iônicos) de cada substância participante da reação. No caso da eletrólise da água, os coeficientes são, respectivamente, 2, 2 e 1. É importante ressaltar que o coeficiente 1 não precisa, necessariamente, ser escrito.

A combustão e o monóxido de carbono

Um dos gases produzidos na combustão da gasolina nos veículos automotores é o monóxido de carbono, CO(g) . Uma das formas de reduzir a emissão de CO pelos veículos é a colocação de catalisadores nos canos de escapamento.

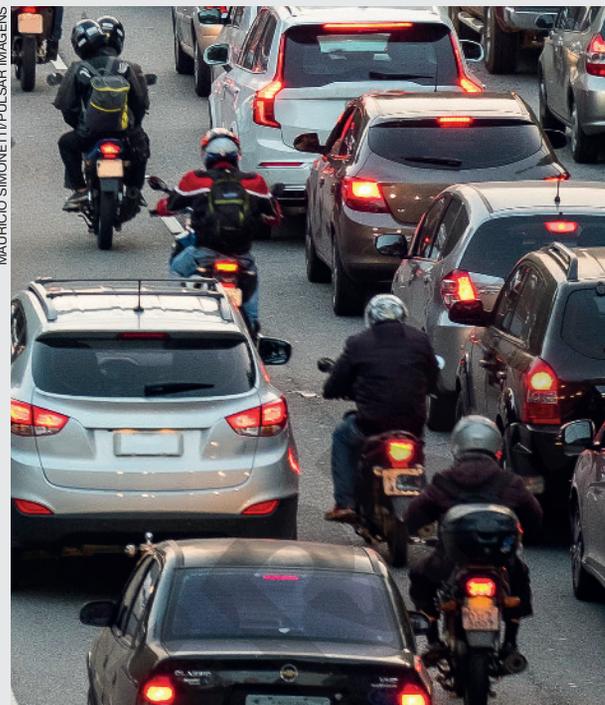
Os catalisadores aceleram a reação do monóxido de carbono com o oxigênio do ar, $\text{O}_2(\text{g})$, transformando-o em dióxido de carbono, $\text{CO}_2(\text{g})$, gás cuja toxicidade é bem menor que a do monóxido de carbono. Nesse processo, assim como em qualquer outro que utilize catalisadores, estes não são consumidos, ainda que algumas vezes seja preciso trocá-los por terem se tornado menos eficientes.

Embora todos os automóveis produzidos no Brasil desde a década de 1990 disponham de catalisadores, até o final de 2008 as motocicletas continuavam a ser fabricadas sem esse dispositivo. Essa é uma das razões pelas quais, nessa época, uma motocicleta, mesmo a de baixa cilindrada, chegava a emitir até seis vezes mais gases tóxicos do que um carro novo. Também contribuiu para a redução de emissão de poluentes ao longo do tempo, tanto em carros quanto em motos, a substituição dos antigos carburadores pelo sistema de injeção eletrônica de combustível.

Diante da exigência do Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares (Promot), que, por etapas, obrigou que esses veículos reduzissem seus limites de emissão de poluentes, desde 2009 os catalisadores passaram a ser usados também em motos. As limitações referem-se a três tipos de poluente: monóxido de carbono, hidrocarbonetos de diversos tipos, genericamente representados por C_xH_y , e óxidos de nitrogênio, especialmente NO_2 e NO . No caso da emissão de monóxido de carbono por motocicletas, o limite passou de 13 g/km rodado, em 2003, para 5,5 g/km, em 2005, e para 2 g/km, em 2009.

Fonte consultada: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares (Promot)*. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/163/_arquivos/promot_163.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.

Na combustão da gasolina forma-se, entre outros produtos, monóxido de carbono. Apesar de essa substância ser combustível, não é suficientemente transformada em dióxido de carbono sem o auxílio do catalisador. Graças a ele, quase todo o CO que seria emitido pelo veículo reage com o O_2 do ar, originando CO_2 .



Em 2009, os catalisadores tornaram-se obrigatórios também para as motos. (São Paulo-SP, 2016.)

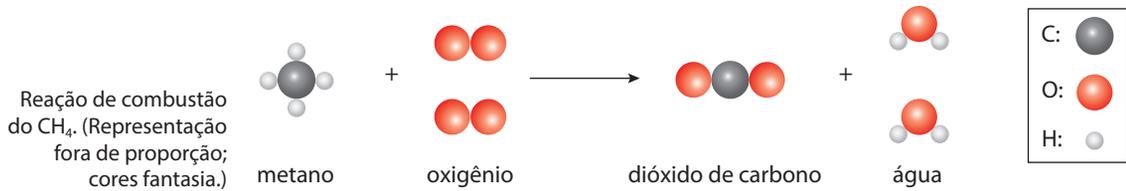
1. Represente, por meio de fórmulas moleculares, os reagentes e os produtos da reação do monóxido de carbono (CO) com o oxigênio (O_2) do ar.
2. Utilizando o modelo atômico de Dalton, represente o número mínimo de moléculas necessário para formar o produto da combustão do CO .
3. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, o estabelecimento de normas para controlar a emissão de poluentes das motocicletas se deu por conta do “vertiginoso crescimento do segmento das motocicletas e veículos similares nos últimos anos no país e seu perfil de utilização, notadamente no segmento econômico de prestação de serviços de entregas em regiões urbanas”.
 - a) A que trabalhadores se refere o trecho em que se fala do “segmento econômico de prestação de serviços de entregas em regiões urbanas”?
 - b) Por que você acha que esse segmento cresceu tanto nos últimos anos?
 - c) Faça uma pesquisa sobre os motivos que levam as pessoas a entrarem nessa profissão, suas condições de trabalho e os riscos envolvidos nesse tipo de atividade. Se você conhece alguém que exerça essa atividade, faça uma entrevista com essa pessoa sobre essas questões. Anote as respostas e apresente-as aos colegas.

Professor, pode ser que alguns alunos desconheçam o significado de combustão completa e incompleta. Se julgar necessário, exponha a diferença destacando que, no primeiro caso, os produtos formados são água e dióxido de carbono e, no segundo, monóxido de carbono ou carbono e água.

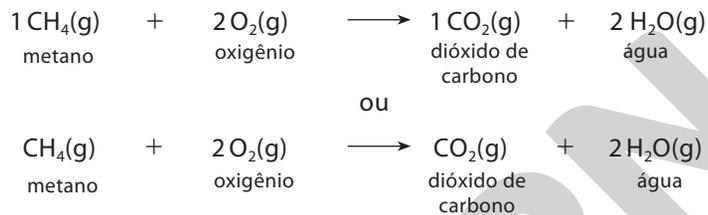
Determinando coeficientes de acerto de uma equação química

Considere a combustão completa do metano (CH_4), principal componente do gás natural, originando gás carbônico (CO_2) e água.

A representação dessa combustão, usando o modelo atômico de Dalton, é:

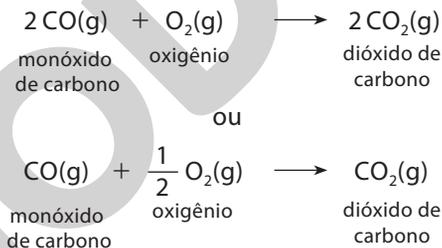


A equação química da combustão completa do CH_4 é:



Como estudamos anteriormente, os coeficientes de acerto 1, 2, 1 e 2 indicam a proporção entre os números de moléculas das substâncias participantes. Assim, se tivermos 10 moléculas de CH_4 , serão consumidas 20 de O_2 para formar 10 moléculas de CO_2 e 20 de H_2O .

No acerto dos coeficientes de uma equação química, procura-se usar os menores números inteiros, embora, em algumas equações, possam também ser encontrados coeficientes fracionários. Assim, a combustão do CO pode ser representada por:



Note que a proporção **2 : 1 : 2** equivale a $1 : \frac{1}{2} : 1$.

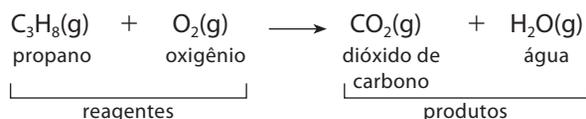
Atenção: não tem sentido pensar em fração de molécula! Um coeficiente de acerto fracionário expressa uma relação de quantidade de moléculas em relação a outra espécie participante de uma reação.

É preciso ter método no balanceamento por tentativas

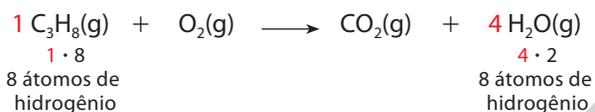
A maioria das equações que serão objeto de nosso estudo pode ser balanceada pelo método das tentativas. Para entender como balancear equações químicas, vamos equacionar a reação do propano (C_3H_8) – um dos combustíveis usados para acender as tochas olímpicas – com o oxigênio (O_2). Para isso, vamos supor que esse combustível, em contato com o oxigênio do ar, em condições adequadas, origine somente gás carbônico e água. Vale lembrar que essa também é uma das reações químicas que ocorrem quando acendemos a chama de um fogão abastecido com GLP (gás liquefeito do petróleo, gás de cozinha, encanado ou vendido em botijões), pois ele contém propano, que, ao chegar aos queimadores, está no estado gasoso. Por ora, vamos explorar a combustão do propano.

Como devemos proceder para fazer o balanceamento da equação de combustão desse gás?

1. Primeiro, escrevemos as fórmulas das substâncias participantes, que, no caso da combustão do propano, são estas:



2. Escolhemos, então, como ponto de partida o elemento químico que aparece em apenas um reagente e um produto. No exemplo, não seria uma boa escolha iniciar o balanceamento pelo O, uma vez que ele aparece em duas substâncias no lado dos produtos. Já o H e o C podem ser utilizados como ponto de partida, sendo mais fácil começar pelo H, que tem os índices mais altos: 8 átomos por molécula de C_3H_8 e 2 átomos no caso de H_2O .
3. Fixamos um número na frente de cada fórmula que contém o elemento escolhido, de modo que o número de átomos desse elemento no primeiro membro da equação seja igual ao número de átomos desse elemento no segundo membro. Esse procedimento está de acordo com a lei de Lavoisier: a massa e, consequentemente, o número de átomos de cada elemento permanecem inalterados em uma reação.



4. Continuamos o balanceamento sem perder de vista que, ao colocarmos um coeficiente de acerto diante de uma fórmula, outros coeficientes, em geral, podem ser determinados: o 1 na frente do C_3H_8 determina que há 3 C no lado dos produtos; por isso, temos de colocar 3 à frente do CO_2 :



5. Para saber que número deve ser colocado à frente do O_2 , único coeficiente que falta ser completado, devemos nos perguntar: qual é o número que, multiplicado por 2, resulta em 10 (há 6 átomos de O em CO_2 e 4 em H_2O)?



Atenção: nunca altere a fórmula das substâncias no momento de acertar os coeficientes. Escrever $3 \text{ C}_2\text{H}_2$ é bem diferente de escrever C_6H_6 . O índice que aparece na fórmula de uma substância indica o número de átomos de um elemento que participa da constituição de uma molécula dessa substância. Por exemplo: $3 \text{ H}_2 \rightarrow 3$ moléculas constituídas por 2 átomos de H. Isso é bem diferente de: 1 molécula formada por 6 átomos de hidrogênio (essa molécula não existe).

Algumas dicas importantes

- Durante o balanceamento da equação, é útil que você escreva o número 1 na frente das substâncias cujo coeficiente de acerto já tenha sido definido como unitário. Desse modo, você fica sabendo que essas substâncias já foram balanceadas e não corre o risco de se equivocar trocando um coeficiente de acerto que já havia sido definido. Ao final, os coeficientes unitários podem ser dispensados.

EDUARDO ANIZEL/FOFOLHAPRESS



Tocha olímpica dos Jogos Olímpicos Rio-2016 sendo conduzida pela capitã da seleção brasileira de vôlei, Fabiana Claudino, em Brasília-DF. Você sabia que um dos combustíveis que mantém a tocha acesa é o gás propano?

- É possível chegar a coeficientes fracionários. Observe a equação química parcialmente balanceada:



Se no segundo membro há 9 átomos de oxigênio (6 no CO_2 e 3 no H_2O), precisamos ter 9 átomos de oxigênio no primeiro membro. Qual é o número que multiplicado por 2 (índice do oxigênio no O_2) resulta em 9? É 4,5 ou $\frac{9}{2}$.



Isso quer dizer que, para cada molécula do combustível, são necessárias 4,5 de oxigênio. Ou:



Atividades

Não escreva no livro.



SEBASTIAN GOLLNOW/PICTURE-ALLIANCE/
DPA/AP IMAGES/GLOW IMAGES

O hidrogênio, combustível de uso nos programas espaciais, tem sido usado também em motores de automóveis; eles não emitem poluentes, pois o produto dessa combustão é vapor de água. (Stuttgart-Alemanha, 2019.)

- 1 O hidrogênio (H_2) já é usado como combustível de veículos, sendo considerado uma opção ambientalmente sustentável para os veículos movidos a gasolina ou álcool, uma vez que sua combustão é limpa.
 - a) Equacione a reação química que representa essa combustão.
 - b) Faça a “leitura” da equação química, explicitando seu significado por escrito.
 - c) Por que é costume dizer que a combustão do hidrogênio é “limpa”?

- 2 Quimicamente, escrever O_2 é o mesmo que escrever 2 O? Explique.

- 3 Nos itens abaixo, faça o balanceamento das equações químicas.

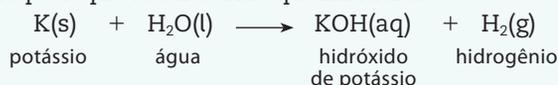
- a) O etileno (C_2H_4) é um hidrocarboneto gasoso que pode ser obtido do petróleo e é matéria-prima para a fabricação do polietileno, plástico largamente empregado em nosso cotidiano. Trata-se de um gás combustível, cuja reação com o oxigênio do ar pode ser representada por:



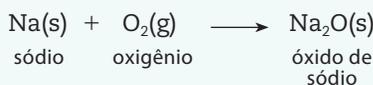
- b) A equação da combustão do butano (C_4H_{10}), um dos componentes do gás de cozinha, é:



- c) O potássio metálico reage violentamente com a água. Nesse processo, uma pequena porção do metal movimenta-se rapidamente na superfície da água, sendo acompanhada por uma chama de cor arroxeada. Trata-se de uma reação que requer muito cuidado por quem a executa, já que pode provocar sérias queimaduras.



- d) Combustão do sódio metálico:



- 4 Se o óxido de sódio produzido na combustão do sódio metálico (da atividade 3d) reagir com solução de ácido fosfórico, $\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq})$, dará origem a fosfato de sódio, Na_3PO_4 , e água. Represente esse processo por meio de equação química.

- 5 Baseie-se nas equações químicas dos itens a e b da atividade 3 e responda:
- Na reação de combustão do etileno, o número de moléculas dos reagentes é diferente do número de moléculas formadas nos produtos? E na reação de combustão do butano?
 - O que não mudou em nenhuma das duas reações químicas?
- 6 Cascas secas de laranja e limão costumam ser usadas para iniciar a combustão de madeira ou carvão. Os óleos essenciais contidos nessas cascas contêm 90% de limoneno, que é bastante inflamável. A fórmula dessa substância é $C_{10}H_{16}$.
- Explique por que as cascas têm de estar secas para serem usadas para esse fim.
 - Escreva a equação de combustão completa do limoneno, originando CO_2 e H_2O .

Alguns tipos de reações químicas

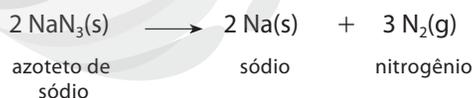
Reações de decomposição ou análise

Nas reações de decomposição ou análise de uma substância reagente, obtemos mais de um produto. É o que ocorre, por exemplo, em um *airbag*.

Decomposição do azoteto de sódio

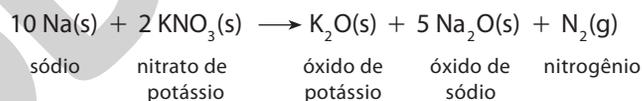
Em janeiro de 2014, todos os carros novos comercializados no Brasil passaram a ter obrigatoriamente dois equipamentos que dão mais segurança aos usuários: freios ABS, que evitam o travamento das rodas em frenagens bruscas, e *airbags* frontais, isto é, para o motorista e o passageiro do banco da frente.

Airbag é um equipamento que protege motorista e passageiro em caso de colisão violenta do veículo. Trata-se de uma bolsa feita de material resistente que infla rapidamente graças a reações que produzem um gás – o nitrogênio – que preenche todo o espaço interno da bolsa em frações de segundo. Normalmente, para esse fim, utiliza-se a decomposição do azoteto de sódio (NaN_3), substância sólida branca, também chamada de azida de sódio, extremamente tóxica. Veja abaixo a equação química dessa decomposição:



Quando o veículo reduz abruptamente a velocidade, sensores são acionados e provocam o conjunto de reações químicas que produz o gás. Como ele se forma em velocidade muito alta, o *airbag* infla quase simultaneamente ao impacto sofrido pelo veículo, evitando que a cabeça do motorista ou do ocupante do banco ao lado se choque contra o volante, o painel ou o para-brisa.

Mas por que falamos anteriormente em “conjunto de reações químicas”? Porque, além do azoteto de sódio (NaN_3), cuja decomposição é responsável pela produção do nitrogênio, há outros componentes no interior dessa bolsa. Um deles é o nitrato de potássio (KNO_3). Ele participa de uma reação secundária, cuja função é eliminar o risco representado pelo sódio – metal muito reativo que reagiria com a umidade do ar e atacaria a pele – formado na decomposição do NaN_3 .



Como o óxido de sódio (Na_2O) e o óxido de potássio (K_2O) também devem ser eliminados, há ainda o dióxido de silício (SiO_2), componente da areia, que, ao reagir com essas substâncias, produz substâncias inofensivas às pessoas e ao ambiente.



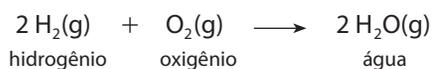
Airbag inflado, graças à formação de $N_2(g)$, após redução abrupta da velocidade do veículo.

Reações de síntese ou adição

Há reações químicas em que, partindo de várias substâncias, chega-se a um único produto. Elas são chamadas de reações de síntese ou adição.

A combustão do hidrogênio

A combustão do hidrogênio é um exemplo de reação de síntese. Em certas condições especiais, o gás hidrogênio (H_2) e o gás oxigênio (O_2) reagem e formam água. Para ser iniciada, essa reação requer pequena quantidade de energia, obtida por meio da chama de um palito de fósforo ou de uma faísca, por exemplo.



Nessa reação, é liberada grande quantidade de energia, isto é, trata-se de uma reação exotérmica; seu produto é a água. Por isso, essa combustão é uma potencial fonte de energia limpa. Avanços tecnológicos vêm viabilizando o uso do hidrogênio (H_2) como combustível para veículos; na forma líquida, ele é empregado como combustível de foguetes.

O lançamento de ônibus espaciais ocorre graças à energia liberada na combustão do $\text{H}_2(\text{g})$. Na foto, o lançamento do ônibus espacial Atlantis, em 8 de julho de 2011, no Centro Espacial John F. Kennedy, na Flórida (Estados Unidos).



CHIP SOMDEVILLA/GETTY IMAGES

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

Atividades

Não escreva no livro.

- Quando se queima carvão para fazer churrasco, procura-se criar condições para que a combustão seja completa, com a formação de dióxido de carbono. No entanto, é difícil evitar a formação de monóxido de carbono (CO), um gás muito prejudicial ao nosso organismo.
 - Equacione os dois processos mencionados, considerando que o carvão seja formado principalmente por carbono.
 - Qual desses processos requer mais gás oxigênio?
- O gás amoníaco, $\text{NH}_3(\text{g})$, é matéria-prima importante na obtenção de fertilizantes usados na agricultura. Industrialmente, ele é obtido por reação de síntese de substâncias simples. Equacione essa reação de síntese.
 - O monóxido de carbono (CO) é um gás que foi bastante usado como combustível (gás de rua). Ele fazia parte da mistura obtida da hulha, um tipo de carvão mineral. Equacione a reação de combustão desse gás, originando gás carbônico.
 - Na obtenção industrial do ácido sulfúrico (H_2SO_4) podem ser usadas três reações de síntese, que você deve equacionar de acordo com as descrições a seguir:
 - combustão de enxofre sólido (S), originando SO_2 gasoso (reação rápida);
 - síntese do SO_3 , por reação de SO_2 com gás oxigênio; por tratar-se de reação lenta, utilizam-se catalisadores – substâncias que, sem alterar os produtos da reação, tornam-na mais rápida;
 - transformação do trióxido de enxofre em ácido sulfúrico em reação com água.

Reações envolvendo ácidos, bases e sais

Ácidos, bases e sais representam três grupos de substâncias; as pertencentes a cada um desses grupos podem ser estudadas em conjunto, pelo fato de possuírem certas características em comum. Ácidos, bases e sais constituem algumas das principais funções da **Química**.

Antes de retomar qualquer ideia que você possua sobre esses grupos de substâncias, vamos recuperar um pouco da história dos ácidos e bases e aprender sobre outros conceitos relacionados a eles e aos sais.

Interligações

Professor, considere, neste momento, que o caráter básico ou alcalino é uma característica de substâncias que têm a capacidade de neutralizar ácidos.

Não escreva no livro.

Um pouco da história dos conceitos de ácido e base

Antigas civilizações já conheciam substâncias de **caráter ácido** e de **caráter básico** (ou **alcalino**). O ácido acético (substância presente no vinagre), por exemplo, já era conhecido pelos egípcios, que o obtinham pela transformação do etanol (C_2H_5OH), álcool presente no vinho. É a presença do etanol, aliás, que explica por que, com o tempo e dependendo da forma como é armazenado, o vinho adquire sabor azedo. O gás amoníaco (NH_3), substância com propriedades básicas, também era conhecido pelos egípcios, que registraram em papiro a forma de obtê-lo.

Embora tentativas de classificar as substâncias quanto à acidez e à basicidade tenham sido feitas anteriormente, uma das primeiras propostas consideradas relevantes foi a do irlandês Robert Boyle (1627-1691). Após vários experimentos, Boyle observou que todas as substâncias que apresentavam caráter ácido – e não apenas algumas delas – provocavam o efeito da mudança de cor no xarope de violetas (nessa época, já se conhecia um teste de mudança de cor, feito com xarope de violetas, que ficava vermelho em meio ácido e verde em meio alcalino). Ele realizou ampla pesquisa, usando vários extratos vegetais, entre os quais alguns empregados no tingimento de tecidos, como o de pau-brasil, cuja coloração varia de vermelho intenso, em meio ácido, a amarelado, em meio básico.

O uso de corantes por artesãos, na tinturaria, e por artistas, em pinturas, levou à constatação de que, com o tempo, ou na presença de certas substâncias, esses pigmentos tinham a coloração alterada. Graças a observações desse tipo, que permitem diferenciar um meio ácido de um básico mediante a mudança de cor, é que se passou a usar os chamados indicadores ácido-base, de grande valia até os dias de hoje. Em suas pesquisas, Boyle constatou que certos materiais não alteravam a coloração desses corantes e classificou-os como neutros.

Apoiando-se em experimentos, Boyle foi um dos primeiros a estabelecer formalmente que é ácida “qualquer substância que torne vermelhos os extratos de plantas”. Observações posteriores, porém, levaram à conclusão de que nem todos os indicadores, diante de um meio ácido ou básico, respondiam com as mesmas mudanças de cor.

Lavoisier propôs, no final do século XVIII, identificar ácidos e bases considerando sua composição, e seus estudos

sobre a combustão do carvão, do enxofre e do fósforo o levaram à obtenção dos ácidos carbônico, sulfúrico e fosfórico, respectivamente. Ele procurava relacionar a composição do material à acidez, em um raciocínio fundamentado no fato de que, para obter os óxidos (de carbono, enxofre e fósforo) – que em água dão origem a ácidos –, é preciso realizar reações de combustão e, para que elas ocorram, o oxigênio do ar é essencial. Os ácidos, portanto, seriam compostos oxigenados; ou seja, para Lavoisier, a presença de oxigênio (o nome oxigênio, de origem grega, significa “formador de ácidos”) estava ligada à acidez.

Pesquisadores posteriores verificaram que o responsável pelo caráter ácido de uma substância é o hidrogênio, e não o oxigênio, ao constatar que existem ácidos, como o clorídrico (HCl), por exemplo, que não possuem oxigênio em sua composição.

A respeito desses conceitos químicos, vale destacar a publicação do brasileiro Vicente Coelho de Seabra Silva Telles (c. 1764-1804), graduado em Medicina e Filosofia pela Universidade de Coimbra, em Portugal. Adepto das ideias de Lavoisier, ele estabeleceu uma classificação das substâncias em dois grandes grupos: combustíveis (as que podem ser queimadas) e incombustíveis (as que não pegam fogo). No grupo das incombustíveis, estão os materiais de caráter básico (ou alcalino) e ácido, cujas propriedades podemos destacar; por exemplo, a capacidade de ácidos e bases de mudar a cor de extratos vegetais (ácidos avermelham extratos azulados e bases tornam verde o xarope de violetas). Essa mudança de cor provocada por um ácido pode ser restituída por uma base, assim como a mudança de cor provocada por uma base pode ser restituída por um ácido.

Fonte de consulta: COSTA, A. A. Vicente Coelho de Seabra Silva Telles. Disponível em: <<https://www.spq.pt/files/docs/Biografias/Vicente%20Coelho%20de%20Seabra%20%20port.pdf>>. Acesso em: 9 maio 2020.

1. Com base no que vimos até aqui, liste algumas propriedades de ácidos e de bases.
2. Que diferença você pode apontar entre o objetivo das pesquisas de Lavoisier e o das de seus antecessores, no que se refere à compreensão do conceito de ácido?

Dissociação iônica

O quadro ao lado sintetiza um teste de condutibilidade elétrica feito para sistemas que contêm somente água líquida, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, cloreto de sódio sólido, $\text{NaCl}(\text{s})$, e cloreto de sódio em água, $\text{NaCl}(\text{aq})$.

Você viu no Capítulo 1 que o cloreto de sódio (NaCl) tem boa condutibilidade elétrica no estado líquido devido à mobilidade dos íons Na^+ e Cl^- . No estado sólido, as cargas elétricas (íons) do NaCl quase não têm mobilidade: os íons estão “presos” no retículo cristalino.

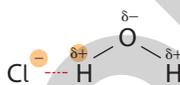
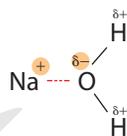
Teste de condutibilidade elétrica de $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, $\text{NaCl}(\text{s})$ e $\text{NaCl}(\text{aq})$			
Sistema	Lâmpada do sistema	Condutibilidade elétrica	Como explicar?
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	Não acende	Má	Moléculas neutras
$\text{NaCl}(\text{s})$	Não acende	Má	Íons quase fixos
$\text{NaCl}(\text{aq})$	Acende	Boa	Íons com grande liberdade de movimento

Analisando a tabela acima, nota-se que, apesar de as partículas de H_2O terem mobilidade, elas são eletricamente neutras, o que explica a má condutibilidade elétrica. Apesar de a água ser um composto molecular, uma parte das moléculas de água que se encontram em um recipiente está na forma iônica (H^+ e OH^-). Entretanto, o número de íons em relação ao de moléculas é tão pequeno que, dependendo do sistema utilizado, não se consegue detectar a condutibilidade elétrica da água.

Como a água dissolve o cloreto de sódio?

A água (substância molecular) dissolve o NaCl (sólido iônico), gerando uma solução. Nesse processo, a água libera os íons Na^+ e Cl^- , que estavam ligados quimicamente, formando um retículo cristalino de cloreto de sódio.

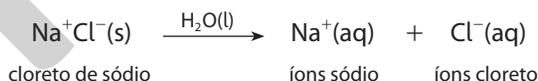
Nas ligações covalentes da água, os átomos de oxigênio constituem polos de caráter negativo (eles atraem mais o par eletrônico da ligação $\text{O} - \text{H}$), pois o elemento O é mais **eletronegativo** que o H ; por isso os cátions sódio (Na^+) são atraídos por esses átomos. Algo semelhante ocorre entre os ânions cloreto (Cl^-) e os átomos de hidrogênio da água (que concentram cargas elétricas positivas). Veja na representação:



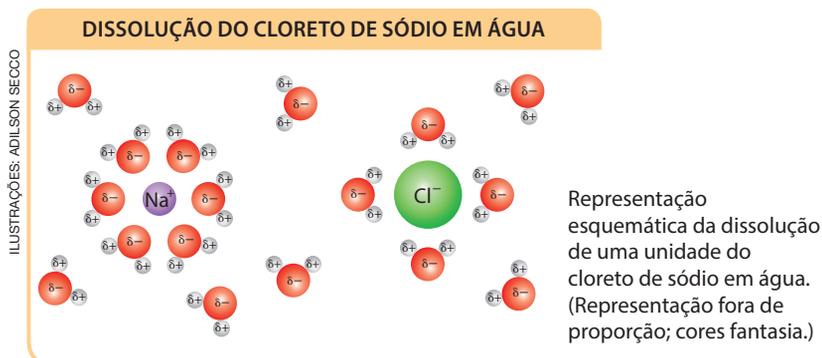
Em ligações covalentes, o símbolo δ (delta) é usado para representar átomos que constituem polos de caráter positivo ou negativo. Ainda assim, as moléculas de água são neutras, uma vez que o número total de prótons é igual ao de elétrons.

É graças a interações da água com os íons que ela dissolve o NaCl sólido, separando os íons Na^+ e Cl^- , que ficam cercados por moléculas de H_2O . A mobilidade dos íons explica a condutibilidade elétrica da solução formada.

Esse processo pode ser representado por uma equação química:

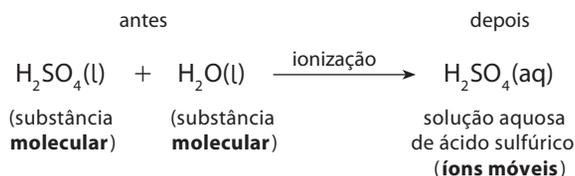


A água provoca a **separação** dos íons que já existem na estrutura do Na^+Cl^- sólido. Tal fenômeno é denominado **dissociação iônica** ou, simplesmente, **dissociação**.



Ionização

Como você sabe, quando a água está isenta de impurezas, ela é má condutora de eletricidade. O mesmo ocorre com o H_2SO_4 . No entanto, a mistura desses dois maus condutores origina uma solução que é boa condutora de eletricidade. Nesse processo, as substâncias moleculares H_2SO_4 e H_2O interagem, originando íons. Esse processo é denominado **ionização**.

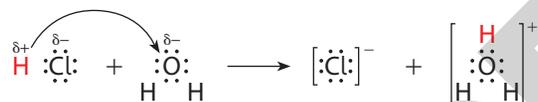


Que modelo justifica a ionização?

Vamos analisar o processo de ionização verificando o que acontece com o cloreto de hidrogênio ou gás clorídrico, $\text{HCl}(\text{g})$, ao ser colocado em água. A ionização ocorre graças à interação entre as moléculas da água e as do cloreto de hidrogênio.

Nas ligações entre hidrogênio e oxigênio na água, o par de elétrons da ligação fica mais próximo do oxigênio, de modo que essa parte da molécula concentra cargas negativas. Com isso, os átomos de hidrogênio assumem caráter positivo.

Na ligação entre cloro e hidrogênio, no cloreto de hidrogênio, o cloro atrai mais fortemente o par de elétrons da ligação do que o hidrogênio – o Cl é mais **eletronegativo** do que o H –, dando origem a uma carga parcial negativa (δ^-). A carga parcial positiva (δ^+) está no hidrogênio.



O que ocorre nessa interação?

Nessa interação, há atração entre a parte positiva da molécula de HCl e a parte negativa da molécula de H_2O . Isso provoca o rompimento da ligação H — Cl: o átomo de H fica sem seu elétron, que passa a fazer parte do Cl. Dessa forma, o H fica com carga + 1, e o cloro fica com carga - 1.

O hidrogênio (H), que, antes desse rompimento da ligação, possuía 1 próton e 1 elétron, perde esse elétron e, para se estabilizar, utiliza o par de elétrons disponível do oxigênio da água, ficando com 2 e^- na sua camada de valência. Como o H tinha carga positiva, quando se associa com a molécula de H_2O (neutra), forma um íon positivo, o cátion oxônio (H_3O^+), também chamado hidrônio ou hidrônio.

Ácidos

O ácido clorídrico está presente no suco gástrico e tem papel importante no processo digestório. Quando em excesso no estômago, provoca a sensação de azia e queimação (hiperacidez estomacal). Porém, a carência desse ácido no suco gástrico, aliada a outros fatores, pode tornar a digestão mais lenta.

RECRUTA ZERO



MORT WALKER



O excesso de acidez no estômago causa azia e queimação. O humor da tira reside na troca: se uma cotação de quatro estrelas demonstraria a excelência da comida do quartel, a cotação de quatro tablets de antiácido não deixa dúvidas sobre a falta de qualidade da refeição.

HCl, HNO₃ e H₂SO₄ são exemplos de substâncias que, segundo o conceito de Svante August Arrhenius (1859-1927), proposto em 1884, liberam íons com mobilidade na presença de água, ou seja, são **eletrólitos**.

Podemos definir eletrólitos como substâncias que, ao se dissolverem em água, produzem uma solução que é boa condutora de corrente elétrica.

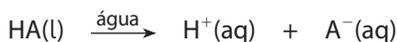
As substâncias iônicas solúveis em água, como brometo de potássio, KBr(aq), cloreto de cálcio, CaCl₂(aq), e hidróxido de sódio, NaOH(aq), são eletrólitos porque sofrem dissociação iônica, ou seja, as soluções aquosas dessas substâncias apresentam íons com mobilidade. Algumas substâncias moleculares, como ácido clorídrico, HCl(aq), ácido sulfúrico, H₂SO₄(aq), e ácido nítrico, HNO₃(aq), quando dissolvidas em água, sofrem ionização, ou seja, originam íons livres em solução e, por isso, também são eletrólitos.

Considerando a teoria da dissociação iônica de Arrhenius, podemos afirmar que **ácidos** são compostos que, em solução aquosa, fornecem um único tipo de cátion: o H₃O⁺.

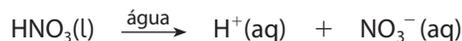
Podemos representar a ionização de um ácido qualquer HA por:



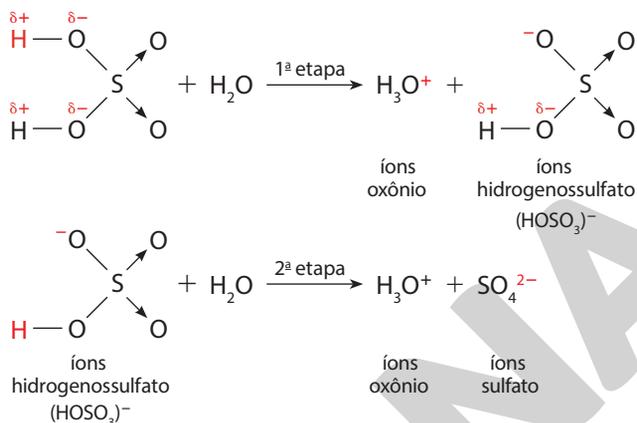
Ou seja: todos os ácidos produzem H₃O⁺(aq) em meio aquoso. Podemos, por simplificação, equacionar:



Exemplificando:



Muitos ácidos têm mais de um átomo de H ionizável. É o caso do H₂SO₄, um diácido (tem dois átomos de hidrogênio ionizáveis):



Note que, em cada uma das etapas, apenas um dos átomos de hidrogênio de cada molécula de H₂SO₄ origina o íon oxônio.

Se somarmos as duas etapas de ionização, teremos:



Atividades

Não escreva no livro.

- 1 “Não se deve lidar com eletricidade com as mãos molhadas.” Essa é uma recomendação de segurança bastante conhecida. Por que isso seria perigoso, se a água destilada é má condutora de corrente elétrica?
- 2 Considere os seguintes compostos:
 - fluoreto de potássio, KF(s), usado em indústrias de cerâmica e vidrarias;

- ácido perclórico, HClO₄(l), usado como herbicida.
- a) Qual deles é iônico e, dissolvido em água, pode dissociar-se? Indique o processo por meio de equação química.
 - b) Qual deles é molecular e, em água, libera íons? Equacione o processo.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

Na indústria alimentícia é muito comum o uso de aditivos alimentares com o objetivo de modificar as características químicas, físicas, biológicas e sensoriais dos alimentos. Organizem-se em grupos, conforme orientação do professor, e pesquisem em fontes confiáveis sobre os acidulantes:

- o que são;

- para que são utilizados;
- quais são os principais aditivos dessa categoria;
- implicações na saúde.

Elaborem um texto de divulgação científica, na forma de uma postagem para redes sociais, para apresentar as informações para a comunidade. Não se esqueça de indicar as fontes de pesquisa utilizadas.

Bases ou hidróxidos

O principal constituinte da **soda cáustica**, material vendido no comércio para desentupir encanamentos obstruídos por gordura, é o hidróxido de sódio (NaOH). Essa substância pertence à função **base** ou **hidróxido**.

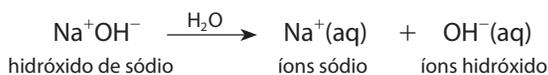
São outros exemplos de base:

- hidróxido de potássio (KOH), comercialmente chamado de potassa;
- hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂), conhecido como cal extinta ou cal hidratada – é obtido por adição de água à cal e empregado em construções;
- hidróxido de alumínio (Al(OH)₃), e hidróxido de magnésio (Mg(OH)₂), usados como antiácidos.

Preste atenção nas fórmulas desses compostos. Com o que estudamos até aqui, você pode deduzir algumas das propriedades das bases.

Considerando a teoria da dissociação iônica de Arrhenius, podemos afirmar que **bases** são compostos que, em solução aquosa, fornecem um único tipo de ânion: o OH⁻, chamado de **hidróxido** ou **hidroxila**.

O processo de dissociação iônica é o que ocorre com as bases ao serem colocadas em água; o meio formado como resultado dessa dissolução (total ou parcial) é, portanto, eletrolítico. A dissociação iônica do hidróxido de sódio, uma base bastante solúvel em água, é representada por:



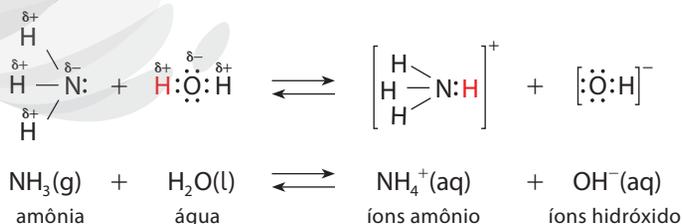
Pelo fato de se dissolver bem em água, a solução de hidróxido de sódio é boa condutora de corrente elétrica.

As bases dos demais metais alcalinos (elementos químicos do grupo 1 da tabela periódica), todas bastante solúveis em água, e as de alguns metais alcalinoterrosos (grupo 2), embora menos solúveis que as dos metais alcalinos – como o Ba(OH)₂ e o Ca(OH)₂ –, são outros exemplos de bases que conduzem bem a corrente elétrica em solução aquosa.

“Hidróxido de amônio, NH₄OH”

A rigor, apesar de falar-se em hidróxido de amônio, essa substância não existe! Ao contrário das demais bases – sólidos iônicos que sofrem dissociação em água liberando OH⁻ –, a solução que é conhecida comercialmente com o nome de amoníaco é obtida pela dissolução de NH₃(g), amônia ou gás amoníaco, em água.

A amônia é um gás extremamente irritante e corrosivo, podendo causar sérios danos às vias respiratórias se for inalado.



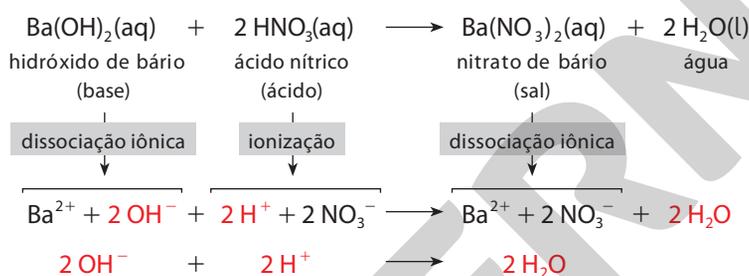
As duas setas (\rightleftharpoons) que aparecem na equação química indicam que as reações são **reversíveis**, isto é, alguns dos íons formados voltam a reagir, tornando a formar NH₃(g) e água. A solução de “hidróxido de amônio” contém os quatro constituintes: NH₃, H₂O, NH₄⁺ e OH⁻.

Sais

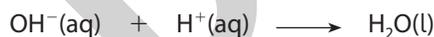
Quando pensamos em representantes dessa função, com frequência nos vem à mente o sal de cozinha, formado, principalmente, por cloreto de sódio (NaCl). Mas existem muitos outros sais, como o carbonato de cálcio (CaCO₃), presente no mármore; o sulfato de bário (BaSO₄), sal praticamente insolúvel em água e usualmente ingerido para agir como contraste em radiografias do sistema digestório; o sulfato de cálcio (CaSO₄), substância presente no giz; o nitrato de potássio (KNO₃), usado como fertilizante; o fosfato de cálcio (Ca₃(PO₄)₂), também usado como fertilizante; entre muitos outros.

Considerando a teoria da dissociação iônica de Arrhenius, podemos afirmar que sais são compostos iônicos que têm pelo menos um cátion proveniente de uma base e um ânion proveniente de um ácido. Em outras palavras, podemos dizer que sais são compostos que podem ser obtidos pela reação de neutralização entre um ácido e uma base seguida da evaporação da água do sistema.

Observe atentamente a equação química que representa a reação de neutralização:



A proporção 2 : 2 equivale à proporção 1 : 1, o que quer dizer que para cada ânion OH⁻ há necessidade de um cátion H⁺. Assim, a equação iônica que melhor representa a neutralização de um ácido por uma base é:



A neutralização, o pH e os indicadores

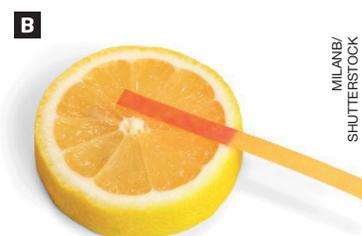
Em propagandas de produtos de higiene e beleza, também é comum o emprego da abreviação **pH** com a intenção de dar credibilidade ao que se diz sobre o produto.

Mas o que é pH? Podemos dizer, de modo simplificado, que pH é uma “medida” da acidez ou basicidade (alcalinidade) de um meio. Cada valor de pH está associado a certa concentração de íons H⁺(aq), ou seja, à quantidade desses íons por unidade de volume de solução.

Nas condições ambiente (25 °C e 1 atm), o pH = 7 indica que o meio é neutro; valores abaixo de 7 indicam que o meio é ácido (quanto mais baixo é o valor de pH, mais ácido é o meio), e valores acima de 7 indicam que o meio é alcalino (quanto maior é o valor de pH, mais básico é o meio).



(A) Fita indicadora universal com o padrão de cores correspondente aos valores de pH desse indicador. Qual valor você observa ao testar o pH do pedaço de laranja?



(B) Teste de pH de um pedaço de laranja utilizando a fita indicadora universal. Note que o resultado indica que o meio é ácido.

Formação de precipitado

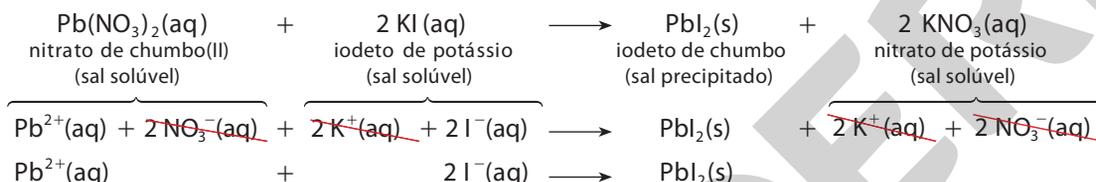
A formação de **precipitado** é um dos indícios da ocorrência de reação química. Se colocarmos uma solução contendo certos íons em contato com outra contendo íons diferentes dos iniciais, ocorrerá reação sempre que houver a possibilidade de se formar uma **base** ou **sal menos solúvel**, ou seja, um eletrólito mais fraco.

Lembre-se de que nas soluções aquosas de sais temos, na verdade, íons liberados por dissociação. Nas soluções mostradas na foto ao lado, existem os íons chumbo(II) (Pb^{2+}), nitrato (NO_3^-), potássio (K^+) e iodeto (I^-).

Os íons Pb^{2+} associados a I^- formam PbI_2 , pouco solúvel em água e visível na forma de um precipitado amarelo. A indicação da formação de um composto pouco solúvel em água (precipitado) é feita com o símbolo (s), de sólido. Acompanhe a análise da equação química que representa a reação entre as soluções aquosas de nitrato de chumbo(II) e iodeto de potássio.



O precipitado amarelo de iodeto de chumbo(II) (PbI_2) é o produto da reação entre os íons Pb^{2+} (aq) e I^- (aq). Aos poucos, ele vai decantando e se deposita no fundo do recipiente.



É possível prever se uma reação de precipitação ocorre sem realizar o experimento? Sim: se um dos possíveis produtos for uma substância pouco solúvel em água, isso significa que a reação pode ocorrer. Para conferir a solubilidade das substâncias, consulte uma **tabela de solubilidade** como a apresentada a seguir, o recurso mais adequado para fazer essa previsão. Essa consulta ajuda a prever a ocorrência ou não de reação entre, por exemplo, soluções aquosas de cloreto de bário ($BaCl_2$) e de sulfato de amônio ($(NH_4)_2SO_4$).

Tabela resumida da solubilidade de sais em água (a 25 °C)	
Compostos solúveis	Exceções
Quase todos os sais de Na^+ , K^+ , NH_4^+	
Haleto: sais de Cl^- , Br^- e I^-	Haleto de Ag^+ , Hg_2^{2+} e Pb^{2+}
Nitratos: NO_3^-	
Sulfatos	Sulfatos de Sr^{2+} , Ba^{2+} , Pb^{2+} , Ca^{2+}
Sais de CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , $C_2O_4^{2-}$ e CrO_4^{2-}	Sais de NH_4^+ e de cátions de metais alcalinos
Sulfetos	Sais de NH_4^+ , Ca^{2+} , Sr^{2+} e de cátions de metais alcalinos
Hidróxidos metálicos	Hidróxidos de Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} e de cátions de metais alcalinos

Fonte: MOREIRA, C. I. F. *Recursos digitais para o ensino sobre solubilidade*. 2006. 131f. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto, Porto, 2006. Tabela 1, p. 19.

Os termos **solúvel** e **insolúvel** usados nas tabelas são pouco precisos. Por exemplo, classificamos o nitrato de prata ($AgNO_3$) e o carbonato de sódio (Na_2CO_3) como sais solúveis em água, mas isso não significa que não haja um limite para essa solubilidade, ou que eles sejam igualmente solúveis em água.

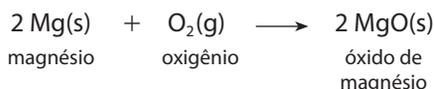
Reações com transferência de elétrons

A palavra **oxidação** era empregada originalmente para designar reações em que uma substância interage com o oxigênio (O₂) e até hoje é usada para indicar o processo que leva um metal a perder o brilho e outras características metálicas. O significado químico do termo, porém, ampliou-se, como veremos mais adiante.



A ferrugem, evidente na estrutura metálica, é consequência da formação de íons Fe³⁺.

Entre 1887 e 1949, aproximadamente, o *flash* das máquinas fotográficas era obtido por meio da oxidação do magnésio, devido à intensa luz gerada no processo. Essa transformação é representada pela equação química:



Para que o magnésio metálico, cuja carga elétrica é zero, transforme-se em íon Mg²⁺, presente no óxido de magnésio, é necessário que interaja com o O₂, de modo que perca 2 elétrons por átomo. Para isso, as moléculas de O₂ terão de receber elétrons. Vamos analisar esses dois processos separadamente:



Nessa reação, cada átomo de magnésio perde 2 elétrons, formando o íon Mg²⁺. Já a molécula de oxigênio, cuja carga elétrica é nula, ganha 4 elétrons (2 elétrons para cada átomo de oxigênio) e origina dois íons O²⁻. Podemos representar esse processo utilizando a fórmula de Lewis:



E a reação global do processo pode ser representada por:



Note que, para que cada molécula de O₂ receba 4 elétrons, é necessário que 2 átomos de magnésio cedam, cada um, 2 elétrons.

Chamamos de **reações de oxirredução** as transformações em que há **transferência de elétrons**, como a apresentada anteriormente.

O termo **oxirredução** deriva de dois processos que ocorrem na transformação: a **oxidação** (que envolve a perda de elétrons) e a **redução** (que envolve o ganho de elétrons). Assim, na transformação representada acima, o Mg se **oxida** (cede elétrons) e o O₂ se **reduz** (ganha elétrons).

Atividades

Não escreva no livro.

- 1 Todo metal perde o brilho quando exposto ao ar? Dê um exemplo que justifique sua resposta.
- 2 Diversos objetos de uso doméstico e hospitalar são feitos de aço. Que palavra utilizamos para indicar o aço que mantém permanentemente a cor e o brilho, apesar do uso? Qual é o significado dessa palavra?
- 3 A palha de aço utilizada na cozinha é um material constituído principalmente por ferro (Fe). Quando ela é exposta ao ar e à umidade durante alguns dias, nota-se que ela muda de aspecto. Nesse processo, o ferro (Fe) transforma-se em íons Fe²⁺ e Fe³⁺. Represente por meio de uma equação química o que aconteceu com o Fe e identifique se o ferro se oxidou ou reduziu.

Fique por dentro

Livro

LEVI, Primo. A tabela periódica. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 2001.

Nesse livro, o autor narra sua infância, o surgimento de seu interesse pela Química, seus amores, a prisão em Auschwitz, durante a Segunda Guerra Mundial, e o regresso aos laboratórios do campo de concentração após a guerra.

Filme

Carbono & Metano. Direção: Philippe Henry e Gil Ferreira. PH Multivisão Video. Brasil, 2017. (50 min.)

Documentário de ficção que desenvolve a história em duas camadas. A parte de ficção é protagonizada por moléculas que ganham características humanas e discutem sobre o efeito estufa. A parte de documentário é apresentada pela repórter Joyce com depoimentos de cientistas, especialistas e professores sobre o assunto. O filme está dividido em cinco partes disponíveis em: <<https://www.youtube.com/user/PHMultivision>>. Acesso em: 16 abr. 2020.

- 1 Leia os fragmentos extraídos de uma notícia de jornal.

É hora de aplicar calcário no solo

[...] “Solos ácidos, caracterizados por baixos valores de pH (menor que 5,5), teores insuficientes de cálcio e excesso de alumínio e/ou manganês, são predominantes na maior parte do Brasil e limitam fortemente a produtividade das culturas, pois impedem absorção plena dos nutrientes pelas plantas”, diz o pesquisador científico Cristiano Alberto de Andrade, do Instituto Agronômico (IAC-Apta), em Campinas (SP).

[...] A aplicação de calcário agrícola corrige essa acidez, permitindo que a adubação seja plenamente aproveitada. [...] três meses antes do início do plantio de verão, é o momento de fazer a calagem, sempre baseada, porém, na análise química do solo, realizada em laboratórios especializados.

[...] “A calagem deve ser feita três meses antes do plantio para que haja tempo suficiente para a reação do corretivo, com o início das chuvas.” [...] O pesquisador explica que os principais danos às plantas provocados por solos ácidos estão relacionados ao desenvolvimento das raízes, já que a acidez elevada e o teor excessivo de alumínio prejudicam o crescimento do sistema radicular, reduzindo a absorção de água e nutrientes pela planta.

[...] “Entre os benefícios da calagem, os principais estão relacionados à elevação do pH a uma faixa adequada, normalmente entre 5,5 e 6,5, o que, além de reduzir ou eliminar a toxidez por excesso de alumínio ou manganês no solo, favorece a disponibilidade dos nutrientes e a atividade de micro-organismos no solo”. [...]

YONEYA, F. *O Estado de S. Paulo*, 6 ago. 2008. Disponível em: <<https://www.estadao.com.br/noticias/geral,e-hora-de-aplicar-calcario-no-solo,218382>>. Acesso em: 16 abr. 2020.

- O texto trata de um procedimento básico na agricultura brasileira para que uma plantação tenha bons resultados. Qual é?
- O que o pesquisador informa sobre as características dos solos brasileiros?
- Que consequências esse fato tem sobre as plantas?
- A cal, CaO, adicionada ao solo reage com a água produzindo hidróxido de cálcio, Ca(OH)₂. Por que a cal é eficiente para reduzir a acidez do solo?
- De acordo com o texto, “a calagem deve ser feita três meses antes do plantio para que haja tempo

suficiente para a reação do corretivo, com o início das chuvas”. Por que o autor destaca a ação das chuvas?

- 2 Leia o texto a seguir e responda às questões.

Brasileiro consome muito sal, mas não tem consciência da quantidade excessiva

Você tem ideia da quantidade de sal que consome diariamente? Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde 2013 (PNS/IBGE), o consumo de sal do brasileiro excede em quase duas vezes o limite máximo recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que é cinco gramas por dia. A média nacional é de 9,3 gramas. Apesar disso, apenas 12% dos brasileiros adultos têm a consciência da alta ingestão de sal na alimentação diária.

A falta de consciência é um perigo para a saúde! O consumo excessivo do sal está relacionado ao aumento do risco de doenças crônicas, como hipertensão arterial, doenças cardiovasculares, doenças renais, entre outras. Doenças silenciosas que podem matar de forma precoce. [...]

Grande parte do sal consumido pelos brasileiros vem da adição do sal de cozinha aos alimentos, no preparo e no consumo. Além disso muitos alimentos industrializados possuem quantidades mais altas de sódio (componente do sal relacionado ao risco de hipertensão). Itens como temperos prontos, presuntos, mortadelas, salame, macarrão instantâneo, salgadinhos de pacote colaboram para o aumento da ingestão do mineral. [...]

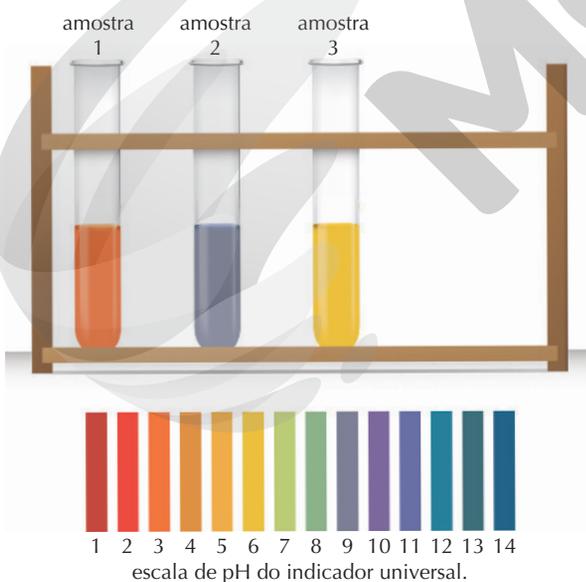
O coordenador [Eduardo Augusto Fernandes Nilson, Coordenador-Geral substituto de Alimentação e Nutrição do Ministério da Saúde] deu algumas dicas para que a pessoa fique atenta ao consumo. “Uma regra muito fácil de compreender, saber se um alimento tem excesso de sal, é olhar na tabela nutricional a quantidade de sódio e a quantidade de calorias. Se a quantidade de sódio for maior do que a de calorias, excesso de sal”, alertou Eduardo.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Brasileiro consome muito sal, mas não tem consciência da quantidade excessiva. *Blog da saúde*. Disponível em: <<http://www.blog.saude.gov.br/index.php/promocao-da-saude/54101-brasileiro-consume-muito-sal-mas-nao-tem-consciencia-da-quantidade-excessiva>>. Acesso em: 3 jun. 2020.

- a) Qual é o problema discutido no texto?

- b) O texto menciona uma maneira de diminuir o consumo de sódio: observar a quantidade desse nutriente nas informações nutricionais que aparecem no rótulo de alimentos. Pesquise essa informação em diferentes alimentos presentes em sua casa e construa uma tabela com esses dados, identificando os alimentos ricos em sódio segundo o padrão adotado no texto.
- c) Em grupos de três ou quatro colegas, construam um painel, a ser apresentado na escola, sobre o consumo de sal e a saúde. Pesquise em fontes confiáveis a importância do sal na alimentação (quando consumido moderadamente) e os prejuízos causados pelo consumo excessivo desse nutriente. Utilizem as informações coletadas por vocês e por seus colegas para responder ao item b. O painel deve ter textos curtos e claros, imagens com legendas explicativas e as fontes de pesquisa utilizadas.

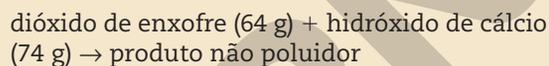
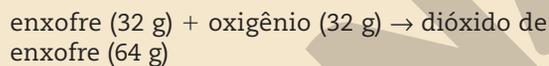
- 3 A acidez do solo é prejudicial ao cultivo de plantas em razão da diminuição da disponibilidade de nutrientes e do surgimento de íons tóxicos às plantas, como o cátion alumínio (Al^{3+}). A calagem – adição de cal – ou o uso de outros corretivos de acidez do solo são fundamentais para aumentar a produtividade e a eficiência de adubos. Considerando que um técnico analisou o pH de três amostras de solo distintas e obteve os resultados indicados a seguir, responda: em qual(is) amostra(s) será necessário o emprego de corretivos de acidez de solo?



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

- 4 (Enem) Atualmente, sistemas de purificação de emissões poluidoras estão sendo exigidos por lei em um número cada vez maior de países. O controle das emissões de dióxido de enxofre gasoso, provenientes da queima de carvão que contém enxofre, pode ser feito pela reação desse gás com uma suspensão de hidróxido de cálcio em água, sendo formado um produto não poluidor do ar.

A queima do enxofre e a reação do dióxido de enxofre com o hidróxido de cálcio, bem como as massas de algumas das substâncias envolvidas nessas reações, podem ser assim representadas:



Dessa forma, para absorver todo o dióxido de enxofre produzido pela queima de uma tonelada de carvão (contendo 1% de enxofre), é suficiente a utilização de uma massa de hidróxido de cálcio de, aproximadamente:

- a) 23 kg. d) 74 kg.
b) 43 kg. e) 138 kg.
c) 64 kg.
- 5 (Ufam) A Lei da Conservação das Massas foi publicada pela primeira vez em 1760, em um ensaio de Mikhail Lomonosov. No entanto, a obra não repercutiu na Europa Ocidental, cabendo ao francês Antoine Lavoisier o papel de tornar mundialmente conhecido o que hoje se chama Lei de Lavoisier. Em qualquer sistema, físico ou químico, nunca se cria nem se elimina matéria, apenas é possível transformá-la de uma forma em outra. Portanto, não se pode criar algo do nada nem transformar algo em nada (Na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma). Os estudos experimentais realizados por Lavoisier levaram a concluir que, numa reação química que se processe num sistema fechado, a massa permanece constante. Aplicando a Lei de Lavoisier, determine a massa de dióxido de carbono formada na reação de 46 g de álcool etílico reagindo completamente com 96 g de oxigênio, sabendo que foram formados 54 g de água.

- a) 142 g d) 88 g
b) 96 g e) 46 g
c) 90 g

Próximos passos

Tudo o que você aprendeu neste capítulo está intimamente relacionado ao que será abordado no próximo: as transformações que ocorrem naturalmente, responsáveis pelos “ciclos biogeoquímicos”. Vale lembrar que, entre os exemplos dos quais tratamos, muitos não são naturais. Eles têm sido usados pela humanidade para obter muitos materiais úteis em nossa vida. Nessas obtenções, é preciso que, como sociedade, estejamos atentos para minimizar as agressões ao ambiente e, portanto, à vida!

Antes de qualquer coisa, retome as questões da abertura e faça uma análise das respostas que deu a elas naquele momento, reformulando-as, se necessário.

1. Leia o fragmento extraído de uma excelente obra literária de autoria de Primo Levi e responda ao que se pede.

[...] queria contar a história de um átomo de carbono.

[...]

Nosso personagem, pois, jaz há centenas de milhões de anos ligado a três átomos de oxigênio e a um de cálcio, sob a forma de rocha calcária: já possui uma longuíssima história cósmica atrás de si, mas vamos ignorá-la. Para ele o tempo não existe [...].

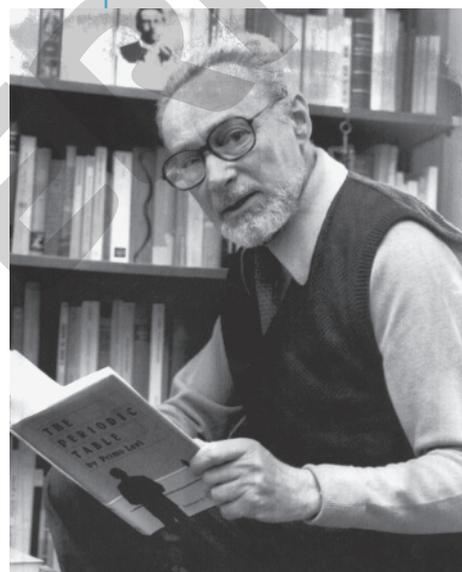
[...] num momento qualquer, que eu, narrador, decido por puro arbítrio ser no ano de 1840, um golpe de picareta o destacou e o encaminhou para o forno de cal, precipitando-o no mundo das coisas que mudam. Foi aquecido a fim de separar-se do cálcio, o qual permaneceu com os pés no chão, por assim dizer, e encaminhou-se a um destino menos brilhante que não vamos narrar; ele, ainda firmemente agarrado a dois daqueles três companheiros oxigênios de antes, saiu pela chaminé e tomou o caminho do ar. Sua história, de imóvel, fez-se tumultosa.

[...]

De fato, o carbono é um elemento singular: é o único que sabe ligar-se a si mesmo em longas cadeias estáveis sem grande dispêndio de energia, e para a vida na Terra (a única que até agora conhecemos) se necessita justamente de longas cadeias. Por isso, o carbono é o elemento-chave da substância viva: mas sua promoção, seu ingresso no mundo vivo não é cômodo, e ele deve seguir um caminho obrigatório, intrincado, clareado (e não ainda definitivamente) apenas nestes últimos anos. Se a conversão orgânica do carbono não se desenrolasse cotidianamente a nosso redor, na escala de bilhões de toneladas por semana, onde quer que aflore o verde de uma folha, caber-lhe-ia de pleno direito o nome de milagre. [...]

LEVI, Primo. *A tabela periódica*. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1994. p. 226-227.

- a) O que chama a sua atenção nesse trecho?
- b) Em sua “viagem”, qual é a fórmula do composto presente nas rochas calcárias? Se souber seu nome, indique-o.
- c) Qual é o efeito do aquecimento sobre o composto referido nesse fragmento do texto? Que composto “sai pela chaminé”? Por que ultimamente muito se tem falado nesse composto?



Primo Levi (1919-1987) foi um químico e escritor italiano. É conhecido, em particular, pela sua obra sobre o Holocausto, do qual ele foi um sobrevivente.

Reciclagem e transformação de matéria e energia nos seres vivos

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

Para começo de conversa

Para sobreviver, os seres vivos precisam de energia decorrente da transformação dos raios luminosos do Sol, da alimentação ou de outras fontes. Isso envolve transformações químicas que resultam na geração de energia e matéria.

Tais transformações ocorrem em processos como a fotossíntese, a respiração celular e a fermentação, que participam tanto do metabolismo celular quanto da reciclagem da matéria, nos ciclos biogeoquímicos. Que processos produzem energia nos organismos autótrofos e heterótrofos? Como esses organismos obtêm matéria para sintetizar substâncias fundamentais à sobrevivência? Como esses processos se relacionam entre si nos ecossistemas?

Neste capítulo você estudará como a matéria, que constitui os seres vivos, é reciclada no ambiente. Um complexo sistema de relações entre muitas espécies, de decompositores a produtores e consumidores, mantém a matéria orgânica e inorgânica em constante transformação e reutilização por meio dos processos metabólicos dos organismos.



Queijos são alimentos produzidos pelo processo de fermentação realizado por bactérias e algumas espécies de fungos, que transformam a lactose do leite em ácido láctico e outras substâncias.

Metabolismo celular

Na manutenção das diversas atividades dos seres vivos, as células consomem energia, que é obtida de algumas moléculas orgânicas. Seres **autótrofos** são capazes de produzir essas moléculas por meio da fotossíntese ou da quimiossíntese, que serão estudadas adiante. Já os seres **heterótrofos**, como nós, precisam adquirir com regularidade essas moléculas orgânicas por meio de alimentos.

Em nossa dieta, normalmente as principais fontes de energia são os carboidratos e os lipídios, embora proteínas também possam ser utilizadas para esse fim. Como veremos a seguir, os compostos orgânicos que provêm da digestão chegam ao citoplasma das células e participam de processos nos quais são **oxidados** (cedem elétrons para outras substâncias). A energia química contida nas ligações entre os átomos (energia de ligação) é então transferida para moléculas de **ATP (adenosina trifosfato)**, que participam de diversas reações químicas no interior da célula; nessas reações, a energia armazenada no ATP é liberada.

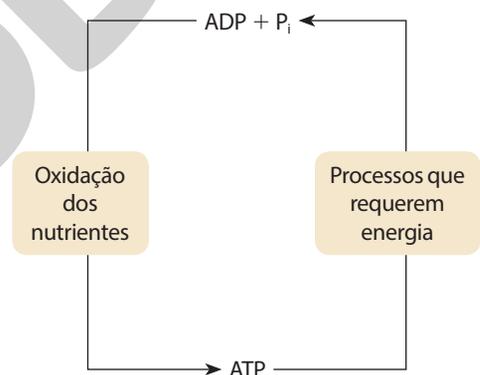
Apesar de os ácidos graxos (lipídios) serem capazes de fornecer muito mais ATP que os carboidratos, o carboidrato glicose é a principal molécula oxidada para a obtenção de energia e ela tem papel central nas vias metabólicas de vários organismos.

Nos animais e plantas, a quebra da glicose para produção de ATP pode ocorrer na **respiração aeróbia**, que necessita de gás oxigênio (O_2), ou na **fermentação**, que dispensa a presença de O_2 . Nesse último caso, outros compostos atuam como **oxidantes**, com menor quantidade de ATP produzida a partir de uma molécula de glicose.

Caixa de ferramentas

A sigla **ATP** corresponde à molécula **adenosina trifosfato**, que armazena a energia química utilizada pela célula nas diversas funções que realiza, como síntese de moléculas, transportes ativos através da membrana celular e movimentação de cílios e flagelos. A síntese do ATP é realizada pela adição de um grupo fosfato a uma molécula de **ADP (adenosina difosfato)**. Durante o metabolismo celular, parte da energia liberada na fermentação ou na respiração aeróbica é armazenada em novas ligações químicas na síntese de ATP a partir de ADP e fosfato inorgânico (P_i).

Assim, para a síntese de ATP há consumo de energia, enquanto a degradação dessa molécula libera energia. A manutenção de um estoque de ATP no interior das células garante a energia necessária para a realização de suas atividades.



Esquema da síntese e da degradação do ATP.

Fonte: MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. *Bioquímica básica*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

Respiração aeróbia

Essa é a via metabólica pela qual muitos seres vivos obtêm energia a partir da quebra de moléculas orgânicas, principalmente glicose. Nela, reações de oxirredução a partir de uma molécula de glicose e 6 moléculas de gás oxigênio produzem 6 moléculas de gás carbônico (CO_2), 6 moléculas de água (H_2O) e 30 moléculas de ATP.

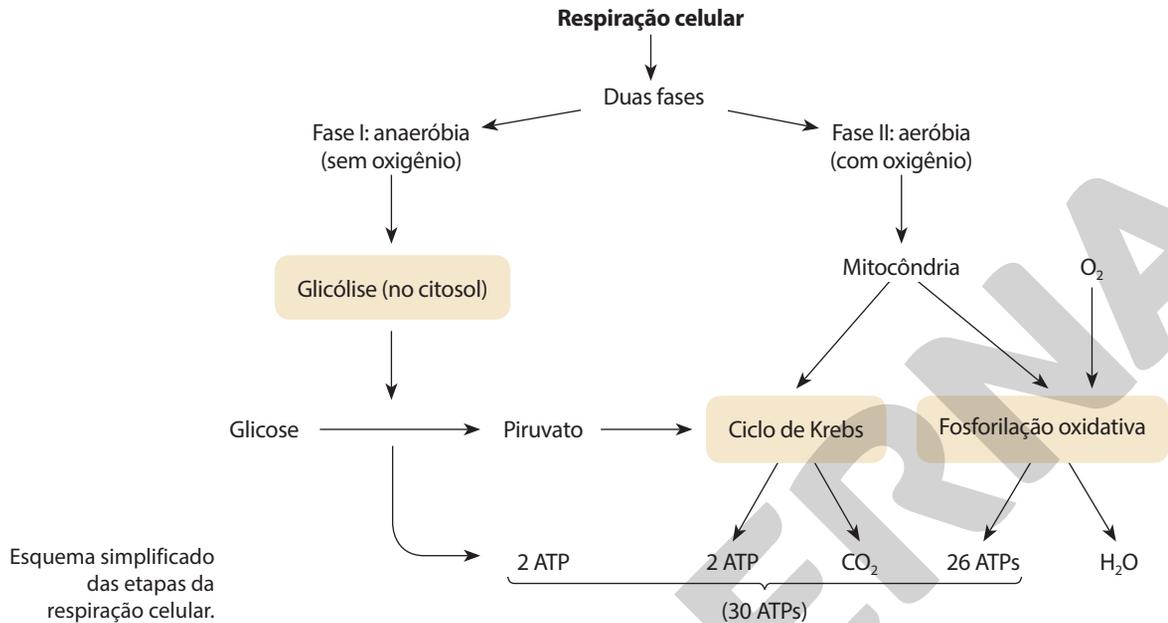


A respiração aeróbia ocorre em três etapas: glicólise, ciclo de Krebs e fosforilação oxidativa.

Caixa de ferramentas

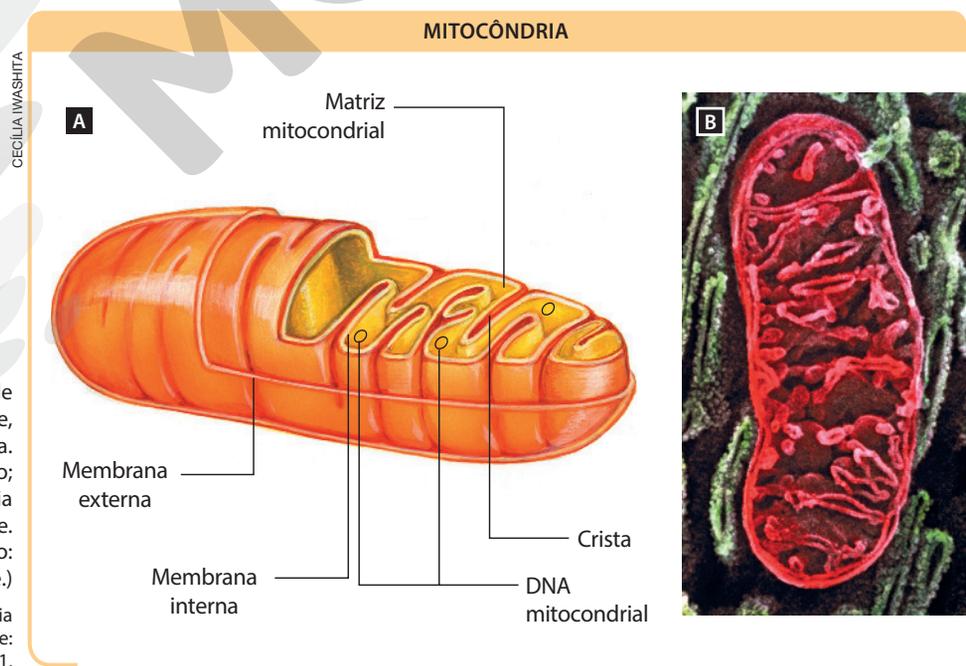
Oxirredução é o processo no qual ocorre ao mesmo tempo doação e ganho de elétrons. Durante esse processo existe a troca de elétrons entre reações, ou seja, os elétrons não se perdem.

A primeira etapa é a **glicólise**, um processo anaeróbio (não necessita de gás oxigênio) que ocorre no citosol da célula. Na glicólise, a molécula de glicose é quebrada, dando origem a duas moléculas de piruvato. As reações iniciais desse processo consomem duas moléculas de ATP e, nas etapas seguintes, são produzidos quatro ATP. Apesar desse saldo positivo de duas moléculas de ATP, a glicólise obtém menos de 10% da energia contida na molécula de glicose, ficando a maior parte nas moléculas de piruvato formadas.



A segunda etapa, o **ciclo de Krebs**, acontece dentro de uma organela celular denominada mitocôndria. Presentes em todos os seres eucariontes, as mitocôndrias são organelas constituídas de duas membranas: uma externa lisa e uma interna com dobras que compõem as cristas mitocondriais. No interior das mitocôndrias, encontra-se a matriz mitocondrial, líquido que contém diversas enzimas, ribossomos e DNA próprio.

As reações componentes do ciclo de Krebs, assim como as da fosforilação oxidativa, só acontecem na presença de gás oxigênio.



(A) Representação esquemática de uma mitocôndria vista em corte, evidenciando sua estrutura interna. (Representação fora de proporção; cores fantasia.) **(B)** Micrografia de uma mitocôndria em corte. (Microscopia eletrônica; aumento: 72.000×; colorizada artificialmente.)

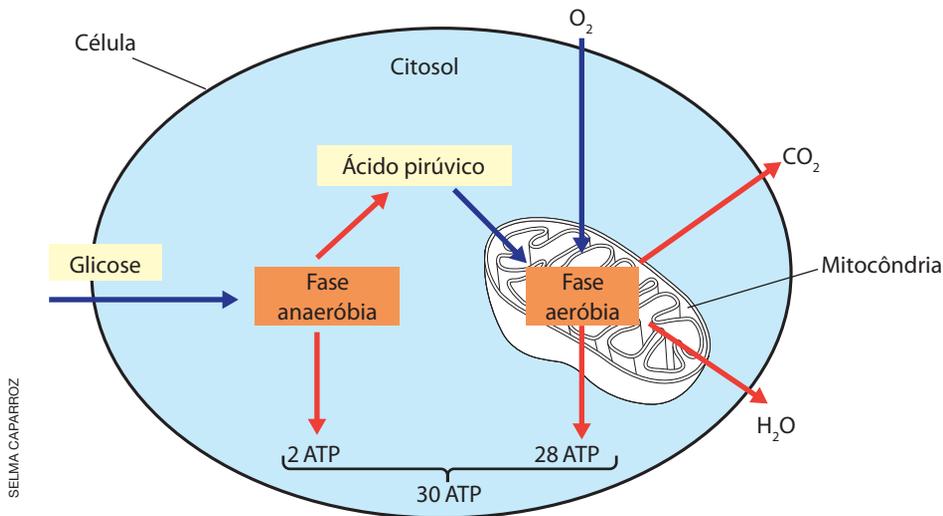
Fonte: SADAVA, D. *et al. Vida: a ciência da Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 1.

SELMA CAPARROZ

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

CECILIA IWASHITA

PROFESSORS P. MOTTA & T. NAGURO/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA



Esquema simplificado das etapas da respiração celular em célula eucariótica, indicando o local onde as etapas ocorrem. (Cores fantasia.)

Cada molécula de piruvato, proveniente da glicólise, passa por uma série de reações de oxidação, gerando energia equivalente a duas moléculas de ATP. Contudo uma série de moléculas resultantes dessa etapa ainda armazenam a maior parte da energia originária da glicose.

A energia armazenada nessas moléculas durante essas duas etapas é finalmente convertida em ATP no processo chamado **fosforilação oxidativa**, que ocorre na membrana interna da mitocôndria.

Essa última etapa é responsável pela formação de 26 moléculas de ATP. Adicionadas às 4 moléculas de ATP sintetizadas diretamente nas etapas iniciais, a respiração aeróbica é uma via metabólica que tem como saldo final a formação de 30 ATP a partir de uma única molécula de glicose.

Por algum tempo acreditou-se que as dores que surgem após a prática de atividades físicas intensas seriam causadas pelo acúmulo de ácido láctico nos músculos. No entanto, estudos recentes indicam que essa substância é consumida rapidamente e que as dores são provocadas por microinflamações nas fibras musculares.

Fermentação

Tipo de via metabólica que produz energia na ausência de gás oxigênio. Em alguns seres vivos, como algumas bactérias, essa via ocorre de forma obrigatória para a obtenção de energia; em outros, como as leveduras, ocorre de forma facultativa quando o acesso ao gás oxigênio é limitado ou o aporte de nutrientes é grande. É também uma forma de obtenção de energia por células musculares humanas durante intenso esforço, quando a demanda energética é maior que a disponibilidade de gás oxigênio.

ADAM HODGES/SHUTTERSTOCK



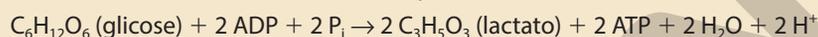
Em situações de atividade física intensa, o fornecimento de gás oxigênio para os músculos pode ser insuficiente para sustentar a respiração aeróbica. Com isso, as células desse tecido realizam fermentação láctica para complementar o suprimento de energia.

De forma similar ao que acontece durante a respiração aeróbia, o processo de fermentação se inicia pela glicólise, com a degradação de glicose em piruvato. O saldo final dessa etapa é de 2 moléculas de ATP, 2 moléculas de NADH e 2 piruvatos. Contudo, nesse processo o piruvato não é oxidado no ciclo de Krebs, e também não ocorre a etapa de fosforilação oxidativa.

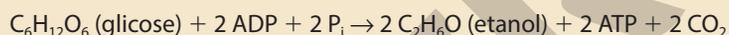
Na fermentação, os piruvatos formados são reduzidos a compostos diversos por meio de reações com o NADH. Dessa maneira, as coenzimas são recicladas e são produzidas substâncias como o etanol ou o ácido láctico.

As formas de fermentação podem então ser classificadas de acordo com a substância secretada. Denomina-se **fermentação láctica** a que leva à produção de ácido láctico (lactato) e **fermentação alcoólica** a que leva à produção de álcool etílico (etanol).

Fermentação láctica



Fermentação alcoólica



Na fermentação, a quantidade de ATP produzida a partir de uma molécula de glicose é mais baixa que na respiração aeróbia. Apenas os dois ATP de saldo da glicólise são liberados nessa via.

Atividades

Não escreva no livro.

- 1 Um organismo hipotético apresenta metabolismo aeróbio facultativo. Na ausência de gás oxigênio, ele consome glicose muito rapidamente. Quando o gás oxigênio está disponível, o consumo de glicose diminui. Qual vantagem esse organismo apresenta em realizar os dois processos, com e sem gás oxigênio?
- 2 Na fermentação de pães, deve-se optar por microrganismos que realizem fermentação láctica ou alcoólica? Justifique.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

Em dupla, pesquisem o que é o chamado “fermento natural”, ou *levain*, utilizado na produção de pães. Montem um quadro comparativo das semelhanças e diferenças entre o fermento natural e o fermento biológico seco, encontrado em mercados.

Depois, expliquem essas diferenças para seus colegas e compartilhem as informações com as pessoas de seu convívio.

O etanol e a economia brasileira

A utilização da cana-de-açúcar no Brasil remonta ao período da colonização. Foi introduzida pelos portugueses, em 1532, na capitania de Pernambuco. Seu principal produto, o açúcar, era muito procurado e valioso, sendo exportado para a Europa.

O etanol, produto da fermentação por leveduras do açúcar altamente concentrado do caldo de cana-de-açúcar, foi inicialmente utilizado como combustível no Brasil entre o final da década de 1920 e o começo da década de 1930.

Com o intuito de diminuir a dependência nacional por petróleo, o governo federal lançou na década de 1970 o Programa Nacional do Álcool, conhecido como Proálcool. Esse programa visou estimular o desenvolvimento de automóveis movidos a etanol, bem como a produção desse combustível. Ao final da década de 1980, cerca de um terço de toda a frota de veículos brasileiros utilizava etanol.

Com a diminuição no preço do petróleo no cenário internacional, no entanto, o álcool tornou-se um combustível pouco lucrativo para o produtor e pouco vantajoso para o proprietário de automóveis, já que o preço da gasolina se tornou competitivo. Ao mesmo tempo, o preço do açúcar começava a aumentar no mercado internacional, tornando sua produção mais vantajosa que a de etanol.

No início do século XXI, a necessidade de utilização de combustíveis menos poluentes e renováveis colocou novamente a produção de etanol e de outros biocombustíveis em alta no país e em outras partes do mundo. Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor de etanol no mundo, perdendo apenas para os Estados Unidos, e a primeira economia a utilizar biocombustíveis em grande escala para seus veículos.

1. Por que o etanol é considerado um combustível renovável?
2. Diversos países buscam alternativas renováveis para os combustíveis derivados do petróleo. Em grupo, pesquisem e listem vantagens e desvantagens para a utilização de biocombustíveis.
3. Em grupo, pesquisem o contexto social, político e econômico no Brasil e em outras regiões do mundo na época do lançamento do Proálcool. Seleccionem as informações que julgarem mais relevantes e, com elas, elaborem uma linha do tempo que ilustre a evolução do uso do etanol como combustível no Brasil.
4. Atualmente, o Brasil é uma referência mundial no uso de biocombustíveis. Você considera que o Proálcool teve influência nisso? Inclua, na linha do tempo elaborada na questão acima, a opinião do grupo a esse respeito.

Como os organismos autótrofos obtêm energia?

Organismos autótrofos são capazes de produzir seu próprio alimento (matéria orgânica) a partir de matéria inorgânica e de uma fonte de energia. O exemplo mais conhecido são as plantas, que utilizam a energia luminosa do Sol para produzir carboidratos a partir de gás carbônico e água por meio da fotossíntese. Há também organismos capazes de utilizar compostos químicos inorgânicos como fonte de energia; esses seres são classificados como quimiossintetizantes.

Fotossíntese

As células fotossintetizantes das plantas, ao mesmo tempo que usam a energia do Sol (energia luminosa) para produzir moléculas que vão constituir o organismo, produzem moléculas orgânicas (carboidratos) que serão utilizadas por todas as células para obtenção de energia química.

A fotossíntese é o processo pelo qual a energia luminosa é transformada em energia química armazenada nas moléculas de carboidratos resultantes. Nesse processo, a partir de gás carbônico, água e energia luminosa, é produzida glicose e liberado gás oxigênio.

O gás carbônico é captado do ar e entra na planta através dos estômatos, enquanto a água é absorvida do substrato (geralmente o solo). O processo de fotossíntese com esses reagentes ocorre no interior dos **cloroplastos** das células vegetais, que contêm **clorofila**, pigmento que auxilia na captação da energia luminosa. Esta é convertida em energia química, necessária para a produção de glicose. Durante a reação de fotossíntese, além da glicose, também se produz o gás oxigênio, que é liberado para a atmosfera pelos estômatos. O excesso de glicose produzido pode ser armazenado na forma de moléculas de reserva, como a sacarose e o amido, comuns em folhas, frutos e outras partes de plantas utilizadas na nossa alimentação. A celulose e a madeira geradas com energia derivada diretamente da fotossíntese também constituem produtos de origem vegetal de importância econômica para nossa sociedade.

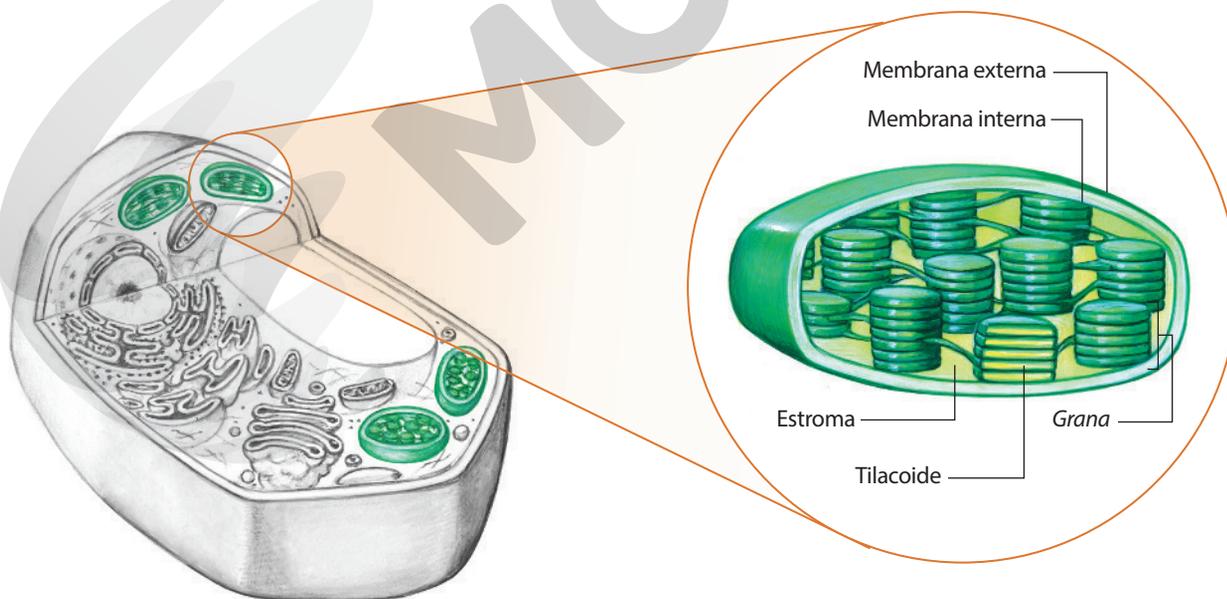
Diversas reações químicas acontecem durante a fotossíntese, que pode ser dividida em duas etapas: a **fase fotoquímica** e a **fase química**, simplificadas na ilustração a seguir. Uma vez que a etapa fotoquímica depende de luz, as fases da fotossíntese também são conhecidas como fase clara e fase escura.

Cloroplasto

Os **cloroplastos** são exclusivos de células de plantas e de algumas algas e, assim como as mitocôndrias, são revestidos por duas membranas. Seu interior é preenchido por um líquido, o **estroma**, que contém enzimas, ribossomos e DNA próprio, além de diversas bolsas membranosas em forma de discos e empilhadas, chamadas **tilacoide**. Os grupos formados por essas bolsas chamam-se **grana**.

ESQUEMA DE CLOROPLASTO

ILUSTRAÇÕES: CECÍLIA IWASHITA

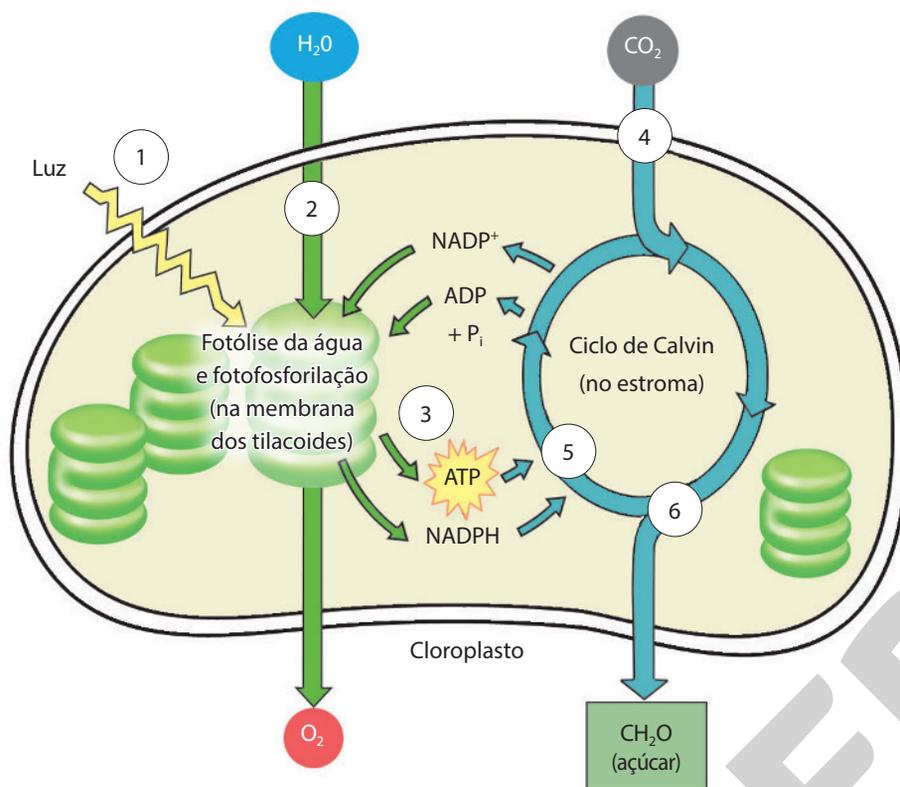


Representação esquemática de uma célula animal com destaque para as principais organelas. À exceção dos centríolos, essas organelas também são encontradas em células vegetais. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. *et al.* Vida: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 1.

ETAPAS DA FOTOSÍNTESE

PAULO MANZI



Esquema simplificado de um cloroplasto em corte, mostrando o local de ocorrência das fases da fotossíntese. As reações da fase fotoquímica estão representadas pelas setas verdes e as da fase química pelas setas azuis. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al.* *Biology*. 5. ed. Menlo Park: Benjamin Cummings, 1999.

Fase fotoquímica

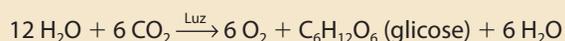
1. Na fase fotoquímica, a energia da luz solar é captada pela **clorofila**, pigmento verde localizado na membrana dos tilacoides, dentro dos cloroplastos.
2. A clorofila excitada pela luz desencadeia a **fotólise da água**, reação de quebra da molécula de água, liberando prótons, elétrons e gás O_2 .
3. Outras reações que acontecem a seguir, ainda nos tilacoides, levam à produção de ATP.

Fase química (não depende da luz)

4. O CO_2 é retirado do ambiente, e sua entrada nas células ocorre por difusão.
5. As moléculas de ATP produzidas durante a fase fotoquímica são utilizadas em reações de síntese de moléculas orgânicas, nas quais ocorre a fixação do carbono do CO_2 em outra molécula.
6. Essa fixação acontece por meio do **ciclo de Calvin**, que consiste em uma série de reações com elevado gasto energético. Moléculas bastante simples de açúcar são geradas diretamente e servem de precursoras para a síntese de glicose e outros açúcares, utilizados e armazenados nos tecidos.

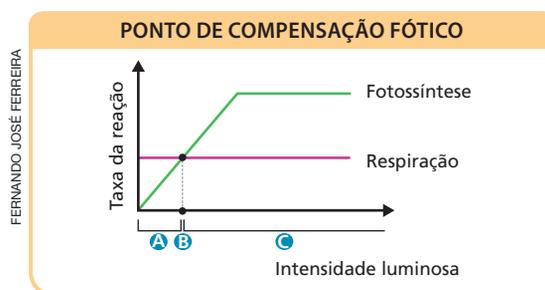
Os açúcares produzidos durante a fotossíntese são posteriormente utilizados como fonte de energia química e de matéria para a síntese de moléculas necessárias às células.

O processo de fotossíntese pode ser resumido pela equação geral:



Assim como os animais, as plantas precisam respirar o tempo todo para obter a energia de que necessitam para suas atividades básicas. Dessa forma, durante o dia, na presença de energia luminosa, a planta respira e faz fotossíntese; à noite, na ausência de luz, ela só realiza a respiração.

A intensidade de luz em que a taxa de fotossíntese se iguala à da respiração é chamada de **ponto de compensação fótico** (indicado pela letra B no gráfico abaixo). Nesse ponto, os produtos de um processo são usados como reagentes para o outro e as velocidades das duas reações se igualam. A intensidade de luz que corresponde ao ponto de compensação fótico pode variar de planta para planta.



Representação das taxas de fotossíntese e de respiração de uma planta de acordo com a intensidade luminosa. O ponto B representa o ponto de compensação fótico.

Abaixo do ponto de compensação fótico, intervalo representado pela letra A no gráfico, não há produção suficiente de glicose pela fotossíntese para suprir a demanda da respiração, e parte da glicose é retirada do tecido de reserva. Quando a intensidade luminosa está acima do ponto de compensação fótico (indicado por C no gráfico), a produção de glicose pela fotossíntese é maior que a consumida pela respiração, sendo possível formar reserva.

Na maior parte das plantas, a taxa de síntese de moléculas orgânicas na fotossíntese é muito mais elevada que a demanda metabólica do organismo. Assim, essas moléculas são acumuladas nos tecidos das plantas na forma de moléculas de reserva, como a sacarose e o amido, comuns em folhas, frutos e outras partes de plantas consumidas na nossa alimentação.

A celulose e a madeira geradas com energia derivada diretamente da fotossíntese também constituem produtos de origem vegetal de importância econômica para nossa sociedade.

Fatores que afetam a fotossíntese

A fotossíntese, abordada de forma simplificada neste capítulo, é uma sequência complexa de reações químicas e, como tal, pode ser influenciada por diversos fatores, como os explicados a seguir.

- **Concentração de CO₂.** Podemos dizer que o gás carbônico é um fator fundamental para a fotossíntese na medida em que, conforme a concentração desse gás aumenta, aumenta a taxa fotossintética. Na ausência de CO₂, a taxa de fotossíntese é nula. Contudo, uma vez que o aparato enzimático da planta é saturado, o aumento da concentração de CO₂ não afeta mais a fotossíntese.
- **Temperatura.** As melhores taxas são alcançadas em temperaturas entre 30 °C e 40 °C; acima de 40 °C pode ocorrer desnaturação das enzimas que catalisam o processo.
- **Intensidade luminosa.** Como a luz é a fonte de energia para a realização desse processo, mudanças na intensidade luminosa também afetam a taxa de fotossíntese. O aumento da luminosidade, nas mesmas condições de temperatura e concentração de CO₂, faz com que a fotossíntese aumente até o chamado **ponto de saturação luminosa**, quando todo o sistema de pigmentos atinge seu limite de excitação. A partir daí, mesmo aumentando a intensidade luminosa, a taxa de fotossíntese não aumentará.

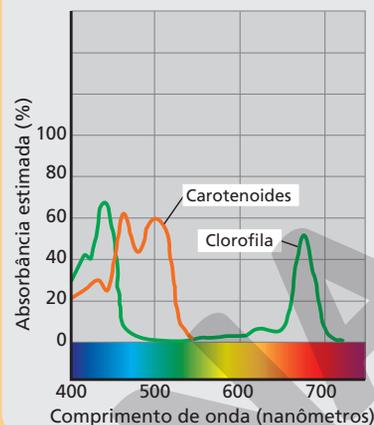
Os pigmentos

Pigmentos são substâncias que absorvem a energia luminosa. A maioria absorve apenas certos comprimentos de onda; por exemplo, a clorofila *a*, principal pigmento responsável pela absorção de luz na fotossíntese, absorve a luz principalmente nos comprimentos de onda do violeta, azul e vermelho. Por isso, ela reflete a luz verde, o que dá a coloração típica das plantas.

Além da clorofila *a*, as plantas possuem outros tipos de pigmentos, chamados de pigmentos acessórios, que ampliam a faixa de luz que pode ser utilizada na fotossíntese. É o caso dos carotenoides, que apresentam coloração alaranjada. Esses pigmentos podem ainda apresentar outras funções na planta, como a de antioxidantes.

1. Repare no gráfico que tanto a clorofila (pigmento de cor verde) quanto os carotenoides (pigmentos de cor laranja) absorvem a luz principalmente em comprimentos de onda que não correspondem às suas cores. Levantem hipóteses para explicar esse fenômeno e, em seguida, pesquise em livros ou na internet para verificar suas hipóteses.

FAIXA DE ABSORÇÃO DA CLOROFILA A E DOS CAROTENOIDES



Fonte: RAVEN, P. H. et al. *Biologia vegetal*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

ANDERSON DE ANDRADE PIMENTEL

Quimiossíntese

Via de obtenção de energia bastante similar à fotossíntese, porém utilizada apenas por algumas bactérias e arqueas autótrofas. Nesse caso, em vez de usarem a luz como fonte primária de energia, a exemplo das cianobactérias e das células que possuem cloroplastos, essas células inicialmente oxidam compostos inorgânicos como ferro (Fe) e nitrito (NO₂) para a obtenção de NADPH e ATP. Esses compostos então são usados como fonte de energia na segunda fase, que é análoga à fase química da fotossíntese, para sintetizar compostos orgânicos a partir de CO₂ e água.

Atividades

Não escreva no livro.

- 1 A fotossíntese é um processo que ocorre apenas nas plantas, nas algas e em alguns microrganismos, mas é essencial para a vida dos animais. Explique essa afirmação.
- 2 O papel da luz na fotossíntese é realizado por qual fonte de energia na quimiossíntese?
- 3 Se a energia para a realização da fotossíntese vem da luz, como as células das plantas sobrevivem à noite?

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

A tabela a seguir apresenta os resultados de um experimento realizado com o objetivo de verificar o efeito da intensidade luminosa sobre a massa de carboidratos produzida e armazenada por determinada espécie de planta. Em uma folha de papel

milimetrado, construa um gráfico que mostre a relação entre a intensidade luminosa e o armazenamento de carboidrato. O que você pode dizer sobre essa relação? Compartilhe suas observações com um colega.

Intensidade luminosa (em candela*)	10	13	15	18	20	25	30	34
Carboidrato armazenado (em gramas)	3	5	7	8	9	10	10	10

*unidade do Sistema Internacional (SI) usada para medir a intensidade luminosa.

Ciclos biogeoquímicos

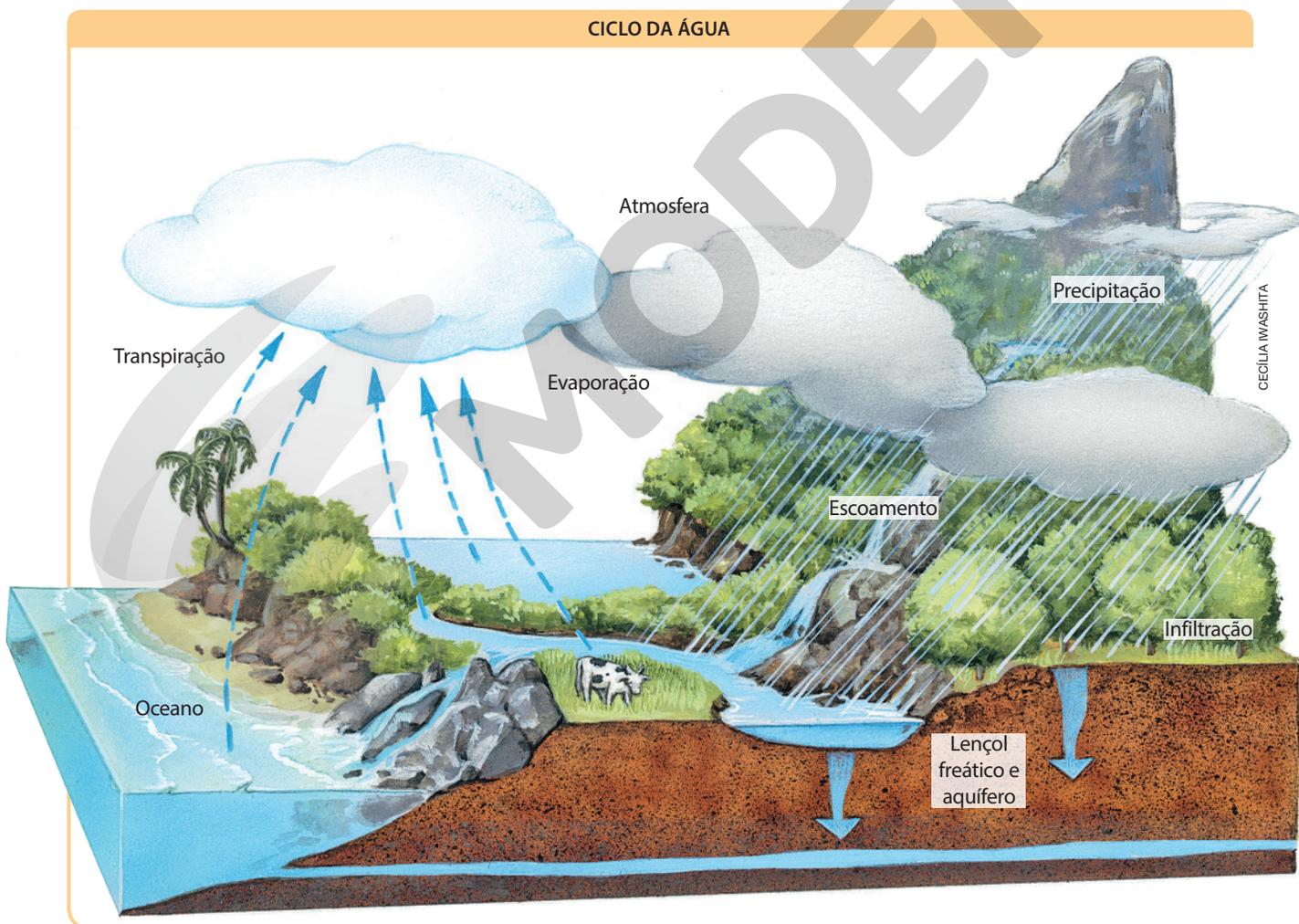
Ao empregarem substâncias do ambiente para obter energia e outros recursos, os seres vivos participam da reciclagem de matéria. Essa reciclagem ocorre em circuitos naturais conhecidos como **ciclos biogeoquímicos**, que envolvem tanto componentes bióticos como abióticos do ecossistema. Por meio desses ciclos, diversas substâncias voltam a ficar disponíveis para os organismos produtores e para os demais seres vivos.

Ciclo da água

A água é o principal componente dos seres vivos. Dependendo da espécie, a água pode chegar a mais de 90% da massa do organismo. Além de facilitar o transporte de substâncias, ela proporciona um ambiente propício às reações metabólicas dos seres vivos, o que torna sua disponibilidade um fator importante para a dinâmica dos ecossistemas.

É possível encontrar a água em três estados físicos: **gasoso**, na forma de vapor-d'água na atmosfera; **líquido**, como em oceanos, rios, lagos, chuva e reservatórios subterrâneos de água; e **sólido**, como o gelo nos picos das montanhas e as calotas polares. Então, pode-se dizer que o **ciclo hidrológico** descreve a constante mudança de estado físico da água, que ocorre por meio de processos como evaporação, sublimação, condensação, precipitação, infiltração e transpiração.

Saliente como o fluxo da água nos diversos compartimentos naturais permeia todos os ciclos estudados. Mostre que as movimentações do ar e da água promovem a circulação física dos elementos na natureza.



Esquema do ciclo da água. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

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

Warka Water – em busca de água

Escassez de água

Até 2025, 1,8 bilhão de pessoas viverão em regiões com extrema escassez de água. Um dos países que sofre com esse problema é a Etiópia, onde 57% dos habitantes não tem acesso à água potável.

Como medida para amenizar esse problema, foi criado o projeto Warka Water, que elaborou uma estrutura artificial de baixo custo para obter água potável.

Estrutura e funcionamento

O Warka Water não depende de energia elétrica para funcionar, mas apenas do deslocamento de ar. Gotículas de água presentes na atmosfera ficam retidas na trama do tecido que compõe sua estrutura. Pela ação da gravidade, essas gotículas se deslocam até o coletor, no qual são acumuladas e, finalmente, direcionadas para o reservatório. Existem diferentes modelos, dos quais um é capaz de recolher 100 litros de água por dia.

Diferencial do projeto

O Warka Water pode ser construído em poucos dias e leva apenas algumas horas para ser montado e desmontado. Além de fornecer água para consumo, esse sistema pode ser utilizado para irrigação de plantações ou de áreas de reflorestamento.

Fonte de inspiração

A criação do Warka Water teve origem na observação das adaptações de animais e plantas que habitam locais com escassez de água. As teias de aranha inspiraram a montagem da trama dos tecidos que captam as gotículas de água suspensas no ar e a organização dos fios otimiza a retenção de água. Os materiais utilizados foram escolhidos a partir do conhecimento sobre como o corpo do besouro *Stenocara gracilipes* retém o vapor de água presente no ar. O nome do projeto faz referência à árvore warka (*Ficus vasta*), símbolo da Etiópia, e sua sombra serve como ponto de encontro para as comunidades. Assim, os criadores da Warka Tower incluíram um toldo que imita a sombra dessa árvore.

Representação de torre erguida em 2015 na Etiópia.
Altura: 9,5 m

Custo de produção: 1.000 dólares

Massa estrutural: 80 kg

Capacidade do reservatório: 3.000 litros

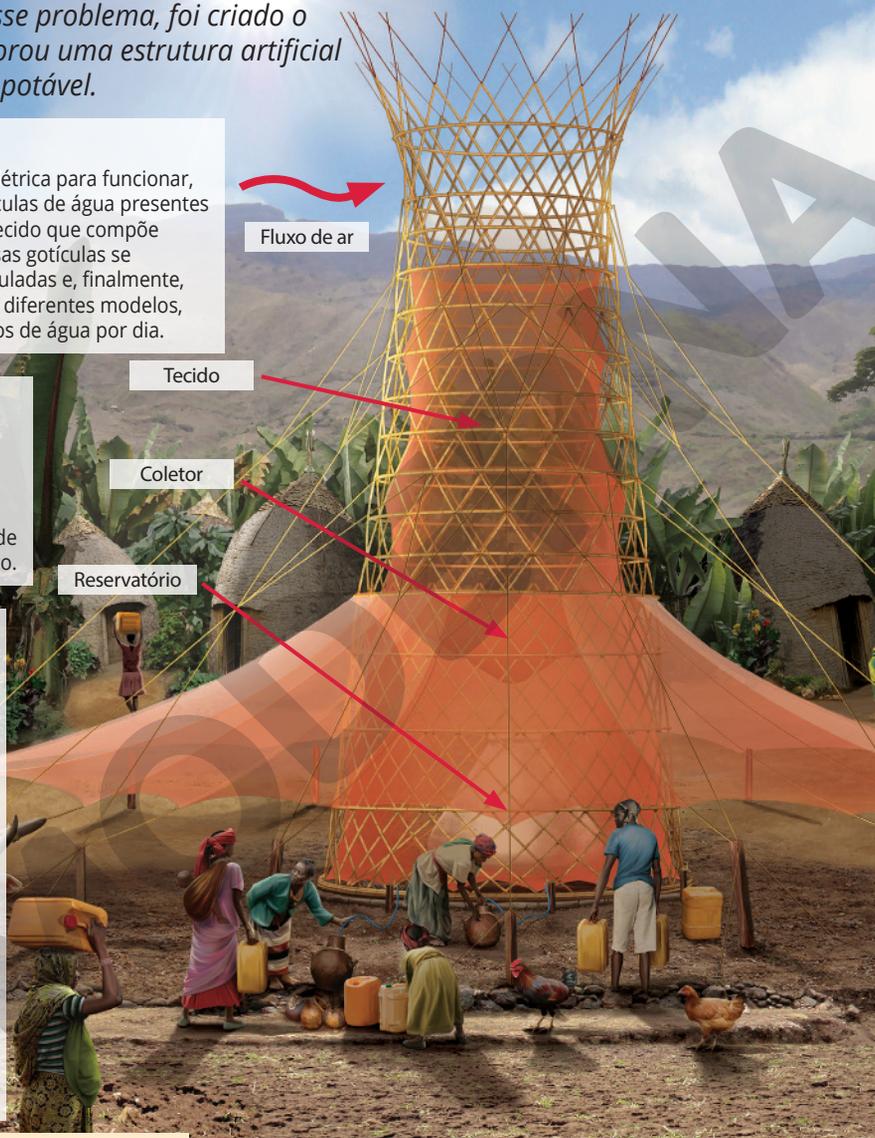
Materiais: bambu, fibras vegetais, cordas de poliéster, peças de metal e plástico biodegradável

Fluxo de ar

Tecido

Coletor

Reservatório



Fonte dos dados: Warka Water. Disponível em: <<http://www.warkawater.org/>>; Water.org. Disponível em: <<https://water.org/our-impact/water-crisis/global-water-crisis/>>; Drop4drop. Disponível em: <<https://drop4drop.org/malawi/>>; Worldpopdata. Disponível em: <<http://www.worldpopdata.org/table/>>. Acessos em: 5 mar. 2020.

1. A observação da natureza foi essencial para a invenção do Warka Water. Você conhece outros projetos ou tecnologias que foram resultado desse tipo de observação? Explique.
2. A estrutura Warka Water é eficiente por aproveitar os processos comuns de formação do orvalho relacionados com a umidade do ar e a temperatura. Em duplas, pesquisem sobre o que é orvalho e como ele é formado.

O ser humano altera o ciclo da água de várias maneiras. A água retirada de fontes subterrâneas ou superficiais passa por estações de tratamento que a tornam potável e pronta para ser distribuída. Após o uso, a água que escoar por vasos sanitários e ralos chega às estações de tratamento de esgoto, onde é tratada antes de retornar ao ecossistema. Se não for realizado o tratamento de esgoto e a água contaminada for despejada diretamente nos corpos d'água, esses ambientes ficam poluídos, acarretando uma série de danos ambientais e sociais.

Ciclo do carbono

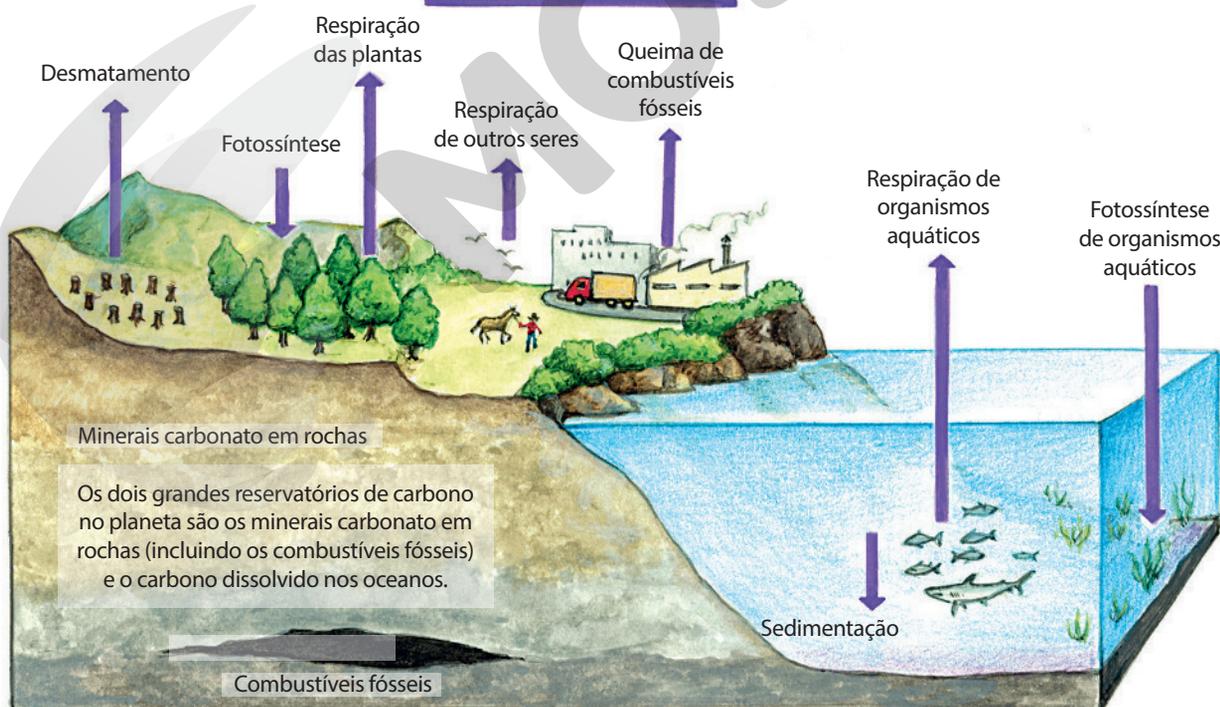
O carbono está presente em toda a matéria viva e compõe moléculas fundamentais para os seres vivos, como proteínas, carboidratos e lipídios.

Os organismos produtores, aquáticos e terrestres iniciam o ciclo do carbono captando o gás carbônico (CO_2) presente na atmosfera e realizando a fotossíntese. Os compostos orgânicos resultantes desse processo são transferidos de um nível trófico a outro da cadeia alimentar, terminando nos decompositores, que devolvem o carbono ao ambiente. A respiração dos seres vivos, cujo resíduo é o CO_2 , também contribui para o retorno do carbono à atmosfera, disponibilizando-o para que o ciclo possa ser reiniciado.

A queima de combustíveis fósseis e de matéria orgânica é outra maneira pela qual o carbono retorna ao ambiente. No entanto, esses processos liberam uma quantidade de CO_2 muito elevada e em velocidade muito maior do que os organismos fotossintetizantes são capazes de captar, o que culmina em um aumento gradual na concentração de gás carbônico na atmosfera.

CICLO DO CARBONO

CO_2 atmosférico



Esquema do ciclo do carbono. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. et al. *Vida: a ciência da Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 1.

Ciclo do nitrogênio

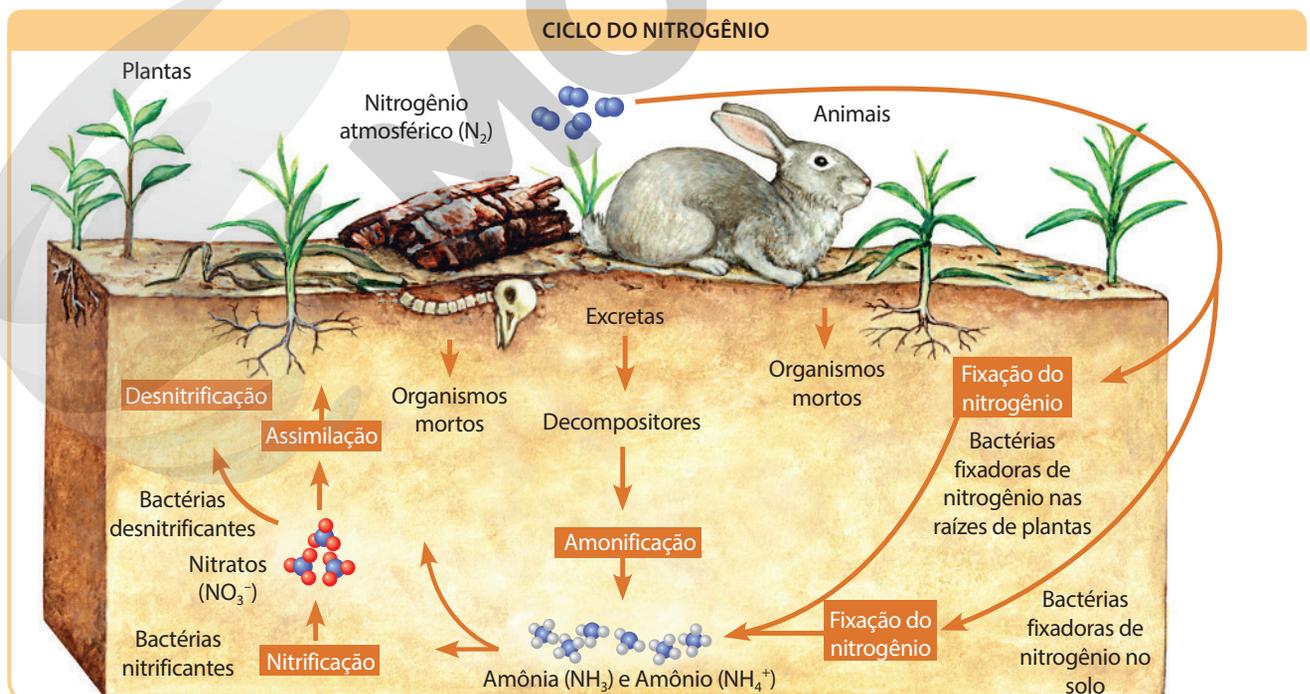
O nitrogênio é essencial aos seres vivos, pois faz parte da constituição de moléculas como as proteínas e os ácidos nucleicos (DNA e RNA). No entanto, apesar de ser o gás mais abundante na atmosfera, plantas e animais não são capazes de incorporá-lo diretamente do ar. Assim, para utilizá-lo, a maioria dos seres vivos precisa que o nitrogênio atmosférico (N_2) seja previamente transformado. Podemos dividir o seu ciclo em quatro etapas:

- **Fixação:** consiste na transformação do nitrogênio atmosférico em amônia. Somente algumas espécies de bactérias são capazes de fixar o nitrogênio, chamadas de bactérias fixadoras de nitrogênio. Elas estão presentes no solo ou associadas a raízes de plantas leguminosas, para as quais fornecem o nitrogênio fixado.
- **Amonificação:** ocorre pela decomposição de proteínas e outros resíduos nitrogenados contidos na matéria orgânica morta e nas excretas. É realizada pelos organismos decompositores, como fungos e bactérias. O produto é a amônia, que pode ser utilizada por outros microrganismos ou pelas plantas.
- **Nitrificação:** é a conversão de amônia em nitritos e, depois, em nitratos. Estes podem ser absorvidos e utilizados pelas plantas, tornando-se parte das proteínas vegetais. A nitrificação é realizada por bactérias nitrificantes.
- **Desnitrificação:** é a conversão de nitratos em nitrogênio atmosférico, que retorna para a atmosfera. A desnitrificação é realizada por bactérias desnitrificantes.

As plantas assimilam os compostos nitrogenados do solo e os metabolizam em proteínas e ácidos nucleicos. Com isso fazem o nitrogênio entrar na cadeia trófica quando servem de alimento para os consumidores primários.

Uma das maneiras pela qual o ser humano altera o ciclo natural do nitrogênio é por meio da síntese de amônia no processo de fabricação de fertilizantes usados na agricultura. Pelo processo Haber-Bosch, é possível produzir amônia a partir de gás nitrogênio e, em seguida, formam-se o nitrato de amônio e outros compostos, utilizados como adubo. Embora o modelo de produção agrícola predominante seja altamente dependente de fertilizantes artificiais, eles são responsáveis por alterações ambientais graves, como a poluição da água.

Se julgar conveniente, aprofunde o assunto explicando que a maioria dos seres vivos não consegue utilizar o nitrogênio atmosférico pela exigência de uma grande quantidade de energia para quebrar a molécula de N_2 . Comente que as bactérias fixadoras de nitrogênio estudadas há mais tempo são as cianobactérias (bactérias de vida livre) e as bactérias que formam nódulos nas raízes das leguminosas, denominadas genericamente de rizóbios.



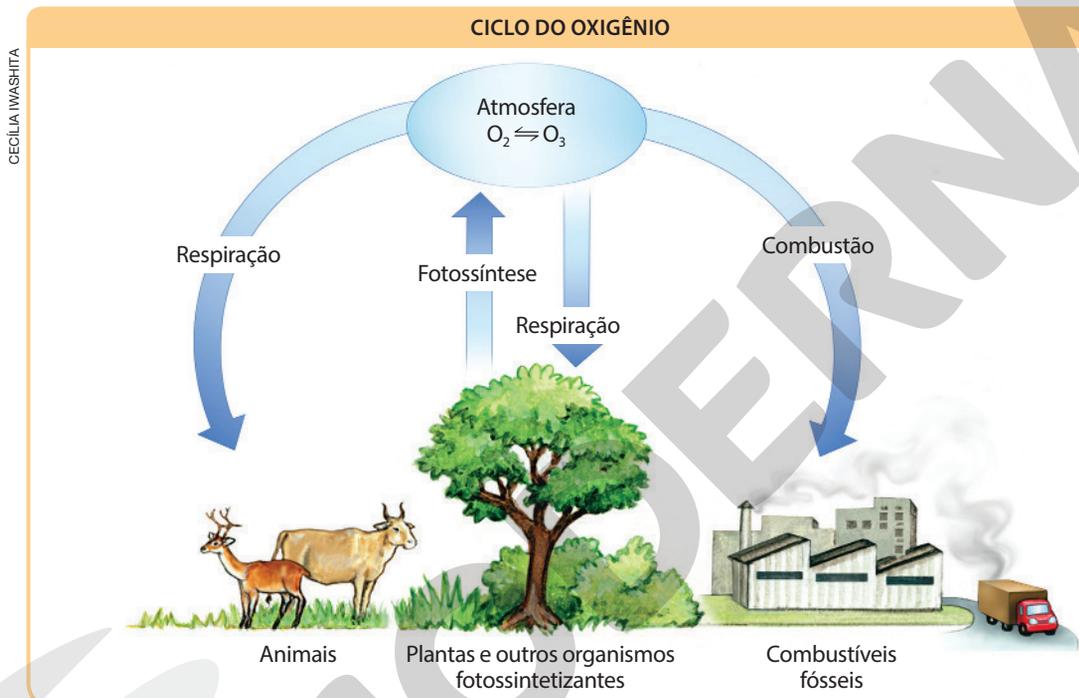
Esquema do ciclo do nitrogênio. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: POSTLETHWAIT, J. H.; HOPSON, J. L. *Modern Biology*. Austin: Holt, Rinehart and Winston, 2006.

Ciclo do oxigênio

Compreende, basicamente, a dinâmica entre dois processos biológicos: a fotossíntese e a respiração. Na fotossíntese, os organismos produtores absorvem gás carbônico do ar atmosférico e liberam gás oxigênio. Na respiração ocorre o inverso: o gás oxigênio proveniente da fotossíntese é usado pelos seres vivos aeróbios (produtores e consumidores), enquanto o gás carbônico é liberado como resíduo metabólico desse processo e retorna à atmosfera. Dessa forma, pode ser utilizado novamente pelos organismos fotossintetizantes, reiniciando o ciclo.

O oxigênio pode, ainda, ser transformado em ozônio e vice-versa. A camada de ozônio, localizada na estratosfera, filtra os raios ultravioleta provenientes do Sol e, assim, protege os seres vivos dos efeitos nocivos desses raios. Contudo, em baixas altitudes ocorre também a formação do ozônio. Nessa situação, ele é considerado um poluente e pode causar problemas à saúde dos seres vivos.



Esquema do ciclo do oxigênio. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: *BSCS Biology: a molecular approach*. 9. ed. Columbus: Glencoe/McGraw-Hill, 2006.

Enfatize como o ciclo do carbono está relacionado ao do oxigênio.

Desequilíbrio nos ciclos biogeoquímicos

Este tópico aborda objetos de estudo da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

Atividades humanas como práticas industriais e o consumo de combustíveis fósseis, detergentes e fertilizantes agrícolas são fatores de desequilíbrio dos ciclos biogeoquímicos. Algumas das consequências são chuvas ácidas e poluição. Portanto, torna-se cada vez mais necessária a adoção de modelos sustentáveis de aproveitamento dos recursos da natureza.

Atividades

Não escreva no livro.

- 1 De que maneira a degradação e a poluição dos solos podem afetar os ciclos do carbono, do nitrogênio e do fósforo?
- 2 Como o desaparecimento de todos os organismos fotossintetizantes pode afetar os níveis de oxigênio na atmosfera? Crie um gráfico que represente a quantidade de oxigênio antes e após o desaparecimento desses organismos.

1. Escolha pelo menos dois ciclos biogeoquímicos, discuta com seus colegas os reflexos da ação do ser humano sobre esses ciclos e dê exemplos de medidas práticas para contornar problemas causados pelo desequilíbrio ambiental. Registre as informações discutidas pelo grupo.
2. A chuva ácida é um fenômeno relativamente comum em regiões altamente industrializadas. Em grupo, façam uma pesquisa e elaborem um texto sobre a causa da chuva ácida e seus principais impactos no ambiente. Depois, apresentem seu texto para toda a turma.

Fique por dentro

Internet

Origem dos seres fotossintetizantes

<<https://www.youtube.com/watch?v=b9sfQZrK8jQ&t=14s>>

O vídeo apresenta as principais hipóteses sobre a origem dos seres fotossintetizantes, com considerações sobre o grande impacto que esse evento representou para a vida no planeta.

As mitocôndrias e a obtenção de energia

<<https://www.youtube.com/watch?v=dng9KJr41JY>>

Vídeo que introduz as diferentes formas pelas quais os seres vivos podem obter energia a partir de recursos do ambiente, com foco no papel das mitocôndrias.

Acessos em: 10 abr. 2021.

Livros

KATZ, Sandor Ellix. *A arte da fermentação*. São Paulo: Sesi, 2014.

O autor se dedica a estudar e divulgar as diversas técnicas de fermentação empregadas na produção de alimentos ao redor do mundo. Esse livro resume muitas dessas informações e ainda oferece uma visão crítica sobre o consumo de alimentos industrializados na sociedade atual.

DUTRA, Guido Heleno. *Fotossíntese e aquecimento global: uma aventura e sete desafios*. São Paulo: Embrapa, 2009.

Esse livro narra a história de um grupo de adolescentes em uma excursão escolar, na qual são motivados a solucionar desafios que relacionam o aquecimento global e a fotossíntese.

ATIVIDADES FINAIS

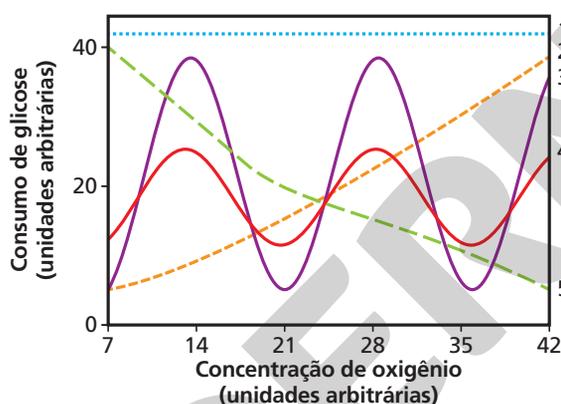
- 1 Analise os processos de respiração celular e fotossíntese e faça uma comparação, considerando as substâncias consumidas, as substâncias produzidas e o período do dia em que ocorrem.
- 2 (Enem) A célula fotovoltaica é uma aplicação prática do efeito fotoelétrico. Quando a luz incide sobre certas substâncias, libera elétrons que, circulando livremente de átomo para átomo, formam uma corrente elétrica. Uma célula fotovoltaica é composta por uma placa de ferro recoberta por uma camada de selênio e uma película transparente de ouro. A luz atravessa a película, incide sobre o selênio e retira elétrons, que são atraídos pelo outro, um átomo condutor de eletricidade. A película de ouro é conectada à placa de ferro, que recebe os elétrons e os devolve para o selênio, fechando o circuito e formando uma corrente elétrica de pequena intensidade.

DIAS, C. B. *Célula fotovoltaica*. Disponível em: <<http://super.abril.com.br>>. Acesso em: 16 ago. 2012 (adaptado).

O processo biológico que se assemelha ao descrito é a

- | | | |
|------------------|----------------------|------------------------|
| a) fotossíntese. | c) quimiossíntese. | e) respiração celular. |
| b) fermentação. | d) hidrólise do ATP. | |

- 3 No processo de respiração das plantas, a falta de gás oxigênio ou de açúcar faz a reação parar, e o organismo pode não sobreviver. Essa mesma observação também pode ser aplicada aos reagentes da fotossíntese? Por quê?
- 4 Em que tipo de ambiente é mais provável encontrar organismos que realizam fermentação? Por quê?
- 5 (Enem) Normalmente, as células do organismo humano realizam a respiração aeróbica, na qual o consumo de uma molécula de glicose gera 38 moléculas de ATP. Contudo, em condições anaeróbicas, o consumo de uma molécula de glicose pelas células é capaz de gerar apenas duas moléculas de ATP.

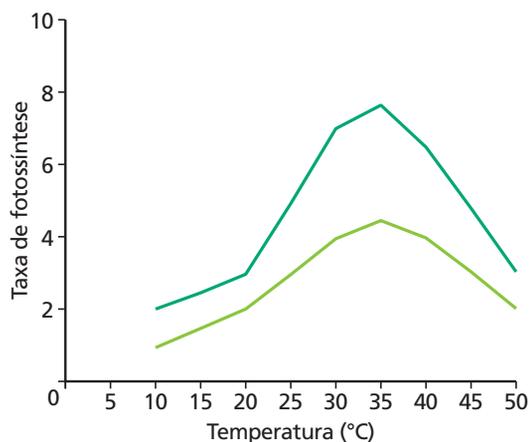


ADILSON SECCO

Qual curva representa o perfil de consumo de glicose, para manutenção da homeostase de uma célula que inicialmente está em uma condição anaeróbica e é submetida a um aumento gradual da concentração de oxigênio?

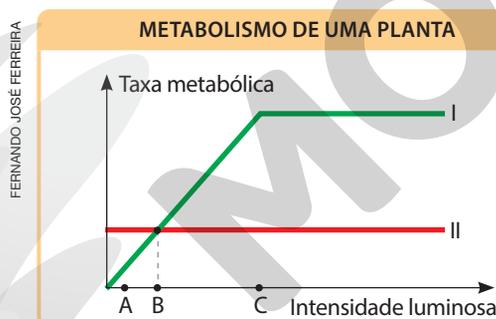
- a) 1
b) 2
c) 3
d) 4
e) 5
- 6 (Enem) Um dos processos biotecnológicos mais antigos é a utilização de microrganismos para a produção de alimentos. Num desses processos, certos tipos de bactérias anaeróbicas utilizam os açúcares presentes nos alimentos e realizam sua oxidação parcial, gerando como produto final da reação o ácido lático.
- Qual produto destinado ao consumo humano tem sua produção baseada nesse processo?
- a) Pão.
b) Vinho.
c) Iogurte.
d) Vinagre.
e) Cachaça.
- 7 A entrada de gás carbônico na maioria das plantas ocorre através dos estômatos, estruturas localizadas nas folhas, que podem abrir ou fechar, controlando a passagem de ar e de outras substâncias através deles. Essas estruturas também controlam a taxa de transpiração nas plantas; quando estão abertas, a planta transpira (liberando vapor de água); quando estão fechadas, a transpiração é impedida. Com essas informações, relacione a taxa de fotossíntese à umidade do ambiente.

- 8 (Uerj) O gráfico abaixo mostra a taxa de fotossíntese de uma mesma planta em função da temperatura e sob a concentração atmosférica de 0,05% de CO₂. As curvas correspondem aos resultados sob duas diferentes condições ambientais: dias nublados e dias ensolarados.



ADILSON SECCO

Cite o fator responsável pelas diferenças nas taxas de fotossíntese representadas nas duas curvas. Em seguida, identifique o processo biológico que promove a queda dessas taxas em temperaturas acima de 40 °C. Indique, ainda, o que deveria ocorrer com a taxa de fotossíntese em torno de 35 °C, em cada uma das curvas, se a concentração de CO₂ no ar fosse duplicada e justifique sua resposta. Analise o gráfico a seguir. Ele representa, de forma simplificada, o metabolismo de uma planta. Responda às questões de 9 a 12 com base nos conhecimentos adquiridos no capítulo e em sua interpretação dos dados apresentados.



Dados fictícios.

- 9 Identifique a que processos correspondem I e II.
- 10 Escreva um parágrafo que descreva os fenômenos observados no gráfico.
- 11 O ponto B é conhecido como ponto de compensação fótica ou ponto de compensação luminosa. É um conceito bastante importante para a fisiologia das plantas. Como você o definiria pela leitura do gráfico? O que significa uma planta ter um ponto de compensação fótica mais baixo que o de outra?
- 12 Indique o que significam os pontos A e C no gráfico em relação à produção e ao gasto de moléculas orgânicas e gás oxigênio. Sabendo que, em uma floresta tropical, o valor médio, contabilizando todas as plantas ali existentes, estaria muito próximo ao ponto B, discuta a afirmação de que a Floresta Amazônica é o "pulmão do mundo".

Neste volume estudamos a importância da energia e da matéria para a natureza e para a sociedade. Abordamos aspectos relacionados à produção de energia em um ecossistema e à transformação dessa energia em diversas atividades humanas. Identifique nas imagens dos capítulos 5 e 6 alguns processos de transformação de energia que ocorrem naturalmente e outros que participam de atividades humanas. Registre em seu caderno essas transformações.

Ao longo deste livro, estudamos que a energia elétrica é essencial em muitas situações do cotidiano. Hospitais, bancos e fábricas não existiriam no mundo contemporâneo sem o domínio dessa forma de energia. Pensando nos conteúdos tratados, reúna-se com seus colegas e pesquise como a sua escola recebe e consome a energia. Foque apenas na energia elétrica, embora haja outras fontes importantes de energia que podem ser identificadas, como o gás de cozinha. Procure informações sobre o consumo de energia na conta de luz de sua escola. Analise os valores e discuta com seus colegas a seguinte questão: Será que ocorre desperdício de energia?

Cada grupo deve ficar responsável por determinado setor da escola (cantina, secretaria, administrativo, biblioteca, sala dos professores, salas de aula etc.).

Listem todos os aparelhos elétricos, inclusive as lâmpadas do departamento. Procurem saber as especificações de consumo de cada equipamento, verificando a presença do selo Procel. Identifiquem se os aparelhos são M, R ou P, isto é, com muito, regular ou pouco gasto energético. Procurem descobrir qual o tempo médio que cada um desses aparelhos permanece ligado ao longo de um mês e investigue se os usuários do espaço adotam medidas para evitar o desperdício de energia, como apagar as luzes ao sair.

A partir dessas informações, façam uma estimativa do consumo médio de energia de cada departamento. Compartilhem esse valor com os outros grupos e comparem o consumo de energia nos diferentes departamentos.

Para organizar a pesquisa pode-se observar os seguintes passos:

1. Elabore um questionário e uma tabela para o registro das seguintes informações: setor da escola a ser pesquisado, encarregado do departamento, fontes de consumo de energia, potência elétrica e classificação Procel. Caso não encontre essas informações no próprio aparelho, pesquise na internet, no *site* do fabricante.
2. Entreviste os usuários do espaço sobre o uso de energia e observe a movimentação no local ao longo de um dia. Listamos alguns exemplos de perguntas que podem servir de guia, para entrevista ou observação, como forma indireta de descobrir se existe uma preocupação com o consumo, embora outras possam ser criadas:
Há o hábito de se aproveitar a luz natural?
Como funciona a ventilação ou o uso de ar-condicionado? As janelas costumam ficar fechadas quando o aparelho é ligado?
Os equipamentos elétricos ficam desligados quando não estão sendo utilizados?
Há placas, avisos ou cartazes para estimular o combate ao desperdício de energia?
Nessa entrevista, procure informações para estimar o tempo que cada equipamento permanece ligado.
3. Analise as especificidades dos aparelhos utilizados pelo departamento em relação ao consumo de energia. O professor de Física poderá orientá-lo nesta etapa.
4. Interprete as informações obtidas e calcule uma estimativa do consumo de energia elétrica naquele departamento. Onde há mais consumo? Por quê?
5. Compartilhe as informações com os outros grupos para uma análise coletiva dos dados. Após essa comparação, discuta com os outros grupos as seguintes questões:
É possível diminuir o consumo de energia elétrica na escola?

Como podemos aperfeiçoar o uso dos aparelhos que consomem mais energia para que a escola utilize melhor seus recursos?

Ao final, proponha ações para tornar a comunidade escolar e seu entorno mais conscientes do que pode ser feito para economizar energia elétrica.

RESPOSTAS DAS ATIVIDADES E ATIVIDADES FINAIS

Capítulo 1

O mundo que nos cerca: do que a matéria é feita

Atividades

Página 28

- A eficiência seria parcial, pois o filtro retém somente partículas sólidas.
- Não, porque o sal é solúvel em água e atravessa o filtro (dissolvido na água).
 - Não, porque as temperaturas de ebulição são muito próximas.
 - Sim, pois pode-se aplicar a centrifugação para separar misturas heterogêneas de materiais de diferentes densidades.
 - Não, só há decantação em misturas heterogêneas.
 - Sim, porque apresentam temperaturas de ebulição de grande diferença de valores.
- O estado físico da amostra aos 12 minutos de aquecimento é líquido.
- Se um ou mais grupos obtivessem um valor muito diferente do obtido pela maioria dos alunos, seria mais fácil perceber essa discrepância e detectar os possíveis erros cometidos nas medições. Além disso, o valor médio obtido com base nos valores conseguidos por cada grupo é mais preciso que o valor de uma medida isolada.
 - $d = 8,9 \text{ g/mL}$
 - Não, pois o açúcar é solúvel em água e a cortiça não afunda nesse líquido.
- 600 g.
 - 1.200 mL.
- 600 g.
 - 1.000 mL.
 - O detergente mais denso é o da segunda marca.
- A presença de quantidades variáveis de ar entre os grânulos de pó ou de outros compostos no detergente podem variar de acordo com a marca e alterar a densidade do produto.

Atividades

Página 33

- 2 - 5
 - 2 - 8 - 8 - 1
 - 2 - 8 - 5
- Ambos possuem 5 elétrons na última camada.
- ${}_6\text{C}: 2 - 4$; ${}_{14}\text{Si}: 2 - 8 - 4$. Ambos possuem 4 elétrons na última camada.
- $Z = 13$; Al.
- 26 elétrons.
- O modelo atômico de Thomson.
- Sua carga fica positiva. Contudo, sua massa praticamente não muda.

Atividades

Página 34

- O isótopo 56 do ferro: 26 prótons, 30 nêutrons e 26 elétrons. Fe^{2+} : 26 prótons, 30 nêutrons e 24 elétrons. Fe^{3+} : 26 prótons, 30 nêutrons e 23 elétrons.

- O alumínio neutro tem 13 elétrons, e o íon Al^{3+} tem 10.
 - Ca: 2 - 8 - 8 - 2; íon Ca^{2+} : 2 - 8 - 8.
- 8 prótons, 10 elétrons e 9 nêutrons
- Quando um átomo de ${}_{12}\text{Mg}$ perde 2 elétrons, transforma-se em um cátion do mesmo elemento químico, cujo número atômico é 12, representado por ${}_{12}\text{Mg}^{2+}$. (O Mg teria de perder 2 prótons para se transformar em ${}_{10}\text{Ne}$.)

Atividades

Página 38

- Resposta pessoal.
- $\text{K} \cdot + \cdot \ddot{\text{Cl}} \cdot \longrightarrow [\text{K}]^+ + [\ddot{\text{Cl}}:]^-$
 - $\text{Ca} \cdot + \cdot \ddot{\text{O}} \cdot \longrightarrow [\text{Ca}]^{2+} + [\ddot{\text{O}}:]^{2-}$
- Não, porque seu núcleo se conservou, isto é, continuou com 1 próton; portanto, seu número atômico se mantém o mesmo.
- $\text{Li} \cdot + \cdot \ddot{\text{O}} \cdot \longrightarrow [\text{Li}]^+ + [\ddot{\text{O}}:]^{2-} + [\text{Li}]^+$
 - $\text{Al} \cdot + \cdot \ddot{\text{F}} \cdot \longrightarrow [\text{Al}]^{3+} + [\ddot{\text{F}}:]^-$
 - $\text{Al} \cdot + \cdot \ddot{\text{O}} \cdot \longrightarrow [\text{Al}]^{3+} + [\ddot{\text{O}}:]^{2-} + [\text{Al}]^{3+}$

Atividades finais

Página 39

- Alternativa e.
- Alternativa c.
- Resposta pessoal.
 - O resíduo que seria descartado em aterros sanitários e encaminhado a indústrias recicladoras, que o transformam em matéria-prima, reintegrando-o à cadeia produtiva. Com isso, a necessidade de matéria-prima virgem, ou seja, retirada da natureza, é menor.
 - Resposta pessoal.
 - Resposta pessoal.
- "[...] Mo-99/Tc-99m, utilizados na medicina nuclear com finalidades diagnósticas, [...]"
 - A manutenção do transporte dos radioisótopos que vêm da Rússia, da África do Sul e da Holanda.
 - Resposta pessoal.
 - Radiofármacos à base de iodo-131.
 - ${}_{42}^{99}\text{Mo}: 42 \text{ p}^+, 42 \text{ e}^-, 57 \text{ n}^0$
 ${}_{43}^{99}\text{Tc}: 43 \text{ p}^+, 43 \text{ e}^-, 56 \text{ n}^0$
- Dois elementos. Al e Ga.
 - G6 P5, G7 P5 e G8 P5.
 - Na posição referente ao elemento selênio, ou seja, G16 P4.

Capítulo 2 Energia e movimento

Atividades

Página 46

- a) A bola de futebol precisará perder mais energia para parar.

b) Como a energia cinética da bola de tênis é menor, a intensidade da força exercida para pará-la deve ser menor; portanto, apanhar essa bola é a opção mais segura.

c) Para cada uma das bolas, o trabalho é igual à variação da energia cinética:

$$\tau = \Delta E_c$$

Atividades

Página 48

- a) O automóvel B terá uma aceleração maior.

b) $a_a = 2 \text{ m/s}^2$
 $a_b = 5 \text{ m/s}^2$

c) 4 m/s

d) 16 m

e) 40 m

f) 54 m

Atividades

Página 52

- a) 2,5 s b) 25 m/s c) 11,25 m
- a) 2 m/s c) 7,2 m

b) 1,2 s d) 2,4 s

Atividades

Página 58

- 60 kg 3) $1,5 \cdot 10^2 \text{ MW}$
- 16 km/h 4) 633,85 litros

Atividades finais

Página 61

- Alternativa c.
- Alternativa b.
- Alternativa b.

Capítulo 3 Calor é energia

Atividades

Página 70

- Para ser mais eficiente, o aparelho de ar-condicionado deve ser instalado na parte superior do ambiente.
- Os queimadores do forno, que ficam na parte inferior e, ao serem acesos, provocam correntes de convecção de modo que o ar quente sobe e o ar frio desce.
- Resposta pessoal.
- Tanto a lã como a neve são bons isolantes térmicos (compostos de substâncias com baixa condutibilidade térmica), por isso são utilizadas nas situações descritas.
- A diferença entre as sensações térmicas nos dois ambientes se deve à diferença entre a condutibilidade térmica dos dois materiais.
- a) Radiação térmica.

b) Quando a taxa de absorção de radiação do conjunto for igual à taxa de emissão de radiação e de calor, o equilíbrio térmico terá sido atingido.

- Alternativa e.

Atividades

Página 73

- A altura da coluna de mercúrio nos dois termômetros será a mesma.
- a) A moça está com febre, pois sua temperatura é maior que a temperatura média normal.

b) 98,6 °F
- a) $\frac{t_c}{100} = \frac{t_r}{80} \Rightarrow \frac{t_c}{5} = \frac{t_r}{4}$

b) A variação de 20 °R corresponde a uma variação de 25 °C na escala Celsius.

c) 160 °R
- a) $t_c + 10 = 5H$ b) 65 °C

Atividades

Página 75

- O corpo de 1 kg sofrerá maior variação de temperatura, uma vez que sua capacidade térmica é menor que a do outro pedaço.
- A temperatura do corpo formado por chumbo aumentará mais que a do corpo formado por prata.
- 279 cal

Atividades

Página 78

- 3,52 kcal 2) 0,5 cal/g °C 3) 192 s ou 3 min 12 s
- Serão necessários 9 kg de bagaço de cana para aquecer a água na caldeira.

Atividades finais

Página 79

- Alternativa c. 2) Alternativa a. 3) Alternativa b.

Capítulo 4 Vida e energia

Atividades

Página 84

- Sim, a tirinha trata da relação trófica entre lagartixas e mosquitos.
- Há quatro animais que participam de mais de uma cadeia alimentar: ave, quati, gambá e onça. A extinção de algum desses animais causa o desequilíbrio das relações tróficas.
- Resposta pessoal.
- Organismos detritívoros, como os urubus, os abutres e as hienas, são classificados como consumidores e se alimentam de restos de matéria orgânica. Os decompositores (fungos e bactérias) convertem a matéria orgânica em nutrientes, reciclando os elementos químicos e disponibilizando-os para outros seres vivos.

Atividades

Página 87

- A produtividade líquida não é igual nas duas estações, pois, na época seca, período em que as plantas estão sem folhas, a taxa de fotossíntese é muito menor do que na época de chuva.

- O fitoplâncton e as plantas terrestres desempenham o papel de produtores nos diferentes ecossistemas. Nas pirâmides ecológicas elaboradas, esses organismos devem estar representados na base.
- Diferentes fatores como a luminosidade, a disponibilidade de água e a temperatura.
- Diz-se que a energia não é criada ou perdida, mas transformada, pois uma forma de energia é sempre convertida em outra. A energia solar, por exemplo, é transformada em energia química pela fotossíntese.

Atividades

Página 93

- A densidade da população de lebres é de 50 indivíduos/km² e a de raposas é de 2 indivíduos/km².
- É possível inferir que há uma tendência ao envelhecimento da população no Brasil, uma vez que o tamanho da base é menor que a faixa correspondente aos indivíduos em idade reprodutiva.

Atividades

Página 95

- Caso a população de lincos fosse reduzida drasticamente, inicialmente a população de lebres tenderia a aumentar e as populações de organismos que servem de alimento para elas diminuiriam. Uma outra consequência é o aumento da competição intraespecífica entre as lebres.
- A população de *P. caudatum* entra em declínio e a de *P. aurelia* se mantém inalterada devido ao princípio de exclusão competitiva. Nessa interação, ambas as espécies ocupam o mesmo nicho ecológico e a competição por recursos favorece uma delas.
- O período de defeso corresponde à época de reprodução das espécies; dessa forma, a proibição da pesca nesse período protege a população de pescado e permite seu crescimento.
- Como as espécies migratórias não ficam restritas a uma região geográfica, a principal dificuldade no estudo de dinâmica de populações é monitorá-las em regiões distintas nas diferentes épocas do ano. Além disso, é difícil rastrear de maneira detalhada a rota de migração, pois muitas espécies utilizam diferentes estratégias de navegação.
- As espécies exóticas podem interferir no equilíbrio do ecossistema em que foram inseridas, pois geralmente não encontram predadores ou parasitas específicos, que controlariam naturalmente o crescimento populacional. As populações dessas espécies, então, tendem a aumentar, dominando os nichos ecológicos ocupados por elas, competindo por recursos com as espécies nativas e afetando o equilíbrio das cadeias alimentares.

Atividades

Página 100

- Há relação de mutualismo entre as duas espécies, pois ambas são beneficiadas.
- Na ausência das formigas, a planta poderia sofrer ataques de herbívoros e ter dificuldade para se reproduzir.
- O controle biológico apresenta inúmeras vantagens em relação ao uso de defensivos químicos: evita o desenvolvimento de organismos resistentes, impede a eventual contaminação do solo e de águas por agentes químicos, não afeta insetos polinizadores, previne a ocorrência de problemas graves de saúde entre trabalhadores rurais e a intoxicação de organismos consumidores. Como desvantagens, podem-se citar a necessidade do entendimento da biologia da praga e de seus predadores, maior tempo despendido para o planejamento das estratégias de inclusão e controle mais lento da praga.
- Resposta pessoal.

Atividades finais

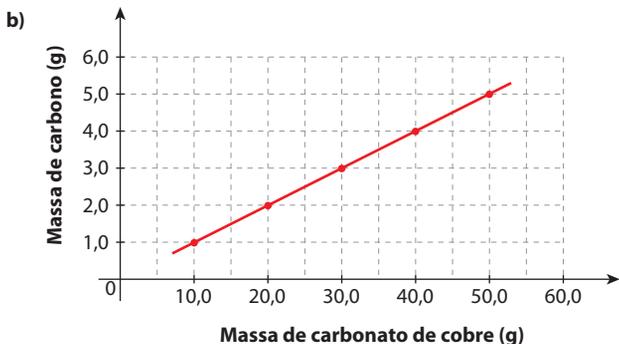
Página 101

- Porque é no primeiro nível que se concentra a maior quantidade de energia e biomassa. As pirâmides de energia nunca têm a base menor que os níveis seguintes porque o fluxo de energia é unidirecional (partindo dos produtores para os consumidores).
- Tanto a alga como o arroz são produtores. Aquele que ingere *temaki* apenas com arroz e alga é consumidor primário.
- Apenas debilitar o hospedeiro possibilita que o parasita continue obtendo o alimento de que necessita.
- A transmissão da gripe é um fator dependente da densidade populacional porque quanto maior a aglomeração humana, mais facilmente ocorre o contágio.
- A plantação de cereais proporcionará maior quantidade de alimento dentro de um mesmo intervalo de tempo porque os cereais ocupam o nível trófico dos produtores.
- Em uma pastagem, a biodiversidade será muito menor que em uma floresta nativa, visto que há poucos nichos para serem ocupados pelos seres vivos. Assim, haverá menos biomassa e relações alimentares na área de pasto.
- Alternativa c.
- A preservação do solo permite que os organismos decompositores disponibilizem os nutrientes para os organismos produtores, garantindo o equilíbrio das cadeias alimentares.
- Os mamíferos roedores, pois nessa relação trófica as serpentes atuam como consumidores secundários, estando, portanto, mais próximas da base da cadeia alimentar.
- Na ausência de mamíferos roedores poderia ocorrer um aumento temporário na população de gafanhotos e outros insetos, uma vez que eles competem pelo alimento (cactos). Com o aumento do número de insetos, a população de répteis, que se alimenta deles, também poderia aumentar. Esse crescimento nas populações de insetos e de répteis poderia diminuir o impacto da ausência de mamíferos roedores para as raposas, uma vez que elas também se alimentam dos dois tipos de organismo anteriores.
- Exemplos: joaninhas no controle de pulgões e vespas ou moscas que parasitam ovos de insetos e ácaros prejudiciais à lavoura.
- O pesquisador pode comparar o crescimento e o desenvolvimento da planta na presença e na ausência do animal. Caso ela cresça mais na presença dele, a relação será benéfica; caso o crescimento seja maior na ausência do animal, então a relação é prejudicial; se o crescimento for o mesmo nos dois casos, a relação é indiferente.
- As plantas colocadas juntas, vaso B, cresceram menos. Nesse vaso há quatro plantas utilizando os recursos do solo, enquanto no vaso A apenas uma planta utiliza os recursos disponíveis.
 - Se uma das plantas do vaso B tivesse crescido mais, provavelmente, seria porque apresenta características diferentes das demais e que conferem vantagens na competição intraespecífica à qual foi submetida.
- Alternativa c.
- Favorecem o aumento da população as situações descritas em IV e VII.
- Tendem a diminuir a população as situações I, II, III, V e VI.
- Descrevem fatores dependentes da densidade populacional as situações I, II, III, IV e V.
- O ser humano interfere na população de quatis de diversas maneiras: criando condições para o aumento de seus predadores, nesse caso, as onças; diminuindo as presas dos quatis devido ao uso de pesticidas; caçando suas presas; e aumentando ou diminuindo a oferta de alimento.
- Alternativa c.

Atividades

Página 109

- 1 a) 51% de cobre, 10% de carbono e 39% de oxigênio.



- c) Dobrando-se a massa de carbonato de cobre, também dobra a massa do elemento carbono. Essas massas, portanto, são diretamente proporcionais. Essa relação de proporcionalidade pode ser estendida aos demais componentes do carbonato de cobre.
- d) Existe proporcionalidade entre as massas dos elementos cobre e carbono.
- e) Não. A obtenção de um gráfico similar demonstra que a proporção entre as massas se mantém, de acordo com a lei de Proust.
- 2 a) 9 g, sendo 1 g em excesso.
b) Não, além de (142 g + 80 g), isto é, 222 g de cloreto de cálcio, haverá excesso de 8 g de cloro.
c) Lei das proporções definidas (Proust).

Atividades

Página 114

- 1 a) $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
b) Para cada 2 moléculas de gás hidrogênio que entram em combustão, é consumida 1 molécula de gás oxigênio, formando-se 2 moléculas de água.
c) Porque o único produto que ela gera é o vapor de água, que não é poluente.
- 2 Não. O_2 é a representação química do gás oxigênio, uma substância simples (presente na atmosfera) cujas moléculas são constituídas por dois átomos de oxigênio unidos. A indicação "2 O" corresponde à representação química de dois átomos do elemento químico oxigênio, não ligados quimicamente, que possuem conteúdo energético e reatividade diferentes dos da molécula de O_2 .
- 3 a) $1\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
b) $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) + \frac{13}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{CO}_2(\text{g}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
c) $2\text{K}(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{KOH}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
d) $4\text{Na}(\text{s}) + 1\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Na}_2\text{O}(\text{s})$
- 4 $2\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq}) + 3\text{Na}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow 2\text{Na}_3\text{PO}_4(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- 5 a) Não. Sim.
b) O número de átomos de cada elemento químico.
- 6 a) Caso não estejam secas, a umidade dificultará a combustão do limoneno.
b) $\text{C}_{10}\text{H}_{16}(\text{l}) + 14\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 10\text{CO}_2(\text{g}) + 8\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Atividades

Página 116

- 1 a) $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$
 $\text{C}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g})$ ou
 $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}(\text{g})$
b) O processo que forma o gás carbônico (CO_2).
- 2 $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$
- 3 $2\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g})$
- 4 a) $\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g})$
b) $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{catalisador}} \text{SO}_3(\text{g})$
c) $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$

Atividades

Página 120

- 1 A água, da torneira ou de uma fonte mineral, não é pura. Ela contém eletrólitos que a tornam condutora de corrente elétrica.
- 2 a) O fluoreto de potássio é iônico:
 $\text{KF}(\text{s}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{K}^+(\text{aq}) + \text{F}^-(\text{aq})$
b) O ácido perclórico é molecular, e em água ocorre a reação representada a seguir:
 $\text{HClO}_4(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{ClO}_4^-(\text{aq})$

Atividades

Página 124

- 1 Não. Exemplos: o ouro e a platina, porque esses metais são menos reativos.
- 2 A palavra inoxidável, que sugere que o aço não pode ser oxidado.
- 3 O ferro se oxidou.
 $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$
 $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + 3\text{e}^-$

Atividades finais

Página 125

- 1 a) A redução da acidez dos solos por meio da calagem.
b) Informa que, no Brasil, predominam solos ácidos, caracterizados por pH menor que 5,5, teores insuficientes de cálcio e excesso de alumínio e/ou manganês.
c) Em solos ácidos, com altos teores de íons alumínio, as raízes se desenvolvem pouco, o que reduz a capacidade da planta de absorver água e nutrientes.
d) Porque ele reage com os íons $\text{H}^+(\text{aq})$, provenientes do solo, neutralizando parte deles, o que permite elevar o pH.
e) Porque a água das chuvas vai liberar os íons H^+ do solo, garantindo sua reação com o carbonato de cálcio aplicado no solo.
- 2 a) "O excesso de íon sódio, presente no principal componente do sal de cozinha..."
b) Resposta pessoal.
c) Resposta pessoal.
- 3 Amostra 1.
- 4 Alternativa a.
- 5 Alternativa d.

Atividades

Página 132

- Um organismo com metabolismo aeróbio facultativo na ausência de gás oxigênio obtém energia pelo processo fermentativo. Nesse processo, o consumo de glicose para satisfazer à demanda energética é mais elevado porque o rendimento é menor, ou seja, produz-se uma quantidade menor de ATP por molécula de glicose metabolizada. Quando o processo de obtenção de energia é aeróbio, a produção de ATP por molécula de glicose é mais elevada; assim, é necessário consumir menos glicose para suprir a mesma demanda energética.
- Alcoólica, pois ela produz gás carbônico, necessário para o crescimento da massa.

Atividades

Página 137

- A fotossíntese é um processo metabólico de geração de energia química armazenada em moléculas de carboidratos. Assim, plantas, algas e outros organismos que realizam esse processo são a base da cadeia alimentar e fazem parte, direta ou indiretamente, da alimentação de todos os organismos heterótrofos. Além disso, o gás oxigênio, produto da fotossíntese junto com os açúcares, possibilitou o aparecimento e a manutenção dos seres aeróbios.
- Na quimiossíntese, em vez da luz, a fonte primária de energia é a oxidação de compostos inorgânicos, como ferro (Fe) e nitrito (NO₂), para a obtenção de NADPH e de ATP. Esses últimos compostos são utilizados como fonte de energia durante a síntese de compostos orgânicos a partir de CO₂ e água.
- As plantas também realizam respiração celular durante todo o tempo para a obtenção de energia, degradando moléculas orgânicas como glicose, produzidas durante o processo fotossintético. As plantas produzem reservas energéticas para os períodos de escuro, permitindo que sobrevivam durante a noite.

Atividades

Página 142

- A degradação e a poluição dos solos reduzem as populações de bactérias e fungos decompositores, o que retarda a reciclagem dos nutrientes e a disponibilidade da matéria inorgânica para os produtores, interrompendo o ciclo dos elementos.
- Um dos produtos da fotossíntese é o gás oxigênio, utilizado pela maioria dos seres vivos no processo de respiração. O desaparecimento dos organismos fotossintetizantes reduziria a quantidade de oxigênio disponível. O gráfico elaborado deve representar o declínio da quantidade de oxigênio após o desaparecimento desses organismos.

Atividades finais

Página 143

- Respiração celular: substâncias consumidas – glicose, ADP, FAD, gás oxigênio; substâncias produzidas – ATP, GTP, gás carbônico; período em que ocorre – não depende de luz, ocorre em todos os períodos. Fotossíntese: substâncias consumidas – ATP, NADPH, água, gás carbônico; substâncias produzidas – carboidratos, gás oxigênio; período em que ocorre – fase fotoquímica é dependente da luz e, assim, só ocorre durante o dia. Fase química é independente de luz, podendo também ocorrer à noite.

Processo	Substâncias consumidas	Substâncias produzidas	Período em que ocorre
Respiração celular	Glicose; ADP; FAD; gás oxigênio	ATP; GTP; gás carbônico	Não depende de luz. Ocorre em todos os períodos
Fotossíntese	ATP; NADPH; água; gás carbônico	Carboidratos; gás oxigênio	Fase fotoquímica é dependente da luz; assim, só ocorre durante o dia. Fase química é independente de luz, podendo ocorrer também à noite

- Alternativa a.
- Se algum reagente da fotossíntese faltar, a reação vai parar, mas a planta continuará viva enquanto conseguir realizar a respiração e tiver açúcar disponível para seu metabolismo energético.
- Os ambientes mais prováveis para encontrar organismos fermentativos são locais sem gás oxigênio, pois a respiração aeróbia necessita desse gás comoceptor final de elétrons; na sua ausência, a etapa de fosforilação oxidativa não é possível; assim, favorece a ocorrência de outro processo para obtenção de energia (ATP), a fermentação.
- Alternativa c.
- Alternativa c.
- Em ambientes com baixa umidade do ar, há uma tendência de perda de água da planta para o ambiente; assim, se não houver grande disponibilidade de água no solo, os estômatos fecham, impedindo a perda de água na forma de vapor (transpiração). No entanto, o fechamento estomático também influenciaria no processo fotossintético, por diminuir o CO₂ disponível para as células.
- A diferença entre as taxas de fotossíntese deve-se às condições de iluminação (dias nublados ou ensolarados). As taxas de fotossíntese caem em temperaturas acima de 40 °C devido à desnaturação das enzimas participantes desse processo. Com a duplicação da concentração de CO₂, as taxas de fotossíntese seriam maiores em ambas as curvas. Sendo o CO₂ um substrato fundamental para a síntese de glicose, sua maior disponibilidade implica maior eficiência do processo de fotossíntese.
- O processo indicado por I é a fotossíntese. O processo II corresponde à respiração celular.
- Resposta pessoal.
- Ponto de compensação fótico corresponde à intensidade luminosa que permite que a fotossíntese tenha a mesma taxa metabólica que a respiração celular. Nesse ponto, os produtos gerados pela fotossíntese (gás oxigênio e glicose) são utilizados pela respiração celular. As plantas necessitam, de maneira geral, estar sob condições de luz no ponto de compensação ou acima dele para que possam produzir os compostos necessários à respiração e ainda produzir reservas. Assim, quando uma planta tem um ponto de compensação fótico mais baixo que outra, ela precisa de uma intensidade luminosa menor para manter seu metabolismo balanceado, sem a necessidade da utilização de reservas.
- O ponto A está abaixo do ponto de compensação fótico; assim, a intensidade luminosa à qual a planta está submetida não está sendo suficiente para produzir glicose e gás oxigênio para a respiração celular. Dessa forma, a planta está utilizando parte das suas reservas de glicose e capturando gás oxigênio da atmosfera através da abertura estomática. O ponto C está acima do ponto de compensação fótico, portanto, nessa intensidade luminosa a fotossíntese está produzindo glicose e O₂ suficientes para o metabolismo respiratório e o armazenamento. A afirmação não é precisa. As plantas de uma floresta vivem, em média, com o metabolismo em seu ponto de compensação fótico, de modo que não há saldo positivo de incremento de gás oxigênio para a atmosfera. Grande parte do que é produzido é consumido pela própria floresta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMENTADAS

BRADY, J. E.; HUMISTON, G. E. *Química geral*. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1986. 2 v.

Nessa obra, os autores discutem os princípios básicos para o estudo da Química. Os conceitos químicos são desenvolvidos por meio de uma linguagem simples e com uso de imagens. Destacam-se os capítulos 1, 3, 4, 5 e 14, que abordam os assuntos tratados neste volume.

DAOUL, L.; CARUSO, F. *Tirinhas de Física*. Rio de Janeiro: Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, 2001.

Apresentadas em forma de cartão postal, *Tirinhas de Física* é um conjunto de 12 histórias em quadrinhos explicando conceitos de Física presentes no cotidiano.

EINSTEIN, A.; INFELD, L. *A evolução da Física*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008.

O físico Albert Einstein e seu assistente, Leopold Infeld, por meio de analogias, metáforas, gráficos, diagramas, textos simples e interessantes, descomplicam conceitos e teorias da Física clássica tradicional e da relatividade.

FIGUEIREDO, A.; PIETROCOLA, M. *Calor e temperatura*. São Paulo: FTD, 2000.

De onde vêm o frio e o calor? Por que algumas coisas parecem mais frias que outras? Como se formam a chuva, a neve e o granizo? Nessa obra, os autores desvendam essas e outras perguntas sobre calor e temperatura.

FIGUEIREDO, A.; PIETROCOLA, M. *Física, um outro lado – Faces da energia*. São Paulo: FTD, 2000.

A obra aborda a conservação da energia como um princípio e a relação entre energia mecânica e trabalho, considerando sistemas com uma ou muitas forças.

FISCHER, L. *A ciência no cotidiano: como aproveitar a ciência nas atividades do dia a dia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004.

Combinando ciência e outras áreas, Len Fisher mostra como as leis da ciência colaboram com as nossas atividades diárias.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

O autor utiliza analogias, narrativas acessíveis e representações simples para apresentar e elucidar conceitos desde as medidas da Terra até a teoria da relatividade.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; TOWNSEND, J. R.; TREICHEL, D. A. *Química geral e reações químicas*. 9. ed. Stamford: Cengage Learning, 2016. 2 v.

A obra contém muitos capítulos voltados aos conceitos básicos da Química Geral, abordados neste volume, dirigidos a cursos superiores. Em especial, os capítulos 1 a 4 (átomos, elementos, substâncias simples e compostas, equações químicas) e a parte 16 (conceito de ácidos e bases segundo Arrhenius). Na obra também destacam-se as seções em que aspectos relevantes no mundo contemporâneo são abordados.

LEVI, P. *A Tabela Periódica*. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1994.

Nesse livro, usando em cada capítulo um elemento químico, o autor narra suas experiências de vida, desde a infância até suas

atividades como químico. Recorrendo a metáforas, faz de aspectos químicos motivo para reflexões ao mesmo tempo que remete a situações difíceis que ele e muitos outros viveram na época do nazismo-facismo europeu.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 9 jun. 2020.

No site do Ministério do Meio Ambiente você encontra notícias, informações, serviços, projetos, programas e consultas públicas que envolvem o meio ambiente.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Disponível em: <<https://saude.gov.br/>>. Acesso em: 9 jun. 2020.

No site do Ministério da Saúde você encontra notícias, informações, serviços e programas relacionados à saúde.

ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

A obra apresenta os principais tipos de ecossistemas naturais da biosfera, a energia nos sistemas ecológicos, os ciclos biogeoquímicos e a ecologia populacional.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Disponível em: <<https://www.who.int/home#>>. Acesso em: 9 jun. 2020.

No site da Organização Mundial da Saúde (OMS) há diversas publicações, notícias e programas sobre saúde.

PERELMAN, Y. *Física recreativa*. Moscou: Mir, 1980.

O físico russo Yakov Perelman utiliza exemplos extraídos de situações presentes no cotidiano de qualquer pessoa para explicar aos leigos os conhecimentos básicos da Física.

QUÍMICA NOVA NA ESCOLA (QNEsc). Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/>>. Acesso em: 9 jun. 2020.

A revista *Química Nova na Escola* disponibiliza diversos artigos com debates e reflexões sobre o ensino de Química, propostas de experimentos e atualizações relacionadas à área.

RICKLEFS, R. E. *A economia da natureza*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

O livro reúne três princípios para a condução dos estudos: sólida base em história natural, apreciação do organismo como unidade fundamental da ecologia e posição central do pensamento evolutivo no estudo da ecologia. Além disso, a obra expõe como as abordagens modernas ao estudo da ecologia estão revelando as estruturas e as funções ecológicas.

WOLKE, R. L. *O que Einstein disse a seu cozinheiro: a ciência na cozinha*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

O livro aborda a ciência na cozinha por meio dos princípios químicos e físicos que determinam as propriedades e o comportamento dos alimentos.

WOLKE, R. L. *O que Einstein disse a seu cozinheiro 2: mais ciência na cozinha*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2005.

O químico Robert Wolke continua explicando sobre a ciência dos alimentos. Esse volume possui 35 receitas ilustrativas dos fenômenos científicos que acontecem dentro de uma cozinha.



MODERNA



MODERNA

ISBN 978-65-5779-247-6



9 786557 792476