

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.

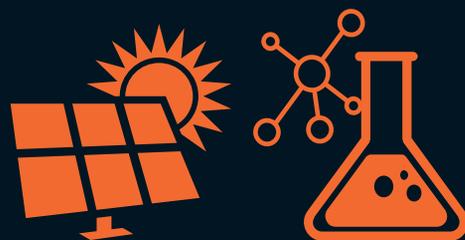
Código da coleção:
0199P21203

Código da obra:
0199P21203136

CONEXÕES

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

**Conservação
e transformação**



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

Conservação e transformação

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, Luiz Alberto de Paula, Kátia Paulilo Mantovani, Juliana Albuquerque, Ana Carolina de Almeida Yamamoto, Lara Vieira Leite, Paula Hirata

Assessoria didático-pedagógica: Fernando Luis Leite Carreiro, Priscilla Andressa de Sousa Silva, Gabriela A. de Lima, Lilian Patrícia Lima, Luciana Keler Machado

Preparação: Vero Verbo Serviços Editoriais

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: 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: Denise Morgado, Elza Doring, Janaína Mello, Lilian Xavier, Salvine Maciel, Sirlene Prignolato, Érika Kurihara, 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)

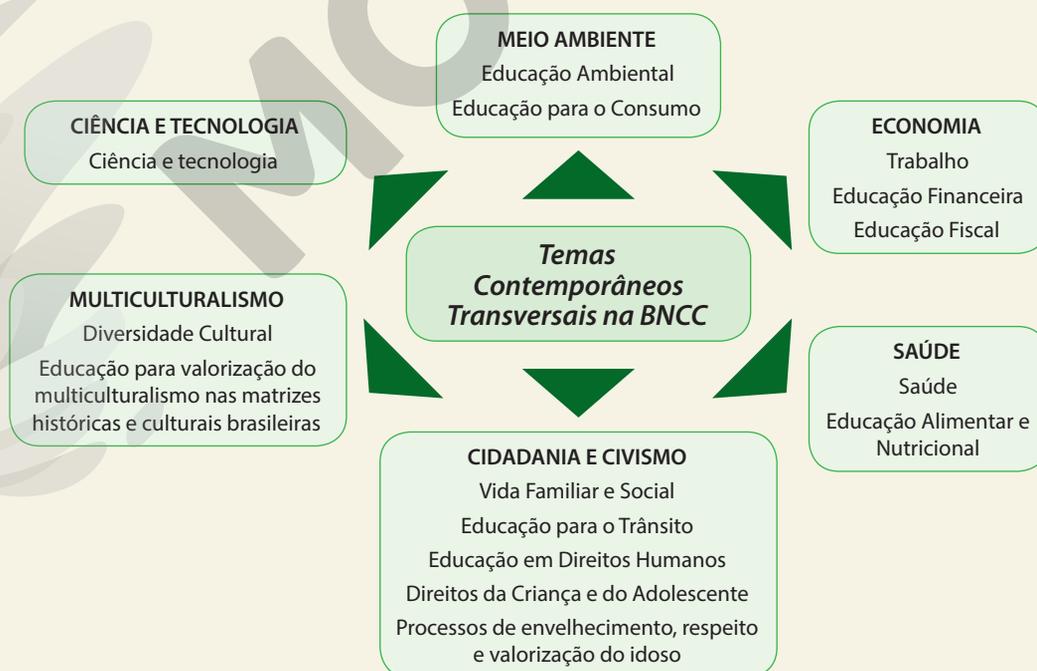
Os Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) são assim denominados por serem assuntos da modernidade que não pertencem a um componente curricular específico: são pertinentes a todos e, ao mesmo tempo, perpassam por todos. Esses temas devem ser abordados no conjunto de todas as áreas do conhecimento, ao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

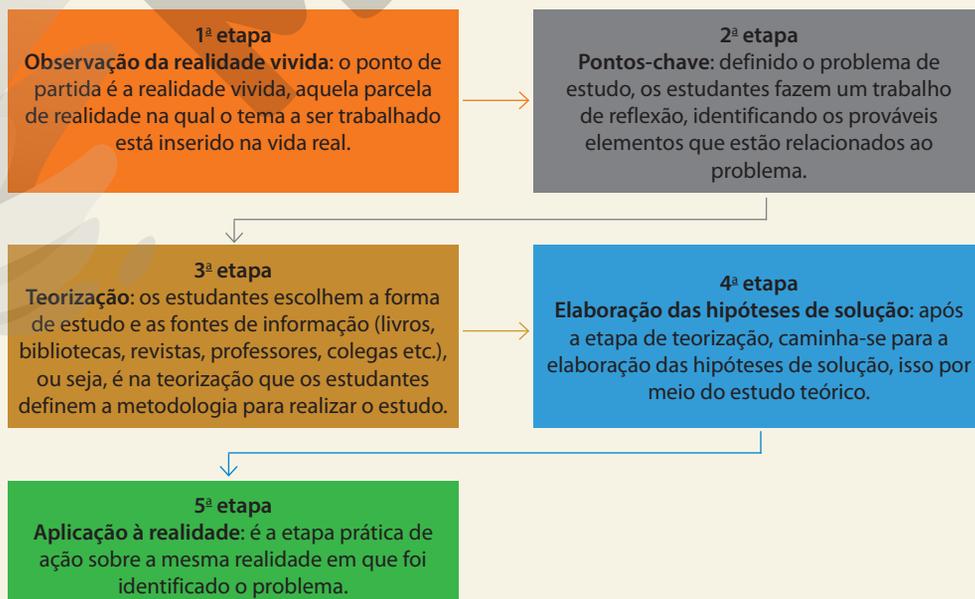
Ao lado da contextualização, nesta obra é utilizada a problematização. A problematização é entendida aqui como uma maneira de colocar a realidade para ser refletida e os estudantes para pensarem juntos propostas de avanços e mudanças para tal situação. Os estudantes precisam reconhecer que o problema 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 Maguerez. 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, antepor 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

Ponto de partida

Transformações ocorrem constantemente ao nosso redor, embora nem sempre sejam capazes de percebermos. Por exemplo, quando se aquece água, ela muda de estado físico e se transforma em vapor. O que está se conservando? O que está se conservando? Por exemplo, quando se aquece água, ela muda de estado físico e se transforma em vapor. O que está se conservando? O que está se conservando?

CAPÍTULO 1 Dilatação e termologia

Objetivos de aprendizagem

Temporários: reconhecer as mudanças de estado físico da matéria em situações cotidianas, como a formação de gelo e a chuva.

Transformações ocorrem constantemente ao nosso redor, embora nem sempre sejam capazes de percebermos. Por exemplo, quando se aquece água, ela muda de estado físico e se transforma em vapor. O que está se conservando? O que está se conservando?

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.

Proteínas

As proteínas são macromoléculas orgânicas essenciais à vida. Além de serem componentes estruturais das células, elas desempenham diversas funções biológicas, como catalisar reações químicas, transportar moléculas, defender o organismo contra agentes patogênicos e regular processos fisiológicos.

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.

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.

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.

Atividades

1. A água é formada por moléculas de água. Cada molécula de água é formada por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio. A água é uma substância simples ou composta? Justifique.

2. A água é formada por moléculas de água. Cada molécula de água é formada por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio. A água é uma substância simples ou composta? Justifique.

A medida do calor

Atividade Prática

Objetivo

Material

Procedimento

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

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

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.

Comunicando ideias

Depois de algum tempo aquecendo uma panela de pressão, o líquido contido nela está a alta temperatura, por volta de 120 °C, o mesmo ocorrendo com o vapor que se formou no seu interior, agora a alta pressão, perto de 2,0 atm.

Se a panela for aberta imediatamente após ser tirada do fogo, o conteúdo interior tentará atingir rapidamente a pressão externa.

Qual é a relação entre a dificuldade de abrir a porta do freezer e a importância de não abrir a panela de pressão imediatamente após tirá-la do fogo? Faça desenhos e escreva justificativas para mostrar as etapas a serem seguidas no caso tanto da abertura da panela de pressão quanto do freezer.

Não escreva no livro.

Fique por dentro

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

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

Internet

Série Bioenergia – Biomassa
<<https://www.youtube.com/embed/pkRogMpvVQo>>

Série produzida pela Rádio e Televisão Educativa do Paraná sobre fontes de energia alternativas denominadas Bioenergia. Esta edição trata especificamente de biomassa.

Como os cientistas contam calorías
<<https://sciam.com.br/como-os-cientistas-contam-calorias/>>

Texto em que é descrito um sistema de determinação do valor calórico de pratos de refeição elaborados em restaurantes.

Como se faz grafeno
<<https://revistasapesquisa.fapesp.br/como-se-faz-grafeno/#&gid=1&pid515>>

A reportagem apresenta imagens de processos realizados pelo centro de pesquisas de uma universidade brasileira para a obtenção de grafeno.

Acessos em: 9 jun. 2020.

ATIVIDADES FINAIS

Questões

1. Quando aquecemos uma água de 20 °C até 100 °C, ela absorve 8400 cal. Quando aquecemos 200 g de água de 20 °C até 100 °C, ela absorve 840 cal. Quando aquecemos 200 g de água de 100 °C até 110 °C, ela absorve 840 cal. Quando aquecemos 200 g de água de 110 °C até 120 °C, ela absorve 840 cal. Quando aquecemos 200 g de água de 120 °C até 130 °C, ela absorve 840 cal. Quando aquecemos 200 g de água de 130 °C até 140 °C, ela absorve 840 cal. Quando aquecemos 200 g de água de 140 °C até 150 °C, ela absorve 840 cal. Quando aquecemos 200 g de água de 150 °C até 160 °C, ela absorve 840 cal. Quando aquecemos 200 g de água de 160 °C até 170 °C, ela absorve 840 cal. Quando aquecemos 200 g de água de 170 °C até 180 °C, ela absorve 840 cal. Quando aquecemos 200 g de água de 180 °C até 190 °C, ela absorve 840 cal. Quando aquecemos 200 g de água de 190 °C até 200 °C, ela absorve 840 cal.

Problemas

1. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 20 °C para 100 °C. Quanto calor ele absorve?

2. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 100 °C para 110 °C. Quanto calor ele absorve?

3. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 110 °C para 120 °C. Quanto calor ele absorve?

4. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 120 °C para 130 °C. Quanto calor ele absorve?

5. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 130 °C para 140 °C. Quanto calor ele absorve?

6. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 140 °C para 150 °C. Quanto calor ele absorve?

7. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 150 °C para 160 °C. Quanto calor ele absorve?

8. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 160 °C para 170 °C. Quanto calor ele absorve?

9. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 170 °C para 180 °C. Quanto calor ele absorve?

10. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 180 °C para 190 °C. Quanto calor ele absorve?

11. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 190 °C para 200 °C. Quanto calor ele absorve?

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.

PONTO FINAL

Até aqui, você estudou a natureza da energia e como ela é transformada em outras formas. Você aprendeu que a energia é uma grandeza escalar e que pode ser armazenada em diferentes formas. Você também aprendeu que a energia é conservada em um sistema isolado e que pode ser transformada em outras formas. Você aprendeu que a energia é uma grandeza escalar e que pode ser armazenada em diferentes formas. Você também aprendeu que a energia é conservada em um sistema isolado e que pode ser transformada em outras formas.

Questões

1. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 20 °C para 100 °C. Quanto calor ele absorve?

2. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 100 °C para 110 °C. Quanto calor ele absorve?

3. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 110 °C para 120 °C. Quanto calor ele absorve?

4. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 120 °C para 130 °C. Quanto calor ele absorve?

5. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 130 °C para 140 °C. Quanto calor ele absorve?

6. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 140 °C para 150 °C. Quanto calor ele absorve?

7. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 150 °C para 160 °C. Quanto calor ele absorve?

8. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 160 °C para 170 °C. Quanto calor ele absorve?

9. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 170 °C para 180 °C. Quanto calor ele absorve?

10. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 180 °C para 190 °C. Quanto calor ele absorve?

11. Um bloco de alumínio de 200 g é aquecido de 190 °C para 200 °C. Quanto calor ele absorve?

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 Jovens e Adultos*. 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

As imagens e o pequeno texto que abrem o volume servem para que você possa avaliar algumas habilidades importantes para quem amplia seus conhecimentos no campo das Ciências da Natureza, tais como a de observar atentamente, extrair informações dessas observações, utilizando-as para refletir e, principalmente, propor novas questões a serem respondidas.

Nesse sentido, você poderá perceber se os estudantes notam, a partir da imagem central, o aspecto inusitado representado pelo fato de os cães adaptados a caminhar sobre a neve estarem andando sobre a água, decorrente do degelo acelerado na Groenlândia, em 2019. Sobre essa questão, o **Ponto final** permite um aprofundamento.

Quanto aos questionamentos propostos na página de abertura, com base no que já aprenderam, é possível que os estudantes cheguem a conclusões do tipo: na digestão, há transformação química das substâncias participantes e, portanto, das unidades constituintes dos materiais ingeridos, sem haver mudança nos átomos e nos elementos químicos que constituem os materiais ingeridos e formados no processo digestivo. Quanto à energia, liberada e absorvida, durante esses processos, conserva-se. Algo semelhante ocorre no caso da digestão do beiju (basicamente formado por amido). No processo de preparo da farinha e dos alimentos dela derivados, é importante destacar que a queima dos materiais combustíveis, ao produzir dióxido de carbono, contribui para o aquecimento global, influenciando no fenômeno com consequências para o clima.

Talvez seja mais complexo para eles explicar como funciona o spray, em que um líquido de baixa pressão de vapor, ao vaporizar-se, permite que a tinta saia do equipamento, o que será analisado no capítulo 2. No caso da transformação gasosa em um refrigerador, o gás encontra-se aprisionado no sistema de refrigeração e, portanto, tanto a natureza do gás quanto sua constituição se mantêm e a transformação que ocorre no seu interior também ocorre com conservação de energia, considerando que se trata de um sistema totalmente isolado. Talvez seja importante rever com os estudantes a ideia de sistema (parte do universo que se analisa com o objetivo de estudar um fenômeno). Nesse sentido, no caso de um refrigerador, esses processos permitem que o entorno do local onde há liquefação se aqueça e no que ocorre a transformação de líquido em gás se resfrie, o que será analisado no capítulo 2.

Dependendo da realidade da escola e da equipe de professores de Ciências Naturais, é possível planejar um trabalho que ocupe longo período, organizado por grupos de estudantes, de acordo com o interesse que eles têm. Ele pode ser iniciado depois ou ao longo do estudo dos capítulos 1 e 2, em que as bases da Termodinâmica e da Termodinâmica são estabelecidas.

Do ponto de vista da abertura para temas de interesse que possam surgir, os vídeos indicados abaixo são interessantes para o entendimento da relação de nossa cultura com o beiju:

- <<https://www.youtube.com/watch?v=G-qK4c20l-0>>. Tempo: cerca de 10 min.
Programa de culinária, em que uma indígena mostra a técnica usada para obter a “farinha” do beiju e o tucupi.
- <<https://www.youtube.com/watch?v=QbNTOArNeUk>>. Tempo: cerca de 40 min.
Esse filme foi realizado pelos estudantes da licenciatura Intercultural Indígena da UFG. Nele, os realizadores indígenas apresentam a cultura da mandioca e de que forma ela organiza o tempo de trabalho na roça, bem como as transformações que aconteceram nesse processo, por influência dos brancos.

Acessos em: 4 set. 2020.

Capítulo 1

Dilatação e termologia

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, como um todo, evidencia que é elaborada com base em conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, estimulando o estudante a entender e explicar a realidade que o cerca.	Todo o capítulo
2	Atividades propostas permitem que conceitos físicos possam ser utilizados pelos estudantes para compreender o funcionamento das lâminas bimetalicas, a dilatação de materiais diferentes, o vazamento de combustível, bem como a importância da água nas usinas nucleares, na transpiração do corpo humano e em indústrias. As perguntas permitem a reflexão, a criação de hipóteses e a análise crítica de informações e situações-problema.	17, 20 e 27
4	O conteúdo desenvolvido faz uso da linguagem visual e de conhecimentos das linguagens matemática e científica para partilhar conceitos e produzir sentido para o entendimento da dilatação e das trocas de calor.	15, 16 e 18

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
1	EM13CNT101	O conteúdo leva o estudante a realizar observações sobre transformações em sistemas (dilatação), conservação da energia (trocas de calor) e as consequências disso no dia a dia.	15, 16, 18 e 25
	EM13CNT102	A seção Interligações – Água que resfria e que aquece permite ao estudante avaliar a construção de diversos sistemas térmicos e sua relação com a sustentabilidade, com base na análise dos efeitos de variáveis termodinâmicas e da composição dos sistemas naturais e tecnológicos.	27
	EM13CNT106	A seção Interligações – Água que resfria e que aquece permite ao estudante avaliar tecnologias e possíveis soluções para demandas que envolvem a geração 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.	27
2	EM13CNT203	O conteúdo desenvolvido permite ao estudante avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.	18, 19, 20, 25 e 27
	EM13CNT207	A seção Interligações – Água que resfria e que aquece permite ao estudante identificar e analisar vulnerabilidades vinculadas aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.	27
3	EM13CNT301	As atividades levam o estudante a construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas 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.	14, 17, 18, 20, 25 e 27
	EM13CNT307	O conteúdo permite ao estudante analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação deles em diferentes aplicações e/ou propor soluções seguras e sustentáveis.	15 e 16

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 Interligações – Água que resfria e que aquece permite ao estudante analisar os impactos das tecnologias na estruturação e nas dinâmicas das sociedades contemporâneas, bem como suas interferências nas decisões políticas, sociais, ambientais, econômicas e culturais.	27

Conhecimentos prévios para melhor aproveitamento do conteúdo

O estudante deve retomar conhecimentos do Ensino Fundamental II no eixo temático Terra e Universo, sobre as ideias de energia, calor e temperatura, e no eixo temático Tecnologia e Sociedade, sobre as ideias de substâncias químicas e suas propriedades.

Retome os conceitos de temperatura como uma grandeza física associada ao estado de agitação das partículas, de energia, de calor como uma energia em trânsito devido a uma diferença de temperatura, de processo de convecção térmica (massas fluidas de maior densidade tendem a descer e massas fluidas de menor densidade tendem a subir), de estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso) e de propriedades específicas da substância (características que permitem a diferenciação entre as substâncias).

Objetivos do capítulo

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

- Avaliar as consequências das transferências de calor para um corpo ou sistema.
- Identificar evidências de dilatação e contração térmica nas situações vivenciadas no cotidiano.
- Conceituar calor específico de uma substância e resolver situações problema utilizando a equação fundamental da Calorimetria.
- Conceituar calor latente de mudança de estado de uma substância e resolver problemas envolvendo trocas de calor em sistemas termicamente isolados.
- Interpretar as curvas de aquecimento de um corpo, identificando as regiões de mudança de fase.

O domínio desses conceitos é necessário para a compreensão de uma série de fenômenos que ocorrem no cotidiano e envolvem troca de calor.

Sugestões metodológicas

Para começo de conversa

(p. 14)

Inicie pedindo aos estudantes que observem as imagens e pensem nos efeitos que a variação de temperatura pode causar no ambiente. Estimule-os a refletir sobre as causas e consequências relacionadas a cada uma das situações retratadas. Trata-se de uma oportunidade para realizar uma discussão interdisciplinar com colegas de diferentes áreas, como Geografia, Sociologia e Biologia. Pode-se tratar das causas e consequências do aquecimento global e dos interesses econômicos e políticos associados a ele.

Explique aos estudantes que a finalidade do capítulo é discutir as consequências da transferência de calor, que podem envolver alteração nas dimensões do corpo/substância, variação de temperatura e/ou mudança de estado físico. Em seguida, leia as perguntas e estimule-os a compartilhar suas respostas. Avalie as ideias sobre as variações de temperatura e sobre os equipamentos usados para amenizar o desconforto dessas variações.

A dilatação e como ela ocorre (p. 15)

Inicie a discussão pedindo aos estudantes que observem as imagens e comentem sobre elas e sobre o que pode ter causado as trincas. Estimule a participação de todos. Escute as respostas com atenção e comente-as, explicando que essas trincas são causadas pela variação de temperatura, tanto pelo aquecimento como pelo resfriamento. A variação de temperatura faz com que mude o estado de agitação das partículas que compõem o corpo ou substância, causando alteração nas suas dimensões. Quando a temperatura aumenta, as partículas ficam mais agitadas e, em geral, as dimensões aumentam (dilatação). Quando a temperatura diminui, as partículas ficam menos agitadas e, em geral, as dimensões diminuem (contração). Explique aos estudantes que esse fenômeno é responsável, por exemplo, pela existência das juntas de dilatação nas linhas de trem, como mostrado na abertura do capítulo. Se as peças fossem colocadas encostadas umas nas outras, num dia de muito calor elas poderiam se dilatar e entortar, impedindo a circulação dos trens. Comente ainda que se usa rejunte entre peças de cerâmica no piso ou em paredes por se tratar um material flexível e que suporta alterações nas dimensões das peças, impedindo que elas trinquem.

Se a variação de temperatura ocorrer de maneira brusca, haverá grande diferença entre a agitação de diversas partículas, o que levará à quebra ou trinca dos materiais, pois cada região sofre uma dilatação diferente. Cite que, se colocarmos um líquido muito quente em um recipiente que estava frio, a brusca variação de temperatura pode levar o copo a trincar. Comente que a dilatação está presente em diferentes situações do dia a dia e estimule os estudantes a refletir sobre onde e como ela acontece. Estalos no telhado durante a noite, estalos em alguns eletrodomésticos, portões que não fecham corretamente no verão ou ficam muito espaçados no inverno, rochas ou pedras de calçamento que trincam estão entre possíveis exemplos. Trata-se, portanto, de um fenômeno importante e comum, que precisa ser levado em consideração em diversas situações.

Explique aos estudantes que cada material tem uma maneira de se dilatar e que isso está relacionado à composição de cada um. Explique, ainda, que existe uma propriedade específica dos materiais chamada de coeficiente de dilatação,

representada pela letra grega alfa (α). Analise os valores da tabela da página 15 e resalte que não há necessidade de serem memorizados, pois eles são fornecidos quando necessário. Comente o exemplo do vidro e do vidro temperado, citado no texto.

Enfatize que os sólidos sempre se dilatam nas três dimensões, sofrendo simultaneamente dilatações linear, superficial e volumétrica. Dependendo da situação, uma dessas dilatações pode ser mais interessante de ser analisada.

Antes de escrever a equação que permite o cálculo da dilatação, estimule a turma a analisar do que depende essa dilatação. Desenhe uma barra feita de um material qualquer, com certo comprimento e em determinada temperatura. É provável afirmarem que quanto maior for a variação de temperatura maior também será a dilatação ou contração, mas não é provável que associem a variação no comprimento da barra ao material de que ela é constituída. Se não aparecer nenhum comentário sobre o comprimento inicial, provoque essa discussão, chamando a atenção para o fato de que o comprimento está relacionado à quantidade de partículas existentes na barra. Quanto mais partículas, maior será o comprimento final da barra.

Desse modo, a dilatação é diretamente proporcional ao comprimento inicial. Então, apresente a expressão completa. Destaque que uma variação de temperatura positiva (aquecimento) corresponde a uma dilatação positiva ou simplesmente dilatação. Uma variação de temperatura negativa (resfriamento) corresponde a uma dilatação negativa ou contração.

Destaque a relação existente entre os valores dos coeficientes de dilatação linear, superficial e volumétrica e a dimensão que está sendo considerada para o corpo que se dilata ou comprime.

Será importante analisar as unidades de medida que acompanham o coeficiente de dilatação, perguntando: “Por que vocês avaliam que o coeficiente de dilatação é dado em grau Celsius com expoente -1 ?”. E também: “Vocês percebem a ordem de grandeza do coeficiente de dilatação? É alta ou é baixa?”. A seguir, resolva os dois exemplos do livro.

Lâmina bimetálica: os termostatos (p. 16)

Inicie a discussão perguntando aos estudantes se eles sabem por que o ferro de passar roupa desliga depois de um tempo, e por que o motor da geladeira liga e desliga de tempos em tempos. Alguns estudantes talvez nem saibam das alterações periódicas no funcionamento desses equipamentos. Caso isso ocorra, será conveniente aproveitar o momento e conversar com eles sobre o consumo de energia elétrica desses equipamentos, destacando o porcentual aproximado do tempo em que, efetivamente, estão funcionando, aquecendo ou resfriando. Comente que, de fato, esse acionamento acontece quando determinada temperatura é atingida, e o dispositivo usado para isso se chama lâmina bimetálica. Use o exemplo do livro (chumbo e alumínio) para explicar que os materiais têm coeficientes de dilatação diferentes e, por isso, dilatam de modo diferente. Aquele que possui coeficiente maior dilata mais, se curvando. Comente que os estalos ouvidos nesses equipamentos estão relacionados a essa movimentação da lâmina bimetálica. Esse movimento faz com que circuitos sejam abertos e fechados, permitindo ou não a passagem de corrente elétrica.

Atividades

(p. 17)

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.

Líquidos também dilatam (p. 18)

Leia a pergunta inicial e aguarde as respostas. Estimule os estudantes a participar e escute atentamente. Explique a eles que os líquidos também dilatam, assim como os sólidos, e a dilatação mais importante é a volumétrica. Como, em geral, os líquidos estão contidos em recipientes, esses recipientes também dilatam, e a dilatação observada na imagem não corresponde à dilatação real, mas à aparente. Chame a atenção para o exemplo, que supõe o recipiente totalmente preenchido com líquido, pois ele costuma ser bem claro para os estudantes. Ao aquecer o líquido, ocorre um transbordamento por conta da dilatação, que corresponde à dilatação aparente. Comente que a dilatação real pode ser obtida pela adição da dilatação aparente com a dilatação do recipiente. Resolva o exemplo do livro, chamando a atenção para as unidades envolvidas.

Em seguida, faça a leitura da pergunta que encerra a página 18 e aguarde as respostas. Comente que a dilatação da água é chamada anômala, pois ela sofre aumento de volume quando sua temperatura cai entre $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Para mais detalhes sobre essa característica, consulte os artigos disponíveis em: <<http://propg.ufabc.edu.br/mnpefsites/leis-de-conservacao/a-agua-e-seu-comportamento-anomalo/>>, <<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=dilatacao-da-agua-na-fase-solida>> e <<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=propriedades-da-agua>> (acessos em: 8 jul. 2020).

Comente que esse comportamento da água é fundamental para a sobrevivência das espécies aquáticas, como está detalhado no texto. É uma oportunidade de realizar um trabalho interdisciplinar com o professor de Biologia, discutindo a importância dessa dilatação anômala da água. Mais detalhes sobre o congelamento dos lagos podem ser obtidos em: <<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=congelamento-dos-lagos>> (acesso em: 8 jul. 2020).

Atividades

(p. 20)

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.

Calor e mudanças de estado (p. 20)

Faça a pergunta inicial a respeito da diferença entre aquecimentos de pedaços iguais de ferro e de alumínio, estimule os estudantes a participar e escute atentamente. Comente que materiais e variações de temperatura diferentes requerem quantidades de calor diferentes. A grandeza física que mede essa característica se chama calor específico. Trata-se de uma propriedade de cada substância que indica a quantidade de

energia necessária para variar em uma unidade de temperatura cada unidade de massa daquela substância. Esclareça que não é preciso memorizar os valores dessa grandeza para várias substâncias. Quando for necessário, essa informação será fornecida.

Utilize o valor do calor específico da água para explicar o conceito. O fato de o calor específico da água valer $1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ significa que, para variar a temperatura de 1 g de água em 1°C , a quantidade de energia envolvida é 1 cal . Para aumentar em 1°C , deve haver absorção de 1 cal ; para diminuir em 1°C , deve haver cessão de 1 cal . Comente que o calor específico da água é elevado quando comparado ao de outras substâncias, mostradas na página 21. Ressalte que é importante descobrir como se calcula a quantidade de calor necessária para variar a temperatura de um corpo ou substância. Mostre 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 evidenciando a relação direta de proporcionalidade.

Analise os sinais envolvidos na equação fundamental da Calorimetria, explicando que 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 absorção de calor pelo corpo, o que é coerente com o que acontece no aquecimento, do mesmo modo que $Q < 0$ está associada à transferência de calor do corpo, o que também está coerente com o que acontece no resfriamento. Para finalizar, explique aos estudantes que essa expressão é válida para o cálculo da quantidade de calor envolvido apenas quando há variação de temperatura sem mudança de estado físico. Esse calor associado à variação de temperatura sem que ocorra mudança de estado físico recebe o nome de calor sensível.

Em seguida, peça aos estudantes que imaginem uma pedra de gelo que acaba de ser retirada de um congelador e é deixada em cima de uma pia. Questione-os sobre o que acontecerá. Explique que o gelo começa a receber calor do ambiente por estar a uma temperatura inferior à do local onde se encontra. Assim, suas partículas começam a ficar mais agitadas, até o momento em que um novo arranjo molecular se estabelece, o que corresponde a uma mudança de estado físico.

Discuta com os estudantes o diagrama com as mudanças de estados físicos descrito no texto. Comente que a fusão, a vaporização e a sublimação são mudanças que ocorrem com absorção de calor, sendo classificadas como endotérmicas; já a solidificação, a condensação e a cristalização ocorrem com cessão de calor, sendo classificadas como exotérmicas. Reforce que a substância não sofre nenhuma mudança em sua composição química.

Se possível, comente sobre os diferentes tipos de vaporização. Mais informações disponíveis em: <https://www.researchgate.net/publication/309741521_Um_tema_negligenciado_em_textos_de_Fisica_Geral_a_vaporizacao_da_agua> e <<https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=curvas-reais-de-aquecimento-da-agua>> (acessos em: 8 jul. 2020).

Chame a atenção para a curva de aquecimento presente no texto, explicando que ela mostra como a temperatura varia em função do tempo ao longo do aquecimento da amostra

de chumbo de acordo com a quantidade de calor recebida. Comente que os pontos fixos são as temperaturas nas quais ocorrem as mudanças de estados físicos.

Discuta as três leis sobre as mudanças de estados físicos. A primeira trata do fato de cada mudança ter uma temperatura bem definida para ocorrer, dependendo da substância e da pressão, constituindo uma propriedade específica dos materiais.

A segunda lei trata do fato de a temperatura permanecer constante na mudança de estado físico de uma substância pura. Retome a seção **Caixa de ferramentas**, que explica o que é uma substância pura. A terceira lei trata do fato de ser necessária certa quantidade de calor para que ocorra determinada mudança de estado físico.

Aproveite a curva de aquecimento para mostrar a quantidade de calor necessária para mudar o estado físico do chumbo, e diga que essa quantidade por unidade de massa é chamada de calor latente. Essa é mais uma propriedade específica dos materiais. Comente que os patamares estarão associados às mudanças de estado físico, pois indicam temperaturas constantes. Já as rampas estarão associadas às variações de temperatura. Explique aos estudantes que a transferência energética na passagem de sólido para líquido é maior do que na passagem de líquido para vapor. A segunda **Caixa de ferramentas** da página 23 trata da unidade J/kg , que é pouco utilizada na prática, mas deve ser conhecida pela turma.

Discuta o exemplo do livro, descrevendo os dois efeitos associados ao calor nessa situação. Resolva os cálculos com os estudantes e faça comparações entre o calor necessário para variar a temperatura e para mudar o estado físico, explicando que a demanda de energia é maior para mudar o estado de agregação das partículas do que para deixá-las mais agitadas.

Atividades

(p. 24)

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.

Trocas de calor e equilíbrio térmico (p. 25)

Comente sobre a função de garrafas ou caixas térmicas de manter, pelo maior tempo possível, a temperatura daquilo que foi colocado em seu interior; por isso, são feitos de materiais isolantes térmicos, o que dificulta as trocas de calor entre o ambiente e o interior. Quando não existem trocas de calor entre o objeto e o meio, o recipiente é chamado de termicamente isolado, e a temperatura se manterá constante por tempo indeterminado. Esses equipamentos hipotéticos, em Física, são chamados de calorímetros ideais.

Uma das ideias mais importantes deste capítulo está relacionada à troca de calor entre corpos. Comente que dois ou mais corpos em contato e a temperaturas diferentes trocam calor entre si. Os corpos de maior temperatura cedem energia e têm sua temperatura diminuída; os corpos de menor temperatura recebem calor e têm sua temperatura aumentada. Essas trocas ocorrem até que se atinja o equilíbrio térmico, ou seja, os corpos estejam na mesma temperatura. Essa sequência de ideias está representada nas figuras da página 25. Comente-as, discutindo

o sentido do fluxo de calor, sempre do corpo de maior para o de menor temperatura, até que se atinja o equilíbrio. Na sequência, trate da situação idealizada, que é a do sistema termicamente isolado: toda quantidade de calor perdida pelo corpo X foi recebida pelo corpo Y. Sendo assim, o módulo do calor cedido é igual ao do recebido ao se atingir o equilíbrio térmico. Em outras palavras, a soma algébrica das quantidades de calor trocado entre eles é sempre nula quando se atinge o equilíbrio.

Discuta a situação e o exemplo da página 26. Na primeira parte, o gelo, a uma temperatura negativa, foi colocado em contato com água líquida com temperatura positiva. A água líquida começa a ceder calor para o gelo, tendo sua temperatura diminuída. O gelo, ao receber esse calor, tem sua temperatura aumentada até atingir a temperatura de fusão (0°C). A partir daí, a energia recebida pelo gelo promove a mudança de estado físico (fusão). Porém, a quantidade de energia que pode ser cedida pela água não é suficiente para derreter todo o gelo. Assim, a temperatura de equilíbrio do sistema será 0°C , com gelo e água líquida coexistindo no recipiente. Note que a água líquida teve sua temperatura diminuída até o limite, liberando a máxima quantidade de calor possível antes da sua solidificação. Esclareça que nem sempre a mudança de estado físico vai ocorrer por completo e que, enquanto houver gelo, a temperatura da água que se fundiu não sobe.

Interligações

(p. 27)

Peça aos estudantes que façam a leitura da seção em grupos e destaquem o que acharam mais interessante. Para esclarecer dúvidas, estimule a discussão entre os grupos e a troca de informações entre eles. Faça intervenções durante a troca de informações, questionando-os sobre a energia nuclear. Estimule-os a pensar sobre as vantagens e as desvantagens desse tipo de fonte de energia e os motivos de ela ser utilizada em tantos países. Comente que no Brasil há duas usinas nucleares, ambas instaladas em Angra dos Reis (RJ). Pode ser uma oportunidade de trabalhar em conjunto com o professor de Geografia, discutindo as diferentes formas de produção de energia e os motivos para a escolha de cada modelo. Esse trabalho é coerente com o desenvolvimento da competência específica 2 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Para mais informações, acesse: <<https://www.inb.gov.br/Contato/Perguntas-Frequentes/Pergunta/Conteudo/como-e-o-processo-de-geracao-de-energia-eletrica-por-fonte-nuclear?Origem=1104>>, <<https://www.eletronuclear.gov.br/Sociedade-e-Meio-Ambiente/Espaco-do-Conhecimento/Paginas/Energia-Nuclear.aspx>> e <<http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/nuclear/nuclear.htm>> (acessos em: 8 jul. 2020).

Destaque a importância das trocas de calor para o funcionamento seguro das usinas nucleares e das diferentes indústrias. Pode ser uma oportunidade de trabalhar em conjunto com os professores de Geografia e Biologia, discutindo os impactos que o aumento de temperatura pode causar no ambiente aquático e suas consequências para a sociedade.

Em seguida, trate das trocas de calor que ocorrem no processo de transpiração dos seres vivos para regular a temperatura. Pode ser uma oportunidade de trabalhar em conjunto com o professor de Biologia, discutindo os mecanismos de termorregulação dos seres vivos. Por fim, discuta brevemente

o funcionamento das máquinas térmicas. Esse assunto será tratado no capítulo 2 do livro.

ATIVIDADES FINAIS

(p. 29)

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.

Avaliação

A avaliação da aprendizagem dos estudantes é uma das etapas mais complexas do processo de ensino/aprendizagem. Tradicionalmente, avaliações de Física são feitas por meio de exercícios que estimulam uma repetição de modelos e estratégias, estimulando muito pouco a reflexão e a conexão daqueles elementos com a realidade. Este capítulo trata de uma série de conceitos e fenômenos largamente utilizados e presentes no cotidiano dos estudantes, como a dilatação de sólidos e líquidos, as mudanças de estados físicos e as trocas de calor. Essa característica do conteúdo deve ser contemplada no planejamento da avaliação.

Não se pode perder de vista que a aprendizagem é um processo contínuo e, por isso, é necessário adaptar a avaliação a essa continuidade, não se limitando a um único momento. A avaliação não pode ser vista pelo estudante como uma barreira intransponível, mas como um momento de aprendizagem, com valorização do erro. No caso de temas tão presentes como os deste capítulo, esse cuidado é imprescindível para avaliar o quanto cada estudante foi capaz de apreender. Os conhecimentos prévios precisam ser valorizados e relacionados à construção dos conhecimentos de Física.

A avaliação deve ocorrer de forma contínua, com os aspectos qualitativos sendo sempre preponderantes sobre os quantitativos. O desenvolvimento do capítulo ao longo das aulas permite avaliar o aprendizado dos estudantes em diferentes momentos. A seção **Para começo de conversa** permite uma análise do conhecimento prévio da turma, o que possibilita traçar as estratégias a serem empregadas nas aulas seguintes. A seção **Comunicando ideias** estimula o raciocínio sobre algo que acaba de ser discutido, permitindo verificar o que foi compreendido. A seção **Interligações** é outro instrumento que possibilita checar como os estudantes compreenderam o tema, estimulando a reflexão e ampliando os conhecimentos. Os blocos de **Atividades** trazem situações-problema relacionadas ao cotidiano, permitindo avaliar a assimilação dos conceitos e o ajuste dos conhecimentos prévios de cada um. A seção de **Atividades finais** é fundamental para estimular a participação ativa dos estudantes na realização de todas as etapas desse processo, ouvindo as respostas, promovendo o diálogo e a troca de pontos de vista.

Quando possível, proponha aos estudantes que trabalhem em grupos. A relação entre os pares possibilita o desenvolvimento intelectual. Ao identificar problemas ou confusões conceituais, o professor deve aproveitar o erro e, a partir dele, mostrar a maneira correta de lidar com a situação. As dúvidas devem sempre ser valorizadas e servir de instrumento de aprendizagem para o grupo. Todas essas etapas devem compor a avaliação final do estudante.

A produção individual também deve ser levada em consideração de diferentes maneiras, contemplando, inclusive, a realização de avaliações, que devem ser analisadas e comentadas após a correção. Assim, mais uma vez, a reflexão sobre os temas discutidos é favorecida. Na elaboração de itens para avaliações objetivas, é importante que se estabeleçam os conceitos básicos e as habilidades que serão trabalhadas; que haja contextualização; que existam diferentes tipos de itens; que os enunciados sejam claros, objetivos e sucintos, e que haja bons distratores, que permitam identificar os conceitos não compreendidos adequadamente. Há ainda a possibilidade de autoavaliação, tanto de estudantes como de professores.

Bibliografia complementar

- BORGES, J. F. M. *Física do cotidiano*. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2015.
Apresenta diversas situações do cotidiano explicadas pela Física.
- CADERNO Brasileiro de Ensino de Física. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 19 ago. 2020.
- CARVALHO Jr. G. D. D. *Aula de Física: do planejamento à avaliação*. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
Apresenta propostas para aulas de Física, desde o planejamento até a avaliação.
- CARVALHO, R. P. *Física do dia a dia*. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2011. v. 2.
Apresenta explicações da Física para as vivências do dia a dia.
- FÍSICA na escola. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/fne/>>. Acesso em: 27 ago. 2020.
Página que disponibiliza trabalhos ligados à sala de aula, pesquisas e experimentos didáticos.
- FÍSICA na prática. Disponível em: <<https://www.youtube.com/c/FisicanaPratica>>. Acesso em: 1º jul. 2020.
Canal com diversos experimentos para a sala de aula.
- GASPARG, A. *Problemas conceituais de Física para o Ensino Médio*. São Paulo: Livraria da Física, 2018.
Apresenta diversos exercícios e situações importantes para verificação da fixação dos conceitos pelos estudantes.
- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996. v. 2.
Livro de referência no estudo da Física.
- HELENE, O. *Um pouco da Física do cotidiano*. São Paulo: Livraria da Física, 2016.
Apresenta diversas situações do cotidiano explicadas pela Física.
- MIGLIAVACCA, A.; WITTE, G. *A Física na cozinha*. São Paulo: Livraria da Física, 2014.
Apresenta diversas situações do cotidiano, especificamente no ambiente da cozinha, explicadas pela Física.
- NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de Física básica*. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, v. 2, 2002.
Livro que tem como objetivo dar uma discussão detalhada e cuidadosa dos conceitos e princípios básicos da física, com ênfase na compreensão das ideias fundamentais.

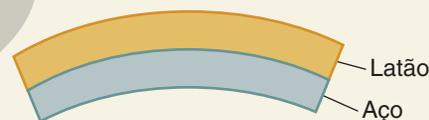
- REVISTA do Professor de Física. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/index>>. Acesso em: 19 ago. 2020.
Publicações disponibilizadas em meio virtual sobre artigos em ensino de Física.
- REVISTA Brasileira do Ensino de Física. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 19 ago. 2020.
Apresenta publicações de acesso livre com foco na melhoria do ensino de Física.
- SILVEIRA, F. L. D. Pergunte ao CREF. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/novocref/>>. Acesso em: 1º jul. 2020.
Site com diversas perguntas atuais respondidas por um grupo de pesquisadores.
- VALADARES, E. D. C. *Física mais que divertida*. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2013.
Apresenta diversos experimentos de Física de baixo custo.
- WALKER, J. *O circo voador da Física*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
Esta obra traz diversas situações do cotidiano explicadas pela Física.

Resoluções

Comunicando ideias

(p. 17)

1. Analisando o coeficiente de dilatação do aço e do latão, vemos que a lâmina de latão se dilatará mais, logo o conjunto sofrerá uma deformação que será proporcional ao aumento de temperatura das lâminas, formando uma curvatura para baixo, como apresentada na imagem:



NELSON MATSUDA

Comente que, se houvesse diminuição de temperatura, o latão contrairia mais do que o aço, e a lâmina curvaria para cima.

O coeficiente de dilatação do alumínio ($2,4 \cdot 10^{-5}$) é maior do que o do cobre ($1,7 \cdot 10^{-5}$). Logo, o alumínio tenderá a se dilatar mais do que o cobre, fazendo com que a lâmina entorte para o lado em que está a placa de cobre.

Atividades

(p. 17)

1. a) O acionamento desse alarme de incêndio ocorre devido à dilatação não homogênea da lâmina bimetálica. Ao esquentá-la, a parte superior dilatará menos, enquanto a inferior dilatará mais, entortando-a. Isso fará com que ela feche o contato com o circuito que aciona o alarme de incêndio.
- b) O metal da parte inferior da lâmina tem maior coeficiente de dilatação, pois, ao ser aquecido, vai entortar e fechar o contato. Se o material de baixo da lâmina tivesse coeficiente de dilatação inferior ao de cima, o dispositivo poderia não funcionar adequadamente.

2. Analisando os dados do gráfico para a dilatação linear, temos:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \Rightarrow L - L_0 = L_0 \cdot \alpha \cdot (T - T_0) \Rightarrow \\ \Rightarrow 801 - 800 = 800 \cdot \alpha \cdot (110 - 10) \Rightarrow 1 = 8 \cdot 10^4 \alpha \Rightarrow \\ \Rightarrow \alpha = \frac{1}{8} \cdot 10^{-4} \therefore \alpha = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Comente que as unidades da dilatação e do comprimento inicial devem ser iguais.

3. Sabendo que o coeficiente de dilatação do alumínio é maior do que o do vidro, o procedimento correto para abrir o frasco consiste em aquecer todo o conjunto. Dessa forma, o diâmetro da tampa de alumínio será maior do que o diâmetro do recipiente de vidro, facilitando a retirada da tampa. Se o conjunto fosse resfriado, como o coeficiente de dilatação do alumínio é maior, ele contrairia mais do que o vidro, seu diâmetro ficaria menor do que o do recipiente e seria mais difícil abrir o frasco.

Atividades

(p. 20)

1. a) Falsa. A temperatura de um corpo afeta diretamente seu volume, alterando, dessa forma, sua densidade. Chame a atenção para o fato de que a temperatura altera as dimensões, consequentemente o volume e a densidade.
- b) Verdadeira. A dilatação real do volume de um líquido independe do recipiente onde está contido. Destaque o fato de que a dilatação aparente é afetada pelo recipiente e a real, não.
- c) Falsa. A água é uma substância que sofre dilatação anômala, pois, quando certa massa de água passa de 0°C para 4°C , seu volume diminui, e não aumenta, como esperado. Lembre os estudantes de que a água apresenta uma dilatação anômala.
2. a) As hipóteses I e III são corretas.
- b) O tanque de combustível de qualquer veículo sofre dilatação volumétrica, assim como a dilatação sofrida pelo combustível. Porém, a dilatação volumétrica da gasolina é superior à dilatação volumétrica do tanque, provocando vazamento. O volume de gasolina que vazou do tanque é chamado de dilatação aparente. Comente, mais uma vez, sobre a dilatação aparente dos líquidos e que o coeficiente de dilatação volumétrica deles é maior do que o dos sólidos e, por isso, ocorre o extravasamento.
3. O volume de ar encontrado no tanque do caminhão é igual ao valor da contração da gasolina devido ao resfriamento de 20°C . Esse valor é obtido por:
- $$\Delta V_{\text{liq.}} = V_{0\text{liq.}} \cdot \gamma_{\text{liq.}} \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta V_{\text{liq.}} = 40.000 \cdot 1,1 \cdot 10^{-9} \cdot -20 \\ \therefore \Delta V_{\text{liq.}} = -880 \text{ L}$$
- Destaque o fato de que a variação de temperatura negativa implica dilatação negativa.

Atividades

(p. 24)

1. a) Falsa. Como o calor latente de fusão do ferro é $\frac{1}{9}$ do calor latente de ebulição da água, consequentemente, é necessária uma quantidade de calor nove vezes menor.
- b) Falsa. Quando uma substância se encontra em mudança de estado, suas temperaturas são determinadas e permanecem constantes. Mas, se a quantidade de calor fornecida for maior do que aquela necessária para a mudança de estado físico ocorrer, a mudança ocorre e o calor passa a ser usado para variar a temperatura.
- c) Falsa. A temperatura de fusão do ferro é de 1.537°C , enquanto a de ebulição da água é de 100°C .
- d) Verdadeira. A quantidade de calor para transformar em vapor 90 g de água é: $Q = 90 L_{\text{água}}$
A quantidade de calor para fundir 10 g de ferro é: $Q = 10 L_{\text{ferro}}$
Sabemos que $L_{\text{água}} = 9L_{\text{ferro}}$, logo: $Q = 810 L_{\text{ferro}}$
Portanto, a quantidade de calor necessária para transformar 90 g de água em vapor é suficiente para fundir 10 g de ferro.
- e) Verdadeira. Como $c_{\text{água}} \approx 9c_{\text{ferro}}$, a afirmativa é verdadeira por aproximação.
Destaque as diferenças entre os calores específicos da água e do ferro e dos latentes. Comente que a água precisa de muita energia para ter sua temperatura variada e mudar seu estado físico.
2. a) Podemos calcular a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura da massa de gelo de -30°C para 0°C , etapa em que não ocorrerá mudança de estado, da seguinte forma:
 $Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow Q = 500 \cdot 0,55 \cdot 30 \therefore Q = 8.250 \text{ cal}$
Assim, serão necessárias 8.250 cal para que a massa de gelo tenha sua temperatura elevada da maneira desejada.
- b) Além das 8.250 cal calculadas no item anterior, será necessário fornecer ainda outra quantidade de calor, para que os 250 g de gelo se fundam. Como o calor latente de fusão do gelo é igual a 80 cal/g, teremos:
 $Q = mL \Rightarrow Q = 250 \cdot 80 \therefore Q = 20.000 \text{ cal}$
Logo, em toda a etapa descrita serão necessárias:
 $Q_{\text{total}} = 8.250 \text{ cal} + 20.000 \text{ cal} = 28.250 \text{ cal}$
- c) Além de todo o gelo se fundir, o líquido originado deverá ter sua temperatura elevada de 0°C para 20°C . Temos, com as condições iniciais, três etapas:
- 500 g de gelo:
de -30°C para 0°C ($Q = 8.250 \text{ cal}$, calculado no item a)
 - 500 g de gelo:
fundindo ($Q = 500 \cdot 80 = 40.000 \text{ cal}$, o dobro do valor obtido no item b)
 - 500 g de água:
de 0°C para 20°C
 $Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow [c_{\text{água}} = 1,0 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})] \Rightarrow \\ \Rightarrow Q = 500 \cdot 1 \cdot 20 \therefore Q = 10.000 \text{ cal}$

A soma das quantidades de calor das três etapas é a resposta procurada. Assim:

$$Q_{\text{total}} = 8.250 + 40.000 + 10.000$$

$$\therefore Q_{\text{total}} = 58.250 \text{ cal} \approx 58 \text{ kcal}$$

Chame a atenção para as situações de variação de temperatura e de mudança de estado físico e a diferença de como se calculam os calores envolvidos em cada etapa.

3. Entre 12,0 min e 14,0 min, 200 g da substância se fundem. A fonte de potência constante fornece 5,0 kcal/min; portanto, nesse intervalo de 2,0 min, foram absorvidas 10,0 kcal, ou seja, 10.000 cal.

O calor latente de fusão dessa substância é:

$$Q = m \cdot L \Rightarrow 10.000 = 200 \cdot L \therefore L = 50 \text{ cal/g}$$

Chame a atenção para o fato de que a mudança de estado físico está ocorrendo no patamar do gráfico.

4. Vamos calcular a quantidade de calor que é necessário fornecer à massa de ouro. Para isso, temos duas etapas:

• elevar a temperatura de 100 g de ouro de 25 °C para 1.064 °C:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow Q = 100 \cdot 0,032 \cdot (1.064 - 25) \\ \therefore Q = 3.324,8 \text{ cal}$$

• fusão de 100 g de ouro:

$$Q = mL \Rightarrow Q = 100 \cdot 15 \therefore Q = 1.500 \text{ cal}$$

Portanto, a massa de ouro precisará absorver 3.324,8 cal + 1.500 cal = 4.824,8 cal nas condições descritas. Como a fonte fornece 500 cal/s, e desconsiderando eventuais perdas para o meio ambiente, isto é, adotando eficiência de 100% na transmissão do calor, temos que:

$$1 \text{ s} \text{ ————— } 500 \text{ cal}$$

$$\Delta t \text{ ————— } 4.824,8 \text{ cal}$$

$$\text{Logo: } \Delta t = 4.824,8 \div 500 = 9,6 \text{ s}$$

Destaque o fato de que 500 cal/s corresponde à potência da fonte.

5. O patamar observado no gráfico quando o corpo atinge 330 °C indica a transição da substância do estado líquido para o estado gasoso. No estado gasoso, ao fornecer uma quantidade de calor de: $Q = 1.800 \text{ cal} - 1.200 \text{ cal} = 600 \text{ cal}$, o corpo tem sua temperatura alterada em:

$$\Delta T = 360 - 330 \therefore \Delta T = 30 \text{ °C}$$

Assim, da equação fundamental da Calorimetria, temos:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow 600 = 15 \cdot c \cdot 30 \therefore c = 1,33 \text{ cal/(g} \cdot \text{°C)}$$

Comente que a curva de aquecimento mostra o valor total de calor que está sendo fornecido, e por isso fazemos a diferença dos valores para entender o que acontece, por exemplo, em uma variação de temperatura.

6. a) Do gráfico, podemos observar que, em um intervalo de tempo de 10 min (entre os instantes 20 min e 30 min), a temperatura da substância varia 20 °C (de 20 °C para 40 °C).

Como a potência P da fonte é 392 cal/min, nesse intervalo de tempo, o valor do calor trocado entre a fonte e a substância é igual a $Q = 3.920 \text{ cal}$. Assim:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow 3.920 = 400 \cdot c \cdot 20$$

$$\therefore c = 0,49 \text{ cal/(g} \cdot \text{°C)}$$

Pela tabela, concluímos que a substância é o ácido acético.

- b) Como a substância é o ácido acético, devemos utilizar o respectivo valor de calor latente de ebulição dessa substância ($L = 94 \text{ cal/g}$) para calcular o intervalo de tempo necessário para vaporizá-lo totalmente. Então, a quantidade de calor fornecida na mudança do estado líquido para o gasoso foi de:

$$Q = m \cdot L \Rightarrow Q = 400 \cdot 94 \therefore Q = 37.600 \text{ cal}$$

A fonte fornece 392 cal/min. Logo:

$$\Delta t = \frac{Q}{P} \Rightarrow \Delta t = \frac{37.600}{392} \therefore \Delta t \approx 96 \text{ min}$$

Chame atenção novamente para a leitura dos dados do gráfico.

Interligações

(p. 27)

1. As torres das usinas nucleares são enormes trocadores de calor e têm a função de resfriar a água utilizada no controle de temperatura do reator, antes de devolvê-la ao ambiente. Reforce a importância das trocas de calor nessa situação.
2. Em Fukushima, a água do mar era utilizada para resfriar os reatores. Com a quebra das bombas, o envio de água para o resfriamento ficou comprometido, e os reatores superaqueceram e explodiram, provocando o vazamento de líquido radioativo para fora da usina. Comente novamente sobre a importância das trocas de calor com a água nessa situação e como sua falta criou problemas.

Atividades

(p. 28)

1. Dados: $m_{\text{ferro}} = 400 \text{ g}$; $T_{0_{\text{ferro}}} = 240 \text{ °C}$;

$$c_{\text{ferro}} = 0,11 \text{ cal/(g} \cdot \text{°C)}$$

$$m_{\text{chumbo}} = 400 \text{ g}; T_{0_{\text{chumbo}}} = 140 \text{ °C};$$

$$c_{\text{chumbo}} = 0,031 \text{ cal/(g} \cdot \text{°C)}$$

No equilíbrio térmico:

$$Q_{\text{ferro}} + Q_{\text{chumbo}} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\text{ferro}} \cdot c_{\text{ferro}} \cdot (T_f - T_{0_{\text{ferro}}}) +$$

$$+ m_{\text{chumbo}} \cdot c_{\text{chumbo}} \cdot (T_f - T_{0_{\text{ferro}}}) = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 400 \cdot 0,11 \cdot (T_f - 240) +$$

$$+ 400 \cdot 0,031 \cdot (T_f - 140) = 0$$

$$\therefore T_f = 218 \text{ °C}$$

Comente que toda energia perdida pelo ferro é recebida pelo chumbo e que essa troca dura até as temperaturas se igualarem.

2. Dados: $m_{\text{ouro}} = 50 \text{ g}$; $T_{\text{ouro}} = 1.000 \text{ }^\circ\text{C}$;
 $c_{\text{ouro}} = 0,032 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$;
 $V_{\text{água}} = 5 \text{ L}$; $m_{\text{água}} = 5 \text{ kg} = 5.000 \text{ g}$; $T_{0_{\text{água}}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$;
 $c_{\text{água}} = 1,0 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$

No equilíbrio térmico:

$$Q_{\text{ouro}} + Q_{\text{água}} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\text{ouro}} \cdot c_{\text{ouro}} \cdot (T_f - T_{0_{\text{ouro}}}) +$$

$$+ m_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot (T_f - T_{0_{\text{ouro}}}) = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 50 \cdot 0,032 \cdot (T_f - 1.000) + 5.000 \cdot 1,0 \cdot (T_f - 25) = 0$$

$$\Rightarrow T_f \approx 25,31 \text{ }^\circ\text{C}$$

A elevação na temperatura da água é de aproximadamente $0,31 \text{ }^\circ\text{C}$.

Comente que a temperatura de equilíbrio é bem próxima da temperatura inicial da água, pois a massa de ouro é pequena se comparada com a da água e seu calor específico é baixo. Além disso, a massa de água é grande se comparada com a do ouro e seu calor específico é elevado.

3. A quantidade de calor necessária para variar a temperatura do gelo de $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ a $0 \text{ }^\circ\text{C}$ é:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow Q = 200 \cdot 0,5 \cdot 10 \therefore Q = 1.000 \text{ cal}$$

A quantidade de calor necessária para fundir 200 g de gelo a $0 \text{ }^\circ\text{C}$ é:

$$Q = m \cdot L \Rightarrow Q = 200 \cdot 80 \therefore Q = 16.000 \text{ cal}$$

Então, para derreter todo o gelo, inicialmente a $-10 \text{ }^\circ\text{C}$, são necessárias 17.000 cal . Para que ainda reste gelo na bacia, a quantidade de calor cedida pela água ao resfriar deve ser menor que 17.000 cal . Sendo $V_{\text{água}} = 4 \text{ L}$ e $m_{\text{água}} = 4 \text{ kg} = 4.000 \text{ g}$, supondo que a temperatura de equilíbrio seja $0 \text{ }^\circ\text{C}$, temos:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow Q = 4.000 \cdot 1,0 \cdot (220)$$

$$\therefore Q = 280.000 \text{ cal}$$

A quantidade de calor cedida pela água é muito maior que a quantidade de calor absorvida pelo gelo, de forma que não restará gelo na bacia, pois a temperatura de equilíbrio deve ser maior que $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Comente que, em situações que envolvam possíveis mudanças de estado físico, é importante fazer cálculos prévios para verificar se as mudanças vão ocorrer.

ATIVIDADES FINAIS

(p. 29)

1. Alternativa d. O volume de álcool comercializado em uma semana é de 20 mil litros e podemos calcular sua dilatação com os dados do enunciado:

$$\Delta V_{\text{liq.}} = V_{0_{\text{liq.}}} \cdot \gamma_{\text{liq.}} \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta V_{\text{liq.}} = 20.000 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 30$$

$$\therefore \Delta V_{\text{liq.}} = 4.200 \text{ L}$$

$$\text{Lucro: } 4.200 \cdot 1,60 = \text{R\$ } 6.720,00$$

Comente que esse lucro vem de uma dilatação provocada pela diferença de temperatura e se trata, portanto, de um volume de álcool que não existia, por isso ele deve ser multiplicado pelo valor total de venda do combustível, e não pela diferença entre o preço de compra e venda.

2. Alternativa a. O alumínio é melhor condutor de calor do que o plástico e, assim, absorve calor mais rapidamente do ambiente, transferindo-o para o gelo, que derreterá mais depressa. Comente que os metais são melhores condutores de calor do que os plásticos.

3. Alternativa b.

$$\text{Dados: } m_{\text{água}} = m; T_{0_{\text{água}}} = 80 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$c_{\text{água}} = 4,2 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C});$$

$$m_{\text{alumínio}} = 420 \text{ g}; T_{0_{\text{alumínio}}} = 20 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$c_{\text{alumínio}} = 9,0 \cdot 10^2 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$$

No equilíbrio térmico, a temperatura atingida foi de $70 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$Q_{\text{alumínio}} + Q_{\text{água}} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\text{alumínio}} \cdot c_{\text{alumínio}} \cdot (T_f - T_{0_{\text{alumínio}}}) +$$

$$+ m_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot (T_f - T_{0_{\text{água}}}) = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,42 \cdot 9,0 \cdot 10^2 \cdot (70 - 20) + m \cdot 4,2 \cdot 10^3 \cdot (70 - 80) = 0$$

$$\therefore m = 0,450 \text{ kg} = 450 \text{ g}$$

Chame a atenção para a necessidade de conversões de unidades neste exercício.

4. Alternativa b. Para o aquecimento da água, podemos descobrir a quantidade de calor necessária por meio da equação fundamental da Calorimetria:

$$\text{Dados: } m_{\text{água}} = 1.000 \text{ g}; T_{0_{\text{água}}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}; T_{\text{água}} = 100 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$c_{\text{água}} = 1,0 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C}); m_{\text{óleo}} = 200 \text{ g};$$

$$c_{\text{óleo}} = 0,45 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow Q = 1.000 \cdot 1 \cdot 80 \therefore Q = 80.000 \text{ cal}$$

Como esse aquecimento demorou 5 min , a taxa de fornecimento de calor é de

$$80.000 \text{ cal}/5 \text{ min} = 16.000 \text{ cal}/5 \text{ min}$$

Para o óleo, se forem fornecidas 16.000 cal , teremos:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow 16.000 = 200 \cdot 0,45 \cdot \Delta T$$

$$\therefore \Delta T = 177,8 \text{ }^\circ\text{C} \approx 180 \text{ }^\circ\text{C}$$

Capítulo 2

Termodinâmica

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, como um todo, evidencia que é elaborada com base em conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, estimulando o estudante a entender e explicar a realidade que o cerca.	Todo o capítulo
2	A seção Comunicando ideias utiliza o exemplo da panela de pressão para trabalhar o conceito de pressão e investigar a lei dos gases perfeitos. Com isso, possibilita aos estudantes elaborar hipóteses para investigar e explicar outras vivências cotidianas relacionadas a outros equipamentos que funcionam com base em princípios da Termodinâmica. A seção Interligações propõe a investigação das transformações gasosas que ocorrem durante o funcionamento do motor de um automóvel.	32 e 48
3	A seção Interligações contribui para o desenvolvimento dessa competência se a contextualização com formas de expressão artística urbana, como o grafite, for explorada.	43
4	Os conteúdos das seções Comunicando ideias e Interligações possibilitam aos estudantes a socialização de conhecimentos relativos à percepção cotidiana de fenômenos termodinâmicos.	32 e 48

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
1	EM13CNT102	Esta habilidade é englobada em todo o capítulo, uma vez que se desenvolvem a investigação de sistemas térmicos e grandezas relacionadas, bem como a investigação de situações do dia a dia.	Todo o capítulo
	EM13CNT106	A seção Interligações e a seção Fique por dentro motivam a investigação de conceitos termodinâmicos relacionados a transformações energéticas, incluindo rendimento e eficiência de máquinas térmicas. Com isso, os estudantes dispõem de ferramentas para avaliar diversas tecnologias desenvolvidas ao longo do século XX que possibilitaram, por exemplo, a existência dos automóveis e outros meios de transporte modernos.	48, 49 e 48
2	EM13CNT203	O conteúdo e as atividades propostas fornecem aos estudantes ferramentas para investigar e avaliar as transformações termodinâmicas e o funcionamento de máquinas térmicas, com vistas às suas aplicações tecnológicas.	37, 46 e 48
3	EM13CNT309	Os conteúdos de Termodinâmica tratados neste capítulo proporcionam aos estudantes ferramentas para compreender e investigar aspectos socioambientais e econômicos relacionados ao consumo e à transformação de energia. Os filmes listados na seção Fique por dentro motivam a abordagem histórica do tema a partir da Revolução Industrial, considerada o berço da Termodinâmica como a conhecemos.	50

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.	O conteúdo da seção Interligações – Aerosol: uma tecnologia impulsiva possibilita uma análise histórica e social do impacto dessa tecnologia, iniciando com sua aplicação bélica e chegando até a se tornar um dos principais instrumentos de expressão na cultura do grafite. A seção apresenta uma breve discussão sobre a tecnologia dos aerossóis, incluindo seu surgimento do ponto de vista histórico. Assim, possibilita discutir e relacionar esse conteúdo a valores éticos e culturais abrangendo a cultura do grafite.	43

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

Neste capítulo, são recapituladas ou revisitadas as seguintes habilidades dos anos finais do Ensino Fundamental:

- (EF07CI01) Discutir a aplicação, ao longo da história, das máquinas simples e propor soluções e invenções para a realização de tarefas mecânicas 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.
- (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.
- (EF07CI06) Discutir e avaliar mudanças econômicas, culturais e sociais, tanto na vida cotidiana quanto no mundo do trabalho, decorrentes do desenvolvimento de novos materiais e tecnologias (como automação e informatização).

Na natureza, a energia pode ser encontrada em diversas formas. Calor é o nome que se dá à energia térmica em trânsito. Essa transferência de energia térmica ocorre em decorrência da diferença de temperatura entre dois corpos, ou entre partes distintas de um mesmo corpo. Em Física, a palavra *trabalho* refere-se a uma medida de energia sendo transferida por meio da aplicação de uma força, produzindo longo deslocamento. Tanto o calor como o trabalho modificam a energia de um sistema e são dois conceitos imprescindíveis para o estudo da Termodinâmica, área da Física que estuda a relação entre essas duas grandezas.

Objetivos do capítulo

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

- Conhecer as variáveis de estado de um gás e aplicar a lei geral dos gases perfeitos na resolução de situações-problema que envolvam transformações gasosas.
- Diferenciar as transformações gasosas e reconhecer as variáveis de estado que se alteram em cada tipo de transformação.
- Compreender a relação entre calor, trabalho e energia interna.
- Interpretar e utilizar gráficos e diagramas que representem transformações gasosas cíclicas e não cíclicas.
- Avaliar e discutir o funcionamento de máquinas térmicas.
- Resolver situações-problema envolvendo transformações gasosas, ciclos termodinâmicos, rendimento e máquinas térmicas.

A busca por esses objetivos permite aos estudantes investigar, analisar, explicar e descrever as relações entre calor, energia e trabalho envolvidas nas transformações sofridas pelos gases ideais e no funcionamento de máquinas térmicas. Por meio deles, os estudantes podem desenvolver as habilidades necessárias para resolver situações-problema, utilizando uma perspectiva científica para melhor conhecer, compreender e avaliar as aplicações da Termodinâmica em diversas áreas da vida humana e seu impacto social.

Sugestões metodológicas

Para começo de conversa

(p. 30)

Alguns estudantes avaliam que o princípio da conservação da energia torna inesgotável a energia disponível para os sistemas físicos realizarem trabalho. O fato de esse princípio representar um dos pilares da Física torna o estudo e o entendimento dos modos de conversão de energia essenciais à compreensão de fenômenos do cotidiano. A questão se complica quando o estudante se dá conta de que, se o calor é uma forma de energia e se a energia sempre se conserva, o pedido de “economizar energia” pode ser interpretado como um chamamento à diminuição dos custos financeiros relativos à utilização dessa energia. Embora importante, esse aspecto da economia energética não pode ser considerado o principal, visto que é impossível aproveitar toda a energia térmica gerada a partir de processos de transformação de energia.

Você poderá minimizar esse obstáculo apresentando situações que confrontam algumas das concepções dos estudantes sobre o assunto. O não aproveitamento integral da energia térmica, além de sua indisponibilidade para o reaproveitamento, fica evidente quando se observam os princípios de funcionamento das máquinas térmicas. Desse modo, pode-se iniciar o estudo do capítulo abordando o assunto de maneira interdisciplinar com o professor de História. A Revolução Industrial na Inglaterra deve muito à modificação da máquina a vapor por James Watt, que tornou possível a produção de mercadorias em larga escala. A inserção de conceitos no contexto histórico e social no qual eles surgiram permite a realização de constantes paralelos entre o que será trabalhado no capítulo e o funcionamento de uma máquina. Além disso, reforça a ideia de que, na história da Ciência, a falta de compreensão de conceitos associados ao processo de obtenção de energia levou a incidentes e equívocos, mas também possibilitou melhorias e aperfeiçoamentos dos sistemas.

Nesse sentido, comente com a turma que a primeira máquina a vapor com propósitos produtivos foi a máquina de Newcomen. No século XVII, na Inglaterra, a infiltração de água nas minas profundas se tornou um sério problema econômico e tecnológico, ameaçando a prospecção de carvão e de cobre. Com essa ameaça, descobriu-se que o vapor podia ser usado como fonte de energia para bombear a água estagnada para fora da mina.

A seção apresenta o motor de um automóvel como uma máquina térmica, de forma a contextualizar o conteúdo do capítulo analisando um equipamento comum no cotidiano de muitas pessoas. Utilize perguntas para problematizar o conteúdo, relacionando o conhecimento prévio dos estudantes com os conceitos desenvolvidos no capítulo, questionando-os, por exemplo, sobre o que conhecem do funcionamento de veículos automotores. Se sabem o número de cilindros que equipam os automóveis e qual a função deles.

Pergunte também se algum deles já abriu o capô de um carro para observar. Em caso afirmativo, peça que descrevam o que pode ser observado por baixo do capô. É possível que, por falta de conhecimento aprofundado, as respostas sejam relativamente superficiais, como “muito fios”, “um motor”, “alguns tubos”, entre outras. No entanto, esteja preparado para o caso de algum estudante conhecer em profundidade a mecânica

de um carro. Nessa situação, aproveite esse conhecimento e incentive a socialização com a turma utilizando suas próprias palavras e vivências. Nesse ponto, não é objetivo discutir minúcias da mecânica. Tenha em mente que o principal é motivar o estudo e a compreensão da importância da Termodinâmica.

Explique aos estudantes que, para a Física, o motor do automóvel é considerado uma máquina térmica. Foi a invenção e o aperfeiçoamento dessas máquinas que levaram ao desenvolvimento das teorias que relacionam calor e trabalho. Finalize dizendo que esses conhecimentos compreendem a área da Física chamada Termodinâmica, cujos principais conceitos serão estudados, investigados e aplicados no estudo do capítulo.

Como sugestão, para encerrar a discussão da seção e motivar o aprofundamento do assunto, assista com os estudantes ao vídeo “Como funciona o motor do carro”, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=U11XuiJE0Dw>> (acesso em: 14 jul. 2020). No vídeo, utiliza-se uma linguagem clara e informal, permitindo que eles se familiarizem com o tema. Note que o conteúdo do vídeo será retomado adiante por meio da seção **Interligações – Motor a explosão**, de forma que esse primeiro contato na abertura poderá auxiliar na compreensão do assunto.

Termodinâmica: gás realizando trabalho (p. 31)

Avalie a conveniência de explorar o conceito físico de trabalho com base no deslocamento de um corpo sobre o qual atua uma força, visto que alguns estudantes poderão não ter construído anteriormente tal conhecimento. Isso feito, deixe claro que as leis da Termodinâmica se relacionam com a realização de trabalho sobre um gás ou por um gás.

Utilize a sequência de ilustrações do livro para introduzir as variáveis de estado utilizadas para caracterizar um gás: pressão (p), temperatura (T) e volume (V). Ressalte que as variáveis de estado de um gás podem ser alteradas quando esse gás troca energia com o meio exterior, na forma de trabalho ou de calor.

Ao introduzir a lei dos gases perfeitos, reforce que as variáveis de estado de um gás são grandezas interdependentes, ou seja, a alteração no valor de uma delas implica a alteração de uma das outras. Utilize um apoio visual e deixe claras as relações de proporcionalidade reversa e direta entre as grandezas.

Exemplifique a aplicação dessa lei por meio da discussão proposta no livro. Pergunte aos estudantes por que temos dificuldade para abrir a porta de um *freezer* que acabou de ser fechada. Para quantificar a variação de pressão envolvida, utilize os valores numéricos dados.

Antes de prosseguir, resalte que as equações que representam as leis dos gases dizem respeito à análise do caráter microscópico dos gases. Mencione que essas equações também podem ser utilizadas, em certas situações, para os gases reais, desde que esses gases estejam submetidos a baixas pressões, e/ou contidos em um grande volume, e/ou sejam mantidos a altas temperaturas.

Comunicando ideias

(p. 32)

Leia com os estudantes o conteúdo da seção e discuta as questões propostas. Como sugestão, antes de iniciar a leitura,

assistam ao vídeo “A pressão da panela de pressão”, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=WGazAHJa0Rg>> (acesso em: 14 jul. 2020), para motivar a discussão.

Transformações gasosas e trabalho mecânico (p. 33)

Ao iniciar a apresentação teórica do conteúdo, planeje a forma de contextualizar cada uma das transformações descritas para favorecer a compreensão e a apropriação dos conceitos por parte dos estudantes.

Se possível, leve à sala de aula uma seringa sem agulha para reproduzir, na prática, o processo descrito nos três primeiros parágrafos.

Antes de introduzir as três transformações a serem abordadas, utilize a seção **Caixa de ferramentas** para revisar o conceito formal de trabalho, se ainda não o fez. Introduza transformação isobárica como sendo aquela na qual a pressão do gás não se altera. Para exemplificar, utilize uma bexiga cheia de ar. Explique aos estudantes que, quando a temperatura do gás dentro da bexiga aumenta, seu volume também aumenta, e que, quando a temperatura do gás dentro da bexiga diminui, seu volume também diminui. O fator comum aos dois casos é a pressão externa, que se mantém constante.

Em seguida, introduza a transformação isotérmica, que é aquela na qual a temperatura do gás não se altera. Um exemplo dessa transformação é a aplicação de força ao êmbolo da seringa, fazendo a pressão interna aumentar, e o volume de gás dentro da seringa diminuir.

Por fim, introduza a transformação isovolumétrica, na qual o volume do gás não se altera. Comente o que ocorre com o vapor de água dentro de uma panela de pressão. As panelas de pressão não têm um êmbolo móvel e, portanto, o volume do gás contido nelas não varia. Ao aquecer a panela, a pressão interna aumenta, e o volume atinge um valor máximo. Nesse tipo de recipiente, uma válvula de segurança é instalada para garantir que a pressão interna não ultrapasse os limites suportados pela panela.

Apresente a equação que relaciona trabalho e pressão e utilize a seção **Caixa de ferramentas** para relembrar aos estudantes as unidades dessas grandezas.

Introduza o diagrama $p \times V$ (pressão *versus* volume) e auxilie os estudantes a interpretar os gráficos correspondentes a cada tipo de transformação gasosa, utilizando os exemplos do livro. Explique a eles que, com base na representação em gráficos $p \times V$, é possível determinar o trabalho realizado nas transformações sofridas pelo gás, a partir da área sob a curva.

Com apoio visual dos gráficos no livro, explore as diferenças no trabalho resultantes de tomar diferentes caminhos possíveis para levar um gás de um estado termodinâmico I para um estado termodinâmico II.

Utilize a seção **Caixa de ferramentas** para apresentar a conversão entre as unidades atm · L e joule (J).

Reforce o conteúdo analisando o diagrama $p \times V$ de um gás que vai de um estado inicial A para o estado final B, de acordo com três processos termodinâmicos distintos. Peça aos estudantes que calculem o trabalho nos três casos utilizando os dados da **Caixa de ferramentas**.

Sugere-se que a atividade 2 seja resolvida de forma conjunta com os estudantes, analisando cada possível caminho antes de escolherem a alternativa adequada. Para resolvê-la, os estudantes podem aplicar uma estratégia utilizando o gráfico $p \times V$ apresentado. Nas transformações em que a pressão é variável, a área sob o gráfico é numericamente igual ao trabalho realizado sobre o gás ou pelo gás, dependendo da variação do volume. Essa é uma estratégia que resolve problemas nessas condições; portanto, envolve o **reconhecimento de padrões**, um dos pilares do pensamento computacional.

Primeira lei da Termodinâmica: calor e energia interna (p. 38)

Inicie definindo energia interna. Discuta com os estudantes as características microscópicas do modelo de um gás, introduzidas anteriormente. Prossiga a apresentação do conteúdo apresentando a primeira lei da Termodinâmica. Ressalte que essa lei nada mais é do que uma extensão do princípio de conservação de energia. Utilize um suporte visual para enunciar a lei aplicando a relação matemática ($\Delta U = Q - \tau$). Nesse ponto, pergunte aos estudantes o significado de cada termo da equação, retomando seus conhecimentos prévios sobre essas grandezas. Destaque o fato de que, ao resolver algebricamente situações-problema envolvendo a primeira lei da Termodinâmica, o sinal obtido para o trabalho pode ser positivo ou negativo. Ressalte que o sinal negativo indica que o sistema realiza trabalho contra o meio externo e, em consequência, a energia interna do gás que realiza o trabalho diminui.

Transformação isobárica (p. 39)

Apresente os diagramas $p \times V$ da expansão e da compressão isobárica. Oriente os estudantes na interpretação dos diagramas e utilize as tabelas no livro para auxiliá-los a identificar a relação entre o sinal algébrico das grandezas envolvidas nas transformações e a expressão física dos processos. Isso será bastante útil para interpretar os resultados numéricos encontrados ao resolver situações-problema envolvendo transformações gasosas.

Transformação isovolumétrica (p. 40)

Apresente os diagramas $p \times V$ das transformações isovolumétricas com aumento de pressão e com diminuição de pressão. Oriente os estudantes na interpretação dos diagramas e utilize as tabelas no livro para auxiliá-los a identificar a relação entre o sinal algébrico das grandezas envolvidas nas transformações e a expressão física dos processos.

Transformação isotérmica (p. 41)

Ao discutir transformações isotérmicas, explique aos estudantes que isotermas são curvas que ligam pontos com valores iguais de temperatura no diagrama $p \times V$. Acrescenta-se que isotermas são muito usadas em mapas e diagramas meteorológicos, pois indicam as regiões que têm a mesma temperatura ambiente.

Como sugestão, utilize o simulador “PHET – Propriedades dos Gases” para ilustrar as transformações gasosas discutidas. Para isso, use um computador conectado à internet e um *data show* para projetar a tela do computador. Acesse o endereço listado na seção **Fique por dentro** e selecione a opção “Ideal”. Por exemplo, para apresentar a transformação isovolumétrica, escolha, no canto superior direito da aplicação, a opção “volume” no campo “Parâmetro constante”. Chame a atenção dos estudantes para o que ocorre com os valores de temperatura e pressão durante o processo, utilizando para isso o termômetro e o medidor de pressão na parte superior do esquema gráfico.

Explique aos estudantes que, em uma transformação adiabática, não ocorre troca de calor entre o sistema e o meio externo. Ou seja, $Q = 0$ e, conseqüentemente, $\Delta U = -\tau$. Ressalte que, nesse caso, as três variáveis de estado do gás se alteram entre os estados inicial e final. Aproveite o assunto para introduzir a seção **Interligações – Aerossol: uma tecnologia impulsiva**. Explique a eles que, quando apertamos o gatilho de uma lata de *spray* aerossol, ocorre uma transformação adiabática. Nessa situação, o gás que está confinado a alta pressão no recipiente é expelido em alta velocidade. Sua temperatura, então, cai bastante, em virtude da enorme queda de pressão que o gás sofre ao deixar seu recipiente. Como sugestão, utilize um *spray* de cabelo ou um desodorante em *spray* para ilustrar o exemplo. Permita que os estudantes experimentem a diferença de temperatura ao entrar em contato com o gás expelido.

Interligações

(p. 43)

A seção possibilita o desenvolvimento de trabalho interdisciplinar, com duas vertentes distintas. A primeira consiste em trabalhar o conteúdo abordando o interesse químico e ambiental gerado pelos aerossóis; a segunda vertente trata de uma investigação do ponto de vista histórico, culminando na discussão da cultura do grafite.

Inicialmente, recomenda-se o trabalho conjunto com um professor com formação na área de Química. Explique aos estudantes que, ao contrário do que muitos pensam, o aerossol, em seus diversos formatos, não é gasoso; ele é composto por partículas sólidas ou líquidas que se encontram suspensas em um meio gasoso. Leia com os estudantes o texto da seção e auxilie-os a entender o esquema que mostra o interior de um sistema aerossol contendo gás a alta pressão. A seguir, discuta com eles as questões propostas.

Sugestão de atividade complementar

Com o professor de Química, proponha uma pesquisa para aprofundar o estudo sobre aerossóis. Peça aos estudantes que se organizem em grupos de quatro ou cinco e atribua a cada grupo um tema diferente sobre o conteúdo. Aborde, por exemplo: principais fontes aerossóis, aerossóis primários e secundários, descarte e reciclagem de latas contendo aerossol, impactos ambientais e à saúde humana. Para aprofundar a discussão sobre os efeitos das fontes aerossóis que contribuem para o material particulado atmosférico e a compreensão de seus processos de formação e constituição, sugere-se a leitura do artigo “Aerossóis atmosféricos: perspectiva histórica, fontes, processos químicos de formação e composição orgânica” (ALVES, 2005).

Oriente os estudantes a realizar pesquisas na internet, avaliando sempre a confiabilidade das diferentes fontes de informação, e a produzir um relatório técnico com introdução, desenvolvimento, conclusão e referências bibliográficas. Peça-lhes que preparem apresentações curtas, de 5 a 10 minutos, nas quais devem compartilhar os resultados de suas pesquisas com a turma. Se possível, peça que utilizem *slides* como apoio visual para as apresentações. Se necessário, auxilie-os na preparação do material, separando uma aula na qual possam esquematizar a exposição e utilizar recursos digitais. No caso do uso de *slides*, prepare e teste com antecedência o equipamento de projeção e peça aos estudantes que entreguem os arquivos antes da aula para que possam ser copiados no computador que será utilizado na apresentação.

Sugestão de atividade complementar

Com o apoio do professor de História ou de Arte, discuta com os estudantes a relação entre a tecnologia aerossol e a cultura do grafite. Como sugestão, organize-os em dois grandes grupos. Sugira que um dos grupos leia o texto “Tudo sobre o grafite no Brasil e no mundo” (FUKS, 2020) e que o outro grupo leia o texto “Relação entre grafite, pichação e arte rupestre” (COSTA, 2020) – dados disponíveis na *Bibliografia complementar*. A seguir, forme duas rodas de conversa, uma sobre cada texto, e peça a eles que discutam o conteúdo e façam apontamentos sobre os principais aspectos, incluindo percepções e vivências pessoais sobre o tema. Então, organize os estudantes em uma única roda, na qual cada grupo, por meio de um ou mais representantes escolhidos voluntariamente, apresente os apontamentos aos demais colegas. Por fim, apresente a pergunta “Qual é a diferença entre grafite e pichação?” e proponha que façam suas colocações com base nas discussões realizadas.

Note que a distinção entre as práticas do grafite e da pichação é algo que acontece especificamente no Brasil. Em outros países, como nos Estados Unidos e na Colômbia, as duas práticas são chamadas de grafite. O artigo “Grafite × pichação: qual a diferença?” (ABREU, 2015) apresenta o tema sob o ponto de vista de vivências e experiências sociais, podendo auxiliar a fundamentar a discussão.

Atividades

(p. 44)

As atividades propostas exploram a interpretação de diagramas $p \times V$ para resolver situações-problema. Auxilie os estudantes a desenvolver a habilidade de leitura e interpretação desse tipo de gráfico.

A segunda lei da Termodinâmica e as máquinas térmicas (p. 46)

O item propicia uma oportunidade de trabalho interdisciplinar. Recomenda-se a participação de um professor com formação na área de História. Uma vez que a Termodinâmica, como ciência, teve origem na invenção e na busca pelo aperfeiçoamento das máquinas térmicas no período da Revolução Industrial, convém não dissociar essa relação ao discutir as leis da Termodinâmica, como proposto anteriormente.

Note que há dois enunciados possíveis que levam à segunda lei da Termodinâmica: o enunciado de Clausius e o de

Kelvin-Planck, conforme apresentado no livro. Como sugestão, escreva os dois enunciados no quadro e discuta as implicações práticas deles. Com isso, defina o conceito de rendimento.

Sugestão de atividade complementar

Assista com os estudantes a um dos filmes sugeridos na seção **Fique por dentro** e peça a eles que, individualmente, listem dois fatos marcantes a respeito do que foi visto. Faça um levantamento dos pontos listados, escrevendo-os na lousa. Após levantar entre cinco e dez pontos marcantes sobre o filme, organize os estudantes em uma roda de conversa e proponha que aprofundem a discussão desses pontos. Oriente a discussão com perguntas. Por exemplo, ao assistir ao filme *A modernidade chega a vapor*, os estudantes podem notar que as fotografias surgiram em meados do século XIX. Nesse caso, pergunte “Como eram feitos os registros históricos visuais antes disso?” ou “Como a fotografia afetou o tempo necessário para registrar visualmente um acontecimento?”. Espera-se que eles compreendam, ao notar a mecanização de processos, que as necessidades sociais levaram ao aperfeiçoamento das máquinas, incluindo as máquinas térmicas, e, assim, possibilitaram a evolução dos processos técnicos e científicos que deram origem à Termodinâmica. Em particular, a necessidade de transportar a produção agrícola por longos percursos, em decorrência da interiorização da produção, foi a força motriz por trás do surgimento das estradas de ferro e do desenvolvimento das máquinas a vapor. Sugere-se a leitura do artigo “Termodinâmica e Revolução Industrial: uma abordagem por meio da história cultural da ciência” (SILVA; ERROBIDART, 2019), listado na *Bibliografia complementar*, para subsidiar e aprofundar as discussões.

Interligações

(p. 48)

Inicie a aproximação ao conteúdo perguntando aos estudantes quais são as principais diferenças entre os automóveis antigos e os contemporâneos. É provável que as respostas foquem nos aspectos estéticos dos veículos automotivos. Diga que, apesar das mudanças visuais, o funcionamento básico dos motores dos automóveis modernos remonta ao trabalho desenvolvido pelo engenheiro, físico e inventor alemão Nikolaus August Otto (1832-1891), responsável pela invenção dos motores de combustão interna que queimam etanol e/ou gasolina.

Leia com os estudantes o texto do livro, explicando cada tempo do ciclo conforme a descrição. Para auxiliar a compreensão da correspondência entre o gráfico representando um ciclo do motor de quatro tempos e a movimentação do pistão, utilize a aplicação “Máquinas térmicas a combustão interna de Otto” (MÁQUINAS, 2020), listada na *Bibliografia complementar*, como apoio visual interativo para discutir as transformações térmicas sofridas pelo gás dentro do cilindro do motor.

Por fim, discuta com a turma as perguntas propostas, permitindo, se necessário, um tempo de pesquisa, de modo que possam trazer as respostas em um momento posterior.

Na seção é apresentado o motor a explosão e explica-se como funciona o ciclo de um motor de quatro tempos. O ciclo de transformações gasosas desse tipo de motor é composto

das etapas: admissão, compressão, combustão (ou explosão) e exaustão (ou escapamento). Cada um desses tempos tem características próprias e, juntos, determinam o ciclo completo das transformações gasosas. Assim, pode-se compreender que cada etapa, depois de realizada, contribui para o movimento do carro. Compreender essas etapas e que, ao final delas, se completa um ciclo do motor contribui para o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao pilar **decomposição** do pensamento computacional.

Fique por dentro (p. 50)

Oriente os estudantes em relação ao uso das referências listadas nesta seção como fonte de pesquisa e de informações adicionais sobre os tópicos abordados no capítulo. Sugira o acesso ao simulador “PHET – Propriedades dos Gases” para motivar o estudo e aprofundar a compreensão dos estudantes sobre o assunto discutido neste capítulo.

Avaliação

Verifique a aprendizagem do conteúdo deste capítulo por meio das diversas seções de atividade oferecidas, promovendo uma avaliação continuada da aprendizagem. É possível finalizar o trabalho com a realização de uma avaliação formativa objetiva. Sugere-se propor aos estudantes situações-problema baseadas nas atividades propostas ao longo do capítulo e questões dissertativas envolvendo os temas transversais tratados de forma interdisciplinar. Lembre-se de que uma avaliação objetiva não precisa exigir a memorização de conteúdos, portanto avalie a possibilidade de os estudantes consultarem seus apontamentos ou o livro didático.

Bibliografia complementar

- ABREU, G. Grafite × pichação: qual a diferença? *MultiRio*, 2015. Disponível em: <<http://multirio.rio.rj.gov.br/index.php/leia/reportagens-artigos/artigos/2972-grafite-x-picha%C3%A7%C3%A3o-qual-a-diferen%C3%A7a>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

No artigo, o jornalista e especialista em artes visuais discute a história e a evolução do papel social do grafite, analisando essa forma de manifestação artística urbana e diferenciando-a da pichação e do vandalismo.

- ALVES, C. Aerossóis atmosféricos: perspectiva histórica, fontes, processos químicos de formação e composição orgânica. *Química Nova*, São Paulo, v. 28, n. 5, p. 859-870, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000500025&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 jun. 2020.

Apresenta uma abordagem histórica do progresso social e científico relacionado à compreensão do aerossol atmosférico, descrevendo a evolução dos conceitos relacionados e discutindo a emissão de aerossóis e os efeitos decorrentes do acúmulo e dispersão deles do ponto de vista ambiental.

- COSTA, T. A. P. Relação entre grafite, pichação e arte rupestre. *Nova História*, 2020. Disponível em: <<https://nova-historia0.webnode.com/products/relacao-entre-grafite-pichacao-e-arte-rupestre/>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

Discute a interpretação do grafite, da pichação e da arte rupestre, levando em conta tanto o seu valor descritivo quanto simbólico.

- FUKS, R. Tudo sobre o grafite no Brasil e no mundo. *Cultura Genial*, 2020. Disponível em: <<https://www.culturagenial.com/grafite/>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

Apresenta um panorama sobre a arte do grafite, utilizando imagens e discutindo a diferença entre grafite e pichação. Sugere-se compartilhar essa publicação com os estudantes para motivar e subsidiar as discussões.

- MÁQUINAS térmicas a combustão interna de Otto. 2020. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/simulacoes/termodinamica/motor.html>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

Animação do ciclo do motor de quatro tempos que relaciona, em tempo real, a movimentação das partes às transformações térmicas sofridas pelo gás dentro do cilindro e do pistão de um motor, com um gráfico pressão × volume. Sugere-se que seja apresentado aos estudantes para motivar e auxiliar a compreensão do conteúdo sobre motor a explosão.

- SILVA, G. R.; ERROBIDART, N. C. G. Termodinâmica e Revolução Industrial: uma abordagem por meio da história cultural da ciência. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, v. 19, p. 71-97, 2019. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/41758>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

Neste artigo, os autores utilizam uma abordagem cultural científica da Termodinâmica para elaborar um material didático em formato de texto narrativo histórico, que apresenta o assunto como parte integrante da cultura humana. Por meio de pesquisas bibliográficas em fontes secundárias, os autores buscam elucidar as contribuições culturais e científicas da Revolução Industrial para o desenvolvimento da Termodinâmica.

Resoluções

Comunicando ideias

(p. 32)

Quando uma substância sofre uma diferença de pressão instantânea e elevada, dependendo da pressão externa, ela pode implodir ou explodir. A relação entre a dificuldade de abrir a porta do freezer e a importância de não abrir a panela de pressão imediatamente após tirá-la do fogo é que a pressão no interior da geladeira está abaixo da pressão externa, enquanto a pressão dentro da panela está acima da pressão externa. Ou seja, nos dois casos existe uma diferença de pressão entre o interior e o exterior.

Atividades

(p. 37)

1. a) Uma vez que a compressão é isobárica, a pressão permanece constante. O processo descrito se trata de uma compressão, portanto o volume diminui. Por fim, a lei geral dos gases perfeitos é dada por:

$$\frac{p_0 \cdot v_0}{T_0} = \frac{p_1 \cdot v_1}{T_1}$$

De acordo com essa relação matemática, temos que a variação da temperatura é proporcional à variação do volume. Ou seja, se o volume diminui, a temperatura também diminui.

- b) A relação entre o trabalho realizado e a variação de volume é: $\tau = p_1 \cdot (v_2 - v_1)$. Nesse caso, como o processo é isobárico, a pressão não varia, isto é, $p_1 = p$.

Em módulo, a variação de volume é calculada multiplicando-se a área do êmbolo (10 cm^2) pela distância percorrida pelo êmbolo durante a compressão:

$$|\Delta v| = 10 \cdot 5 = 50 \text{ cm}^3 = 50 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Como ocorreu uma compressão, essa variação é, na verdade, negativa. Portanto:

$$\tau = p \cdot (v_2 - v_1) \Rightarrow \tau = 1 \cdot 10^5 \cdot (-50 \cdot 10^{-6}) \Rightarrow \tau = -5 \text{ J}$$

Uma vez que o trabalho é negativo, foi realizado sobre o gás.

2. a) No diagrama dado, no qual os eixos x e y são, respectivamente, volume e pressão, o trabalho realizado sobre o gás é igual à área embaixo da curva do gráfico. Dessa forma, o trabalho é máximo no caminho $1 \rightarrow 3 \rightarrow 2$.

- b) Analogamente ao item anterior, o trabalho realizado sobre o gás é mínimo no caminho $1 \rightarrow 4 \rightarrow 2$, pois, para esse trajeto, ocorre a menor área sob a curva do gráfico.

3. a) No percurso A, primeiro temos um segmento de reta horizontal, com p constante, enquanto v aumenta, ou seja, o gás sofre uma expansão isobárica. A seguir, temos um segmento de reta vertical, com v constante, enquanto p aumenta, correspondendo a uma transformação isovolumétrica com aumento de pressão. Já no percurso C, primeiro, o gás sofre uma transformação isovolumétrica com aumento de pressão e, a seguir, sofre uma expansão isobárica.

- b) Nos três casos, o trabalho foi realizado pelo gás sobre o meio, pois o gás sofre uma expansão que corresponde numericamente a um trabalho positivo.

- c) O trabalho realizado pelo gás é numericamente igual à área sob a curva do gráfico. Assim, no processo A, temos:

$$\tau_A = 5 \cdot (1.200 - 500) \Rightarrow \tau_A = 3.500 \text{ J}$$

Já durante o processo B, temos:

$$\tau_B = \frac{(15 - 5) \cdot 700}{2} + (1.200 - 500) \cdot 5 \Rightarrow \tau_B = 7.000 \text{ J}$$

Por fim, durante o processo C, temos:

$$\tau_C = 15 \cdot (1.200 - 500) \Rightarrow \tau_C = 10.500 \text{ J}$$

4. O trabalho realizado pelo ar para encher a bola é:

$$\tau = p \cdot \Delta v \Rightarrow \tau = p \cdot \Delta v \Rightarrow \tau = 600 \text{ J}$$

Interligações

(p. 43)

1. Dentro do recipiente, as substâncias estão no estado líquido devido à alta pressão interna.
2. Na expansão adiabática acontece um aumento expressivo do volume do gás e uma diminuição da pressão, sem que ocorra troca de calor entre o gás e o meio externo.

Atividades

(p. 44)

1. a) Verdadeira. Os pontos iniciais e finais são os mesmos nos três processos termodinâmicos, portanto a variação da energia interna é a mesma.

- b) Falsa. O trabalho é diferente em cada um dos três caminhos, pois as áreas sob as curvas dos gráficos correspondentes a cada processo no diagrama pressão \times volume são diferentes.

- c) Falsa. A primeira lei da Termodinâmica nos diz que $\Delta U = Q \cdot \tau$. Assim, uma vez que os três processos apresentam a mesma variação de energia interna, mas o trabalho realizado em cada caso é diferente, temos que o calor trocado nos três processos é diferente.

2. a) O trabalho realizado pelo ar para encher a bola é:

$$\tau = p \cdot \Delta v \Rightarrow \tau = 3 \cdot 10^5 \cdot (2 - 8) \cdot 10^{-3} \Rightarrow \tau = -1.800 \text{ J}$$

- b) Utilizando a primeira lei da Termodinâmica e levando em conta que o calor cedido e o trabalho realizado têm sinal negativo, temos:

$$\Delta U = Q - \tau \Rightarrow \tau = (-500 \cdot 4,18) - (-1.800) \Rightarrow \tau = -290 \text{ J}$$

3. Erro 1: todo o calor absorvido pelo gás é convertido em trabalho. Na verdade, uma parte do calor absorvido é utilizado para elevar a energia interna do gás. Erro 2: o trabalho realizado pela força peso do êmbolo é maior que o trabalho realizado pelo gás. Uma vez que o êmbolo sobe com velocidade constante, concluímos que o trabalho realizado pelo gás é igual, em módulo, ao trabalho da força peso do êmbolo durante todo o processo, de forma que o processo também é uma transformação isobárica.

4. a) A transformação é isotérmica, pois, nos dois pontos da curva cujos valores são dados, o produto entre pressão e volume é igual:

$$p_I \cdot v_I = 2 \cdot 6 = p_{II} \cdot v_{II} = 1 \cdot 12$$

- b) A variação de energia interna do sistema é nula, pois a temperatura se mantém constante durante o processo.

5. a) A transformação sofrida pelo gás foi isovolumétrica.

- b) O trabalho realizado é nulo, pois a variação de volume é nula (transformação isovolumétrica).

- c) A temperatura aumentou nessa transformação, pois, para aumentar a pressão do gás é necessário aumentar a energia cinética das partículas através do aumento de temperatura, uma vez que o volume permanece constante.

- d) A energia interna do sistema aumentou, pois a temperatura do sistema aumentou.

6. a) A energia interna do sistema aumentou durante o processo, pois, observando o gráfico, vemos que o estado final do gás está situado em uma isoterma de temperatura superior.

- b) O trabalho foi realizado pelo meio sobre o gás, pois o gás sofreu uma compressão.

- c) O módulo do trabalho realizado é dado pela primeira lei da Termodinâmica:

$$\Delta U = Q - \tau \Rightarrow 500 = 0 - \tau \Rightarrow \tau = 500 \text{ J}$$

Interligações

(p. 48)

1. As transformações gasosas que ocorrem durante o funcionamento do motor de um automóvel são isobárica, adiabática e isovolumétrica.
2. O consumo de combustível é maior quando o automóvel está em movimento, pois os pistões são acoplados ao sistema que transmite seu funcionamento às rodas do automóvel. Com isso, o trabalho realizado quando o carro se movimenta é maior que quando o carro está parado. Portanto, é necessário que a injeção de combustível aumente para manter a potência do motor e permitir que o automóvel se mova.

Atividades

(p. 49)

1. a) Falsa. A transformação AB é isovolumétrica.
b) Falsa. Nas transformações AB e CD, o trabalho é nulo, pois não há variação de volume.
c) Falsa. A variação da energia interna de um ciclo é nula.
d) O valor do trabalho é igual, em módulo, à área do polígono, mas a questão não pode ser resolvida, pois não há valores numéricos nos eixos do gráfico.
2. a) Falsa. O trabalho em um ciclo é numericamente igual à área da figura formada pelos caminhos percorridos no diagrama $p \times V$.
b) Falsa. A isoterma do processo $1 \rightarrow 2$ está a maior temperatura que a isoterma do processo $3 \rightarrow 4$.
c) Falsa. Durante os processos $2 \rightarrow 3$ e $4 \rightarrow 1$, a temperatura do gás varia de temperatura, pois essas linhas não são isotermas.
d) Verdadeira. O ciclo representado no diagrama $p \times V$ tem sentido horário, ou seja, o trabalho é positivo e é o gás que realiza trabalho sobre o meio externo.
3. a) Nos processos AB e CD, a transformação é isovolumétrica; já nos processos BC e DA, a transformação é isobárica.
b) O trabalho é nulo nos processos AB e CD, pois não há variação de volume nesses processos. Por outro lado, o trabalho é positivo no processo BC, uma vez que o volume aumenta, e é negativo no processo DA, uma vez que o volume diminui.
- c) O trabalho realizado durante um ciclo completo é dado pela área do retângulo formado no diagrama $p \times V$:
$$\tau = (4 - 2) \cdot 10^5 \cdot (8 - 3) \Rightarrow \tau = 10^6 \text{ J}$$
- d) Temos que a variação da energia interna em qualquer transformação cíclica é nula. Assim, utilizando a primeira lei da Termodinâmica, temos:
$$Q = \tau \cdot Q = 10^6 \text{ J}$$
4. Conforme a definição dada no enunciado, a eficiência do refrigerador é a razão entre a quantidade de calor retirada da fonte fria (Q_2) e o trabalho externo (τ), ou seja:
$$e = \frac{Q_2}{\tau} \rightarrow e = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{40 \cdot 4}{200 - (40 \cdot 4)} \Rightarrow e = 4$$

ATIVIDADES FINAIS

(p. 50)

1. Alternativa a. Quando ocorre a queima dos combustíveis fósseis, os gases gerados nessa combustão movimentam os pistões do motor. Portanto, energia química transforma-se em energia cinética.
2. Alternativa b. Em um processo espontâneo, a transferência de calor ocorre do meio mais quente para o mais frio, em busca do equilíbrio térmico. Se o contrário ocorre, o processo não é espontâneo e, para que aconteça, é necessário realizar trabalho. O fluxo de calor que ocorre em uma geladeira vai de um ambiente mais frio para um ambiente mais quente, portanto é um processo não espontâneo. Nesse caso, o trabalho é realizado pelo compressor da geladeira.
3. Alternativa c. O motor é uma máquina térmica que transforma a energia decorrente da combustão em energia mecânica. Isto é, durante o funcionamento dessa máquina, ocorre conversão parcial de calor em trabalho.
4. Alternativa d. A afirmação I está correta, pois o resfriamento dos alimentos deve-se em grande parte à convecção do ar que circula no interior da geladeira. Por ser menos denso, o ar quente sobe até o congelador, enquanto o ar frio, por ser mais denso, desce até os alimentos. Por isso, se houver espaços vazios no refrigerador, a convecção do ar será facilitada. A afirmação III também está correta, pois a energia térmica retirada do interior da geladeira é irradiada para o interior da cozinha através da serpentina na parte traseira. Uma vez que a serpentina está exposta a poeira e gordura, forma-se uma película de sujeira que dificulta essa irradiação, fazendo-se necessária a limpeza periódica da grade para economizar energia. A afirmação II está incorreta, pois o gelo que se forma nas paredes do congelador funciona como um isolante, dificultando a troca de calor com o ar aquecido pelos alimentos.

Capítulo 3

Transformações da matéria e calor

Professor indicado

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

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	Páginas
1	Na seção Interligações – A tecnologia e as buckybolos , os estudantes encontram uma atividade que os leva à pesquisa de grandes nomes da ciência e seus principais feitos, pelos quais receberam o Prêmio Nobel. Na seção Comunicando ideias é solicitado aos estudantes que pesquisem sobre ética científica, como o bom e o mau uso da Ciência; dessa forma, eles pesquisam como se deu a construção e história da Ciência.	69
2	O capítulo apresenta atividades que estimulam os estudantes a analisar, propor hipóteses e explicações com fundamentação científica, sobre diferentes situações-problema, como a escolha de combustível com base em preços e benefícios para a sociedade e meio ambiente. A seção Atividade prática propõe que o estudante realize experimentos com o objetivo de comparar a quantidade de energia na forma de calor liberada na combustão de diferentes alimentos. Nesse sentido, ele usa práticas próprias da investigação científica para elaborar hipóteses e formular resoluções de problemas. Nas Atividades da página 63, é solicitado ao estudante que investigue a origem de poluentes atmosféricos; isso pode ser feito por meio dos métodos próprios das ciências, exercitando sua curiosidade, reflexão e análise crítica da realidade. Ainda nesta mesma seção, no item 2, é proposto que o estudante investigue se o processo de dissolução do etanol em água é endo ou exotérmico.	59, 63, 69, 77
4	O capítulo apresenta atividades que incentivam os estudantes a expressar informações sobre transformações da matéria e energia por meio de gráficos e equações termoquímicas. Na seção Interligações – A tecnologia e as buckybolos , os estudantes são convidados a compartilhar o resultado de suas pesquisas sobre os alótropos de carbono na forma de um texto e sobre a importância do Prêmio Nobel. Ao organizarem suas apresentações em grupo, têm a oportunidade de dialogar com seus colegas e, como têm autonomia para definir a forma como elas serão realizadas, podem valer-se de diferentes linguagens.	63, 69
5	As atividades de pesquisa propostas dão oportunidade aos estudantes de usar as ferramentas de pesquisa da internet, identificando fontes confiáveis e desenvolvendo a capacidade de reflexão e análise crítica de informações obtidas em diferentes contextos. Na seção Interligações – A tecnologia e as buckybolos , ao construir as formas de comunicação sobre as formas alotrópicas do carbono, os estudantes podem produzir seus resumos em ferramentas tecnológicas, como programas de computador para elaboração de fluxogramas, mapas, apresentações, desenhos e afins.	69
7	São propostas atividades em que os estudantes são incentivados a refletir e a apresentar argumentos que justifiquem suas respostas, por exemplo, no item 4 da Atividade prática . Nela, os estudantes precisam argumentar, com base nos dados obtidos, sobre as diversas condições para a ocorrência do experimento e sobre os registros obtidos. Na seção Interligações – Produção de “energia limpa” , é solicitado aos estudantes que reflitam sobre a relação de um país em gerar energia e sua capacidade econômica, com base em argumentos construídos no estudo das fontes de energia e seus usos de forma consciente e responsável, tanto social quanto economicamente.	59, 77
8	A atividade 2 das Atividades finais favorece a reflexão sobre os cuidados com a saúde, ao instruir os estudantes a realizarem o cálculo do IMC, discutindo sobre riscos de doenças que podem estar associadas à obesidade.	79
9	No debate proposto na seção Comunicando ideias , os estudantes precisam utilizar-se da escuta ativa, promovendo o diálogo e respeito mútuo ao discutirem sobre os usos da Ciência.	69

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Páginas
1	EM13CNT101	Na Atividade prática , os estudantes poderão analisar as transformações ocorridas na observação do experimento. O capítulo também apresenta atividades que abordam diferentes situações-problema que envolvem a análise, estimativas e representações sobre a energia envolvida nas reações químicas.	59, 63, 72, 78, 80, 81
	EM13CNT102	Nas atividades propostas na seção Interligações – Produção de “energia limpa” , os estudantes terão a oportunidade de realizar previsões de sistemas térmicos que visam à sustentabilidade.	77
	EM13CNT104	O capítulo apresenta atividades que dão oportunidade aos estudantes de analisar a composição e o conteúdo energético dos alimentos (Interligações – Química e saúde – Os alimentos e seu valor calórico) e os processos e impactos envolvidos na obtenção de energia com o uso de biodigestores (Interligações – Produção de “energia limpa”), que permitem a avaliação sobre os riscos e benefícios associados a esses temas.	73, 77
	EM13CNT106	O texto e as atividades da seção Interligações – Produção de “energia limpa” incentivam os estudantes a avaliar a tecnologia de obtenção de energia por biodigestão.	77
2	EM13CNT205	A Atividade prática propicia a interpretação dos resultados e a realização de previsões sobre a atividade experimental.	59
	EM13CNT207	A atividade 2 das Atividades finais possibilita a identificação, a análise e a discussão de vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, ao discutir o texto que aborda o consumo de alimentos ultraprocessados e o aumento do índice de obesidade entre os brasileiros.	79
3	EM13CNT301	As atividades propostas permitirão a interpretação de modelos explicativos para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.	59, 63
	EM13CNT305	Na seção Comunicando ideias os estudantes são motivados a pesquisar e debater o uso dos conhecimentos científicos e seus impactos sociais e históricos.	69
	EM13CNT307	Na atividade 3 proposta na seção Interligações – A tecnologia e as buckybolos , os estudantes poderão analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações.	69

Competência específica de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas	Justificativa	Página
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.	Na seção Comunicando ideias é proposta uma pesquisa sobre os impactos sociais do desenvolvimento científico, que possibilita aos estudantes analisar esse processo. Nessa atividade eles também podem debater suas ideias sobre o papel do cientista em nossa sociedade, com relação aos impactos de seus estudos/pesquisas, incluindo questões de natureza ética.	69
5. Identificar e combater as diversas formas de injustiça, preconceito e violência, adotando princípios éticos, democráticos, inclusivos e solidários, e respeitando os Direitos Humanos.	Com a pesquisa realizada na seção Comunicando ideias , os estudantes podem identificar injustiças, preconceitos e violências associadas ao uso indevido dos conhecimentos científicos. Com a discussão proposta na atividade, eles são motivados a refletir sobre ações e aspectos éticos no sentido de combater esses problemas.	69

🌱 Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

Para o melhor aproveitamento do capítulo, é necessário que os estudantes estejam familiarizados com conceitos de **calorimetria**, **estados físicos da matéria**, **reações de síntese**, **combustão e neutralização**, **concentração** em g/L e mol/L e **cálculos estequiométricos**. É importante também que tenham conhecimentos sobre **ligações químicas**.

A seguir, são indicadas algumas habilidades na BNCC dos Anos Finais do Ensino Fundamental que serão retomadas e aprofundadas.

- **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.).
- **EF07CI02:** Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmico cotidianas.

- **EF07CI04:** Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas.
- **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.
- **EF07CI12:** Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição.
- **EF08CI06:** Discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia chega e é usada em sua cidade, comunidade, casa ou escola.
- **EF09CI01:** Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.
- **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

Ao final deste capítulo, espera-se que o estudante seja capaz de:

- classificar processos físicos e químicos em exotérmicos e endotérmicos;
- compreender e aplicar o conceito de variação de entalpia a diferentes sistemas físico-químicos;
- realizar cálculos termoquímicos utilizando a estequiometria;
- reconhecer as formas alotrópicas mais estáveis de alguns elementos e utilizá-las no uso do conceito de entalpia de formação de um composto;
- representar graficamente equações termoquímicas e vice-versa;
- compreender e aplicar os conceitos de entalpia de formação e combustão;
- compreender e aplicar o conceito de energia de ligação a diferentes processos;
- compreender que o calor liberado ou absorvido em uma reação química resulta de inúmeros processos que envolvem, entre outros, o consumo de energia no rompimento de ligações nos reagentes e a liberação de energia na união de átomos na formação de produtos;
- compreender e aplicar a lei de Hess para obter informações termoquímicas;
- refletir sobre processos termoquímicos diversos envolvendo relações custo-benefício econômicas e ambientais.

O enfoque dado a este capítulo de Termoquímica permite que, além de compreender os conceitos básicos desse campo do conhecimento, os estudantes desenvolvam habilidades e competências próprias das Ciências da Natureza. Entre elas, estão a realização de observações experimentais, a capacidade de relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e de representação (tais como texto discursivo, linguagem simbólica, representação gráfica), organização de tabelas e o estabelecimento de relações matemáticas.

Várias seções e atividades demandam que o estudante redija, pesquise, organize informações e, especialmente, reflita sobre a solução de questões envolvendo produção de energia *versus* impactos ambientais, ou sobre a energia obtida de diversos alimentos e os reflexos da alimentação na saúde, e até mesmo sobre a escolha de um combustível e os impactos financeiros dessa decisão.

Sugestões metodológicas

No ensino da Termoquímica, é interessante partir de temas presentes no cotidiano dos estudantes e, com base neles, discutir os conceitos científicos, tecnologias, questões sociais e ambientais. Essa abordagem contextualizada possibilita uma aprendizagem mais significativa e o desenvolvimento de atitudes social e ambientalmente responsáveis. Também é importante que os estudantes, aos poucos, adquiram uma linguagem mais científica, sendo capazes de interpretar as fórmulas, as siglas e os gráficos relacionados a essa área da Ciência.

Para iniciar o capítulo, em que a obtenção de energia com base em reações químicas é tema central, usam-se dois aspectos relacionados à essa obtenção e seus impactos ambientais. Na fotografia de abertura, vê-se um veículo sendo abastecido em um posto de combustíveis (gasolina e etanol, este último menos danoso ao ambiente quando comparado à gasolina); na seção **Interligações – Produção de “energia limpa”** aborda-se a necessidade de buscar energias de baixo impacto ambiental. O exemplo apresentado é o da produção de energia por degradação de matéria orgânica, em um biodigestor. Caso os estudantes tenham conhecimentos a respeito das alternativas de geração de energia elétrica, em termelétricas, a partir do

lixo, será uma boa oportunidade para que o professor retome o assunto e incentive uma pesquisa sobre os avanços do país nessa direção (por exemplo, no município de São Paulo, SP, uma usina instalada no aterro São João produz energia valendo-se de lixo, e em Duque de Caxias, RJ, um projeto semelhante foi implantado no aterro desativado de Gramacho). Os estudantes podem pesquisar na mídia soluções inovadoras que envolvam a geração de “energia limpa” e como ocorre sua implementação no Brasil.

Vale também chamar a atenção dos estudantes para o fato de que, generalizando, podemos dizer que, quanto mais um país “gera” energia, maior sua capacidade de produzir materiais com valor agregado. Essa importância pode ser confrontada com o fato de, por exemplo, o Brasil ter uma enorme reserva de bauxita, mas ainda importar alumínio, uma vez que a produção de alumínio a partir da bauxita exige uma quantidade muito grande de energia. É importante os estudantes perceberem que tudo o que comemos, vestimos, usamos para nos locomover, nos comunicar ou tratar da saúde implica que há ou houve consumo de energia. Ora, nos países mais desenvolvidos economicamente, onde a média da população conta com boas condições de vida e recursos financeiros, as pessoas, em geral, consomem mais produtos (mesmo que supérfluos) do que os habitantes de outros países, e, para esse padrão de consumo elevado, muita energia é requerida. O que se verifica hoje é que o planeta não suportaria o impacto caso todos os países adotassem o padrão de “geração” e consumo de energia dos países mais ricos.

A opção de introduzir a discussão do capítulo abordando, ainda que de forma superficial, esses assuntos pode ajudar os estudantes a construir uma visão mais abrangente da energia nas reações químicas, incluindo desde os aspectos conceituais – em que se identificam as diferentes formas de energia que dão origem a transformações químicas ou que resultam delas –, e a relação entre energia e estrutura das substâncias, até questões sociais e ambientais relacionadas à produção e ao uso de energia nos sistemas naturais e tecnológicos.

Já nesse início de trabalho com o capítulo, é interessante certificar-se de que os estudantes compreendam a diferença entre os conceitos de calor e temperatura, tema abordado anteriormente no volume. Se julgar necessário, retome esses conceitos antes de introduzir a discussão da diferença entre reações exotérmicas e endotérmicas, lembrando aos estudantes que um objeto em temperatura elevada (por exemplo, uma assadeira com comida que sai do forno) levado a um ambiente em temperatura menor, depois de certo tempo, entra em equilíbrio térmico com o ambiente, ou seja, ambos ficam na mesma temperatura. Já calor é a energia transferida do corpo de maior temperatura para o de menor.

Outro aspecto importante diz respeito à questão “Qual a origem da energia liberada ou absorvida em um processo?”. Essa questão pode ser proposta à classe para que, com a mediação do professor, os estudantes cheguem à elaboração da ideia da liberação e absorção de calor, relacionando-a ao rompimento e formação de ligações químicas, entre outros processos.

O texto indicado relata a utilização das atividades experimentais de caráter investigativo como um recurso para trabalhar essa diferenciação e vale uma leitura do professor.

- SUART, R. 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: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, nov. 2009, Florianópolis. Disponível em: <<http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vii%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/220.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

Algumas dificuldades conceituais

Observar a forma como os estudantes resolvem questões sobre Termoquímica pode ser útil para fazer um levantamento de possíveis dificuldades conceituais. Tendo em vista antigos hábitos de “estudo”, grande parte dos estudantes deseja mecanizar a resolução de atividades envolvendo cálculos de variação de entalpia, H , o que os leva, muitas vezes, a tentar chegar à resposta sem os dados necessários, tomando como “modelo” soluções adotadas em situações conceitualmente diferentes.

Os estudantes podem, por exemplo, tentar utilizar a expressão $\Delta H = H_p - H_r$, sem dispor da entalpia das substâncias envolvidas no processo. Quando se trata do conceito de energia de ligação é frequente a confusão entre entalpia de uma substância como H_2 e a energia de ligação $H - H$.

É um pouco mais rara – mas ainda assim acontece com certa frequência – a situação em que os estudantes tentam resolver uma questão com base na lei de Hess, porém se valem dos valores de entalpia de formação das substâncias, usando a expressão da diferença de entalpia, ΔH , entre os produtos e os reagentes, em vez de somar os valores de ΔH dos processos considerados para chegar à variação de entalpia do processo correspondente à soma deles.

Para que o princípio de conservação da energia e o conceito de energia de ligação sejam compreendidos pelos estudantes, as perguntas propostas e a solução de questões que foram sugeridas começam

sempre com a escrita das equações relativas à definição de energia de ligação; em seguida, é utilizada a lei de Hess. Esse procedimento não exclui a possibilidade de, vencida essa etapa, os estudantes adotarem resoluções mais rápidas, ainda que menos conceituais.

Esse encaminhamento é inicialmente importante para a compreensão de que a “origem” da energia liberada ou consumida em uma reação química é um dos aspectos mais difíceis e, ainda assim, importantíssimos para que os estudantes se apropriem de conceitos estruturadores da Termoquímica.

A expressão energia de ligação, usada para designar a energia para romper 1 mol de ligações da substância no estado gasoso, costuma gerar algumas interpretações equivocadas, já que ela é associada ao rompimento da ligação entre átomos. Vale retomar essa conceituação com os estudantes sempre que necessário.

É importante situar a reação química como um processo em que algumas ligações químicas são rompidas (o que implica que o sistema em reação absorve energia) e outras são formadas (o que implica liberação de energia). Nessas reações, outros processos usualmente estão envolvidos – mudança de estado físico, dissoluções, diluições, entre outros –, o que implica também alterações de energia do sistema.

A linguagem da Química e da Biologia e os ruídos de comunicação

Muitos estudantes que já estudaram a obtenção de energia em processos bioquímicos costumam ficar confusos com a simplificação usualmente adotada em aulas e textos de Biologia; os processos de transformação de macromoléculas em moléculas menores é destacado como fonte de energia para que outros processos indispensáveis à vida possam ocorrer. Com isso, há uma associação equivocada entre rompimento de ligações e obtenção de energia. Para evitar tal confusão, seria interessante analisar com os estudantes um exemplo de processo de degradação desse tipo, detalhando as diversas etapas ocorridas em cada um deles, normalmente omitidas no estudo feito pela perspectiva da Biologia, individualmente. É importante ficar claro que tais processos só são exotérmicos porque no balanço energético final há um saldo de energia; de qualquer modo, os rompimentos de ligação entre átomos (no estado gasoso), correspondentes às várias energias de ligação, serão sempre endotérmicos, enquanto as novas ligações que dão origem aos produtos sempre liberam energia (correspondem ao inverso da energia de ligação). Chame a atenção dos estudantes para o fato de que, na somatória, há outros processos envolvidos, como os de mudança de estado e os de dissolução. Enfim, a simplificação feita em processos bioquímicos deixa subentendidas todas essas transformações, levando em conta o balanço final de energia, que deve estar de acordo com a lei de Hess.

Varição de entalpia e calor: algo a esclarecer

De acordo com Silva (2005)¹, seria mais adequado que, no Ensino Médio, não usássemos a expressão variação de entalpia e apenas falássemos em calor liberado e calor absorvido para nos referirmos àquilo que acontece, respectivamente, em uma reação exotérmica e em uma reação endotérmica. Por quê? Porque, historicamente, o conceito de calor tem origem em uma teoria que foi abandonada, a do calórico (teoria essa que foi a base da Calorimetria e das escalas de temperatura Celsius e Fahrenheit, por exemplo). Segundo essa teoria, o calor era associado a um fluido, o calórico; os corpos quentes teriam mais calórico, os corpos frios teriam menos, e os fenômenos térmicos se explicariam pela troca de calórico entre eles. Com o abandono dessa teoria, para evitar que os inúmeros dados, escalas e tabelas adotados até então tivessem de ser alterados, passou-se a calcular o calor por intermédio de grandezas termodinâmicas. Para isso, Gibbs relacionou a energia interna de um sistema à entalpia, por meio da expressão $H = U + p \cdot V$, em que U representa a energia interna, e p e V representam a pressão e o volume do sistema, respectivamente.

Por isso, em um processo que ocorre à pressão constante a variação de entalpia é dada por:

$$\Delta H = \Delta U + p \cdot \Delta V$$

Mas o produto $p \cdot \Delta V$ corresponde ao trabalho, representado por W . Como a variação de energia interna de um sistema é dada por $Q - W$, tem-se que $\Delta H = Q$.

A objeção de Silva decorre do fato de a entalpia surgir como um instrumento – uma função termodinâmica – que permitiu aos cientistas calcular o calor envolvido em transformações isobáricas. Isso foi feito para evitar que tivessem de mudar as tabelas de dados obtidas enquanto a teoria do calórico vigorava, sobretudo porque a variação de entalpia nessas transformações é numericamente igual à quantidade de calor transferida entre sistema e vizinhança.

Esses cálculos que envolvem a função termodinâmica requerem conhecimentos de cálculo integral e não são compatíveis com o nível do Ensino Médio. O autor afirma que a confusão é de ordem histórica, e a transposição didática está equivocada até mesmo em muitos livros de nível superior, defendendo que entalpia não seja ensinada antes da universidade.

¹ SILVA, J. L. Por que não estudar entalpia no Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, n. 25, nov. 2005. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a04.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Vale dizer que foi a partir do momento em que exames de acesso às universidades começaram a “exigir” dos candidatos o domínio desse conteúdo que a palavra entalpia e a expressão variação de entalpia passaram a ser apresentadas em livros didáticos e em aulas do Ensino Médio – e isso acontece há algumas décadas. O conceito aparece inclusive em exames como o Enem.

Para começo de conversa

(p. 52)

Inicie a aula com a primeira pergunta: Pensando em suas finanças pessoais, é melhor abastecer um veículo com gasolina ou com etanol? E do ponto de vista do ambiente? Para enriquecer a discussão, questione os estudantes se eles sabem com qual combustível seus pais ou algum conhecido abastecem seus veículos.

Se julgar pertinente, apresente aos estudantes o vídeo *Álcool ou gasolina? Qual o melhor?* (Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=N2Xfhxutw8E>>. Acesso em: 18 jul. 2020.). Faça simulações de preços de etanol e de gasolina e efetue os cálculos de acordo com o exemplo do vídeo, para que os estudantes compreendam os critérios para a escolha do combustível a ser utilizado.

Para finalizar a discussão, construa coletivamente uma resposta para a segunda questão apresentada no texto: “Levando em conta a relação entre despesa e ambiente, como conciliar esses fatores para a escolha do combustível automotivo?”. Esse tópico aborda os temas contemporâneos transversais educação financeira e meio ambiente.

Efeitos térmicos das reações químicas e seus usos no cotidiano (p. 53)

Solicite aos estudantes que façam a leitura individual do texto e, em seguida, elabore com eles um quadro-resumo e um mapa conceitual com as principais informações contidas nele. Aproveite esse momento para enfatizar que a energia é indispensável para a vida e que no dia a dia muitos processos químicos são indispensáveis para sua produção.

Processos exotérmicos e endotérmicos (p. 55)

Inicie a discussão sobre absorção ou liberação de energia questionando as diferenças entre calor e temperatura, e aproveite para esclarecer possíveis dúvidas sobre esses conceitos (assunto do capítulo anterior).

Se possível, apresente a eles o jogo “Ludo termoquímico” (Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc23/a07.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2020.). Divida a turma em grupos e disponibilize um tempo para que todos joguem. É importante ressaltar que a utilização de atividades lúdicas é uma alternativa viável no cotidiano escolar, auxiliando a aprendizagem no que se refere à manipulação efetiva do conceito, além de promover uma melhora significativa do aspecto disciplinar em sala de aula. Aproveite o jogo para introduzir os conceitos de Termoquímica.

Oriente os estudantes a lerem, em casa, os tópicos “Transformações exotérmicas” e “Transformações endotérmicas” do **Livro do Estudante**. Solicite a eles que façam um quadro esquematizando as características das transformações exotérmicas e das transformações endotérmicas. Dessa forma, você poderá aprofundar conceitos de acordo com as dúvidas e interesses dos próprios estudantes.

Sugestão de atividades complementares

- **Captura de fenômenos termoquímicos por meio de *selfies*.** Disponível em: <<http://scientia-amazonia.org/wp-content/uploads/2016/09/v5-n2-84-87-2016.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2020.

O artigo apresenta um relato de experiência com a utilização de *selfies* tiradas pelos estudantes para abordar as reações endotérmicas e exotérmicas, enfatizando que a utilização de imagens relacionadas ao conteúdo de Termoquímica se mostra um instrumento facilitador versátil do processo ensino-aprendizagem.

- **Termoquímica: reações exotérmicas e endotérmicas – entalpia.** Disponível em: <<http://pat.educacao.ba.gov.br/emitec/conteudo/exibir/8078>>. Acesso em: 18 jul. 2020.

Neste vídeo, é apresentada uma discussão sobre a transferência de calor nas reações químicas.

A medida do calor (p. 58)

Inicie a aula discutindo com os estudantes a atividade proposta sobre as transformações exotérmicas e endotérmicas. Nesse momento é importante que você ouça as características mencionadas pelos estudantes e elabore com eles um quadro-resumo relativo aos termos associados a essas transformações. Aproveite a situação para enfatizar os principais conceitos envolvidos e para sanar quaisquer dúvidas.

Em seguida, peça aos estudantes que se dividam em grupos para realizar a **Atividade prática – Alimentos e valor calórico**.

Converse com os estudantes sobre a importância da atenção necessária para realizar as observações experimentais e para responder às questões propostas. Lembre-se de conversar com eles sobre o descarte dos resíduos, ressaltando a necessidade da reflexão sobre os resíduos gerados e sobre como deverão ser descartados para minimizar os impactos no ambiente. Durante a atividade reforce os procedimentos de segurança necessários para a manipulação com o fogo e a lamparina a álcool.

Depois de responderem aos questionamentos sobre o experimento, inicie uma discussão com base nas observações dos grupos e enfatize que a obtenção e a produção de energia necessária para manter a vida de animais, inclusive a do ser humano, se dá a partir da digestão dos alimentos, na qual acontece uma série de transformações químicas que convertem moléculas complexas em moléculas simples – por meio dessas transformações, o organismo consegue a energia necessária para suas funções vitais, como: crescimento, locomoção e reprodução. Durante a discussão e compartilhamento de informações, incentive os estudantes a analisar criticamente as respostas dos colegas e apresentar possíveis dúvidas sobre esses dados. Dessa forma, eles são motivados a refletir e apresentar argumentos que sustentem suas respostas e assim desenvolvem as *competências gerais 2, 7 e 9* da BNCC.

Nesta atividade, os estudantes devem realizar os passos descritos no **Procedimento** com precisão e rigor, caso contrário o experimento pode não ter os resultados esperados. Esse processo pode ser comparado à execução de um **algoritmo** que, por sua vez, por ser descrito como uma sequência finita e bem definida de passos para resolver um problema ou realizar uma tarefa. O algoritmo é um dos pilares do *pensamento computacional*.

Variação de entalpia (ΔH) (p. 60)

Apresente aos estudantes as equações que representam a síntese da água (reação exotérmica) e a decomposição da água (reação endotérmica). Converse com eles sobre o calor envolvido nas reações químicas à pressão constante. É interessante explorar as informações contidas nos gráficos de variação de entalpia, buscando identificar as dificuldades de interpretação dos estudantes para auxiliá-los a desenvolver a habilidade de leitura de gráficos e diagramas.

Dialogue com os estudantes sobre a diferença de entalpia entre reagentes e produtos, correspondente ao calor absorvido ou ao calor liberado na reação à pressão constante.

Certifique-se de que todos compreendam como são indicados os valores de entalpia de reação (ΔH) nas equações termoquímicas e o que esses valores representam.

Atividades

(p. 63)

Oriente os estudantes a se organizarem em duplas e solicite a eles que resolvam os itens **a, b, c e d** da atividade 1. Em seguida, faça a correção com os estudantes utilizando esse momento para sanar quaisquer dúvidas sobre os conceitos estudados.

Na sequência, peça-lhes que resolvam os itens **e e f** e corrija-os com eles, discutindo a variação de entalpia referente às quantidades de matéria, em mol, de reagentes especificados nos coeficientes de acerto da equação de reação. Solicite então que realizem as atividades 2 e 3 e, na correção, enfatize que a quantidade de calor associada a uma reação é diretamente proporcional à quantidade de matéria (mol) de seus participantes.

Entalpia das substâncias simples (p. 66)

Neste tópico é apresentado o conceito de alotropia e as formas alotrópicas de elementos químicos como o oxigênio e o carbono. Este último, em especial, vem sendo amplamente explorado por cientistas no desenvolvimento de tecnologias relacionadas a novos materiais. A partir da observação e do reconhecimento das propriedades físicas e químicas do carbono, os cientistas trabalham com novas formas alotrópicas, como as buckybolos, os nanotubos e os grafenos. As habilidades necessárias para o estudo e a percepção das propriedades desses materiais dialogam com o pilar **reconhecimento de padrões** do *pensamento computacional*.

Sugerimos iniciar a discussão desse tópico explorando as características e propriedades dos gases oxigênio e ozônio, compostos formados apenas por átomos de oxigênio, mas que são distintos.

Destaque que outros elementos químicos também apresentam formas alotrópicas, como carbono, enxofre e fósforo. Apresente as estruturas do diamante e da grafita (também chamada de grafite), ressaltando suas diferenças de organização e ângulo entre os átomos ligados.

Se julgar conveniente, peça aos estudantes que pesquisem quais são as formas alotrópicas do enxofre e do fósforo e como essas substâncias se distinguem.

Na sequência, solicite aos estudantes que em grupos leiam e realizem a atividade proposta na seção **Interligações – A tecnologia e as buckybolos**.

Interligações

(p. 68)

Essa seção aborda os alótropos de carbono e o que se tem pesquisado sobre eles. Oriente os estudantes a realizarem não apenas na internet as pesquisas propostas nas atividades, mas também em livros de Química e Física, analisando criticamente informações obtidas. Sugerimos ainda orientá-los a compartilhar as informações obtidas na forma de apresentações que eles julgarem mais interessantes. Dessa forma, eles são incentivados a utilizar diferentes linguagens nas apresentações. Pode-se requisitar que a turma se divida em seis grupos e solicitar que cada atividade seja realizada por somente dois grupos, para a otimização do tempo em aula.

Se julgar pertinente, complemente a atividade 2, pedindo aos grupos de estudantes que pesquisem sobre os dez países que mais têm ganhado prêmios Nobel e quantas mulheres ganharam o prêmio nas áreas de Física, Química e Fisiologia/Medicina desde que ele foi criado. Em seguida, devem comparar o número de mulheres ganhadoras com o de homens ganhadores, nas mesmas categorias, e buscar interpretar essas informações.

Mulheres ganhadoras do Nobel nas áreas mencionadas: 18 (até 2019); homens: mais de 500 no mesmo período. O fundamental é os estudantes perceberem que a premiação de mulheres é muito menor que a dos homens, o que explica o preconceito contra a presença de mulheres no campo das Ciências Naturais (as razões para a desigualdade entre os gêneros quanto ao número de prêmios vale outra pesquisa, que busque informações sobre o preconceito sofrido por mulheres cientistas e os inúmeros impedimentos a sua atuação na área). Quanto aos países, os campeões em prêmios são Estados Unidos, Reino Unido, Alemanha, França e Suécia, lugares onde o nível de escolaridade da população é alto, assim como o investimento em pesquisas científicas. Essa atividade pode contribuir para o desenvolvimento da *competência geral 9* da BNCC.

Comunicando ideias

(p. 69)

Nessa atividade, sugerimos questionar a opinião inicial dos estudantes em relação à responsabilidade dos cientistas pelas consequências sociais de suas descobertas, orientando a apresentação de argumentos que sustentem essas ideias.

Após essa discussão inicial, reserve um tempo em sala de aula ou solicite como tarefa a pesquisa proposta nessa seção. Depois da atividade de pesquisa, retome a discussão inicial, questionando se algum estudante mudou de opinião após a pesquisa realizada. Oriente-os a explicar a razão da manutenção ou mudança de opinião. Aproveite para comentar a importância da busca e análise crítica de informações que permitem construir ideias com base em argumentos sólidos e confiáveis.

Para enriquecer a discussão dessa atividade, é interessante convidar um professor de Filosofia ou de História, que podem explorar outros aspectos relacionados à Ciência e Sociedade. Essa atividade contribui para o desenvolvimento das *competências gerais 5 e 9*, da habilidade EM13CNT305 e das competências específicas 1 e 5 de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas da BNCC.

Para se aprofundar nesse assunto recomendamos as seguintes leituras:

- MACDOWELL, S. Responsabilidade social dos cientistas: natureza das ciências exatas. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 2, n. 3, set./dez. 1988. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141988000300005>.
- MARCUSE, H. A responsabilidade da ciência. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 7, n. 1, jan./mar. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662009000100008>.

Acessos em: 12 ago. 2020.

Entalpia de formação (p. 71)

Inicie a aula conversando com os estudantes sobre a possibilidade de efetuar cálculos de variação de entalpia a partir das equações químicas. Então apresente a definição de entalpia de formação e, com os dados fornecidos no **Livro do Estudante**, exemplifique os procedimentos para calcular a quantidade de energia envolvida na formação da água, em seu estado líquido, utilizando a entalpia de formação. Não se esqueça de ressaltar as condições-padrão de temperatura e de pressão.

Solicite aos estudantes que façam as atividades de 1 a 7 (p. 72) e, ao corrigir coletivamente, revise os conceitos já estudados e auxilie-os em eventuais dúvidas.

Entalpia de combustão (p. 71)

Converse com os estudantes a respeito da energia liberada na combustão e apresente outros exemplos além do etano, como: a combustão completa do gás hidrogênio e a combustão completa do etanol, e compare os valores de ΔH .

Nesse momento, é importante enfatizar que toda reação de combustão é uma fonte de energia térmica. Isso significa que teremos sempre $\Delta H_c < 0$ (processo exotérmico).

Na sequência, faça as atividades de 8 a 10 (p. 72) com os estudantes, sanando quaisquer dúvidas sobre a entalpia de combustão.

Sugestão de atividade complementar: jogo

- **Na trilha dos combustíveis.** Disponível em: <<https://revistas.unila.edu.br/relus/article/view/1482/1531>>. Acesso em: 18 jul. 2020.

Esse jogo tem por objetivo relacionar os conceitos de Termoquímica com o tema Químico/Social “Poluição × Rendimento Energético”, a fim de abordar situações cotidianas.

Interligações

(p. 73)

Peça aos estudantes que se dividam em grupos e realizem as atividades propostas.

É importante que, ao final da atividade, você inicie uma discussão com os estudantes sobre o valor energético dos alimentos, para que possam aprender o processo de medição da quantidade de caloria de um alimento, calcular a quantidade calórica de uma porção de alimento e, por fim, compreender a importância de uma dieta balanceada. Caso julgue necessário, para enriquecer a discussão, utilize o texto “De olho nos rótulos: compreendendo a unidade caloria”, disponível em: <<http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc21/v21a02.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2020.

Sugerimos discutir com os estudantes, nesse momento, a importância de interpretar as informações contidas nos rótulos dos alimentos. Atualmente existem alguns aplicativos gratuitos de celular que geram uma pontuação para classificar a qualidade dos alimentos com base nas informações apresentadas nos rótulos, como o exemplo disponível em: <<https://desrotulando.com/>>. Acesso em: 7 ago. 2020. É interessante requisitar aos estudantes que acessem esse dispositivo para analisar criticamente o sistema de pontuação e classificação adotado. Essa atividade pode contribuir para o desenvolvimento da *competência geral 5* da BNCC.

Durante a discussão, esclareça a importância de uma dieta equilibrada considerando o gasto energético realizado nas atividades diárias e da alimentação saudável.

Lei de Hess (p. 74)

Inicie a discussão desse tópico explicando aos estudantes que nem sempre é possível calcular o ΔH de uma reação. Para isso, relacione alguns motivos que podem dificultar esse cálculo, como:

- a impossibilidade de muitos compostos serem sintetizados a partir de seus elementos;
- o fato de algumas transformações químicas serem extremamente lentas;
- algumas transformações serem explosivas;
- ou mesmo o fato de várias transformações formarem produtos indesejáveis.

Então, apresente a lei de Hess como uma maneira indireta de determinar o ΔH das transformações e explique quais são os mecanismos propostos para calcular esse ΔH , enfatizando que a variação de entalpia associada a um dado processo depende somente da entalpia dos estados inicial e final, e não dos estados intermediários.

Solicite aos estudantes que façam a atividade 1 (p. 78) individualmente. Corrija os tópicos da atividade aproveitando para sanar quaisquer dúvidas.

Energia de ligação (p. 76)

Relembre aos estudantes que em todas as transformações químicas ocorrem rompimento de ligações existentes no reagente e formação de novas ligações nos produtos. Enfatize que, para que ocorra o rompimento de ligações dos reagentes, é necessário o fornecimento de energia, o que nos indica que esse é um processo endotérmico.

Utilize o modelo que ilustra o rompimento da ligação covalente entre dois átomos de hidrogênio em uma molécula de hidrogênio e o gráfico de variação da entalpia da ruptura de 1 mol de Cl_2 , presentes no livro do estudante, para ajudar na representação do rompimento da ligação e apresente o conceito de energia de ligação, não se esquecendo de frisar que entalpia de ligação é sempre positiva, pois a ruptura de ligações químicas é um processo endotérmico.

Na sequência, peça aos estudantes que realizem as atividades propostas de 2 a 5 (p. 78). Corrija-as e, em seguida, faça um fechamento geral do capítulo, retomando os pontos e os conceitos principais.



Faça a leitura coletiva do texto e resolva as atividades propostas com os estudantes, sempre incentivando a participação deles, no que se refere a suas opiniões e contribuições para a construção coletiva do conhecimento.

Avaliação

Sugerimos que a avaliação seja feita ao longo das atividades propostas no capítulo. Com isso, espera-se que seja mais fácil identificar obstáculos epistemológicos, concepções alternativas e, se necessário, reorientar o seu trabalho.

Nas atividades em grupo, avalie o envolvimento dos estudantes e a atitude deles em relação aos objetivos da atividade e aos colegas (se são colaborativos, ativos, criativos, organizados etc.).

Bibliografia complementar

- BARROS, H. L. de C. Processos endotérmicos e exotérmicos: uma visão atômico-molecular. *Química Nova na Escola*, São Paulo/SP, v. 4, n. 31, p. 241-245, 2009. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_4/04-CCD-7008.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2020.

Neste artigo, são analisadas, sob a perspectiva atômico-molecular, a absorção e a liberação de energia, na forma de calor, em processos físico-químicos. Ressalte-se que a discussão dos aspectos microscópicos permite abordar a dinâmica dos processos de transferência de energia e possibilita a introdução do fator tempo nesses processos, o que nos ajuda a identificar as possíveis dificuldades dos estudantes na compreensão dos conceitos aí envolvidos.

- PULIDO, M. D.; SILVA, A. N. Do calórico ao calor: uma proposta de ensino de Química na perspectiva histórica. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, v. 3, p. 52-77, jun. 2011. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/5628>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

O texto fornece importante oportunidade de trabalho interdisciplinar relacionando História/Filosofia das Ciências com a Física e a Química. A participação de professores dessas disciplinas nesse trabalho é desejável.

Trata-se de uma sequência didática para a construção do conceito de calor com base em trechos do livro *Conversations on Chemistry*, publicado no século XIX na Inglaterra por Jane Marcet. Nesse material são apresentados os fundamentos teóricos que embasam o uso de história da Ciência e da experimentação no ensino de Química. A aplicação da sequência didática para uma turma de 1º ano do Ensino Médio é descrita e os resultados são apresentados e discutidos, entre eles evidências da apropriação do modelo cinético-molecular de calor pelos estudantes e sua mobilização para explicar novas situações.

- RAMOS, J. Os impactos da alimentação para o meio ambiente. Instituto Akatu, jan. 2011. Disponível em: <<https://www.akatu.org.br/noticia/os-impactos-da-alimentacao-para-o-meio-ambiente/#:~:text=Quando%20falamos%20em%20sustentabilidade%2C%20pensamos,fontes%20alternativas%20de%20energia%20etc.>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

O texto permite uma reflexão sobre a relação entre uma atividade primordial para nossa vida e os impactos que ela causa no meio ambiente, permitindo que os estudantes reflitam sobre suas escolhas alimentares.

- SILVA, R. M. G.; FURTADO, S. T. F. *Diet* ou *light*: qual a diferença? *Química Nova na Escola*, São Paulo/SP, n. 21, 2005. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v21a03.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

O texto permite esclarecer os estudantes quanto ao significado de expressões frequentes em rótulos de alimentos. Chama a atenção para a conscientização necessária quanto ao que consta nos rótulos, nos quais são encontradas informações relativas à composição química e aos aspectos nutricionais, bem como palavras comuns atualmente como *diet* e *light* que precisam ser compreendidas visando ao consumo consciente.

- WWF-BRASIL. Práticas que ajudam a diminuir sua pegada ecológica. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/pegada_ecologica/sua_pegada/reduza_sua_pegada/>. Acesso em: 12 ago. 2020.

Como o título informa, o texto enfoca maneiras de reduzir o impacto que cada um de nós causa no planeta.

Resoluções

ATIVIDADE PRÁTICA

(p. 58)

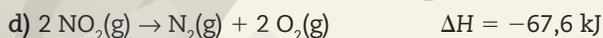
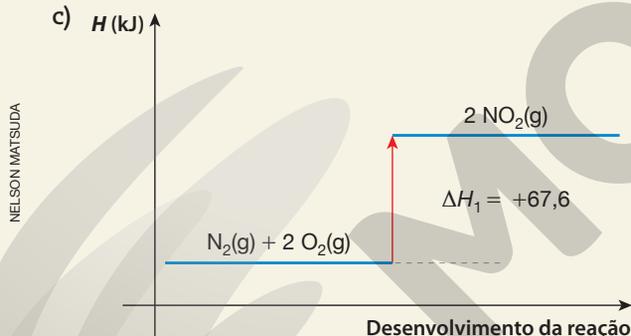
- a) Espera-se que os estudantes observem que as castanhas (ou outra semente oleaginosa) liberam maior quantidade de energia na forma de calor, provocando uma elevação mais acentuada na temperatura.
b) É desejável que os estudantes estabeleçam relação entre a quantidade de calor liberada na combustão de um alimento e seu valor energético. Na discussão desta questão, chame a atenção dos estudantes para o fato de a energia obtida em nosso organismo, com o processamento bioquímico de um nutriente, partir do mesmo estado inicial e dos mesmos reagentes (nutriente + oxigênio) que os da combustão e que ambos os processos produzem ao final as mesmas substâncias (CO_2 e H_2O); assim, o calor envolvido no cômputo geral de ambos os processos é o mesmo.
- Espera-se que os estudantes mencionem a variação da massa dos alimentos utilizados e a influência dessa variação na quantidade de calor liberada.
- É provável que os estudantes observem que a água, ao final, estava com a temperatura elevada, o que poderia influenciar nos outros testes. Além disso, pode ter havido a formação de fuligem na parede externa do tubo, dificultando a leitura do termômetro, por exemplo.
- Espera-se que os estudantes discutam a perda de calor para o ambiente e a combustão incompleta do alimento, entre outros. Uma sugestão seria a utilização de um calorímetro, cujas paredes são adiabáticas (isoladas termicamente do ambiente).

Atividades

(p. 63)

- a) Para cada mol de $\text{N}_2(\text{g})$ que reage com 2 mol de $\text{O}_2(\text{g})$, formando 2 mol de $\text{NO}_2(\text{g})$, são absorvidos 67,6 kJ.
b) O processo é endotérmico.

c)



- e) O sistema absorve 67,6 kJ na formação de 2 mol de $\text{NO}_2(\text{g})$. Dessa forma, proporcionalmente, temos:

$$2 \text{ mol de } \text{NO}_2(\text{g}) \text{ — } 67,6 \text{ kJ}$$

$$3 \text{ mol de } \text{NO}_2(\text{g}) \text{ — } x$$

$$x = \frac{67,6 \text{ kJ}}{2 \text{ mol}} \cdot 3 \text{ mol} = 101,4 \text{ kJ}$$

- f) Resposta pessoal. Os estudantes devem embasar suas respostas na abundância desses compostos no ar atmosférico e na realização de combustão realizada pelo motor, tornando o meio propício para reação.
- Não. A dissolução provoca o aumento da temperatura porque há liberação de energia na forma de calor, ou seja, o processo é exotérmico.
 - a) $\text{Zn}(\text{s}) + \text{CuSO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnSO}_4(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$
 $\Delta H = -52 \text{ kcal/mol}$

b) Sendo a massa molar do zinco metálico igual a 65,5 g/mol, 32,75 g equivalem a aproximadamente meio mol desse metal. Podemos, então, calcular:

$$65,5 \text{ g} \text{ ——— } 52 \text{ kcal}$$

$$32,75 \text{ g} \text{ ——— } x$$

$$x = 26 \text{ kcal}$$

O calor liberado na reação de 32,75 g de zinco é de, aproximadamente, 26.000 cal ou 26 kcal.

c) Com base na densidade da água (1 g/mL), concluímos que 1 L de água tem massa de 1.000 g. É fornecido o valor do calor específico da água, 1 cal/g °C. Substituindo esses valores na expressão fundamental da calorimetria, $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$, temos:

$$26.000 \text{ cal} = 1.000 \text{ g} \cdot 1 \text{ cal g}^{-1} \text{ °C}^{-1} \cdot (t_f - 30 \text{ °C})$$

A temperatura é de 56 °C.

Interligações

(p. 68)

1. Resposta pessoal. É importante avaliar alguns elementos do resumo, incluindo a utilização de fontes confiáveis. Pode-se, se necessário, questionar os estudantes sobre o conhecimento que eles possuem desse gênero textual. O professor de Língua Portuguesa pode ser convidado a participar da atividade.
2. Resposta pessoal. É provável que alguns estudantes tenham ouvido falar desse prêmio, que é periodicamente mencionado em jornais, televisão e sites. O Prêmio Nobel é um conjunto de prêmios internacionais concedido anualmente em várias categorias (Paz, Química, Física, Fisiologia ou Medicina e Literatura) em reconhecimento a contribuição cultural ou científica. Essa atividade pode contribuir para o desenvolvimento da *competência geral 9* da BNCC.
3. Embora ambas sejam substâncias combustíveis, se expostas ao ar atmosférico, têm comportamentos diferentes: o fósforo branco entra em combustão espontaneamente em contato com o oxigênio do ar (motivo pelo qual é armazenado em água), podendo causar sérias queimaduras se não for manipulado com cuidado; no caso do fósforo vermelho, é preciso fornecer-lhe energia para que a combustão se inicie – é o que fazemos, por exemplo, quando atritamos a cabeça do palito, que não contém fósforo, com a lixa da caixa de fósforos de segurança, onde esse elemento se encontra. O fósforo branco, conhecido por WP (do inglês *white phosphorus*), é usado para fins bélicos como bomba incendiária. Como é altamente solúvel em lipídios (gordura), partículas de fósforo que entram em contato com a pele podem queimar rapidamente chegando até os ossos, além de causar danos ao pulmão e à garganta devido à formação de um composto de caráter ácido (ácido fosfórico).

Comunicando ideias

(p. 69)

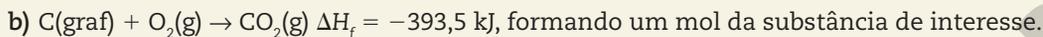
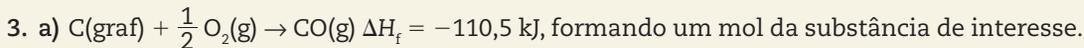
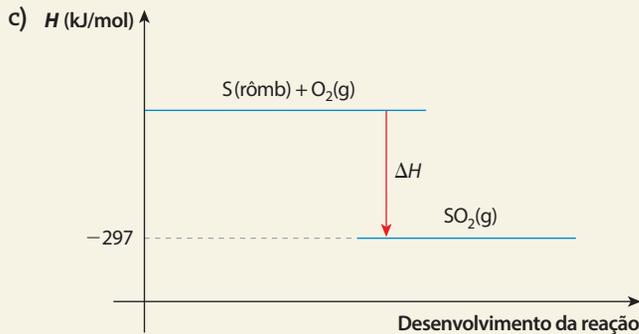
Resposta pessoal. Consulte as orientações nas *Sugestões metodológicas*.

Atividades

(p. 72)

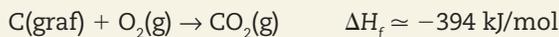
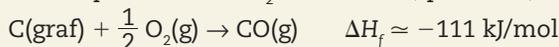
1. a) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H < 0$ (processo exotérmico; libera calor)
- b) $\text{Hg}(\text{l}) \rightarrow \text{Hg}(\text{g})$
 $\Delta H > 0$ (processo endotérmico; absorve calor)
- c) $\text{I}_2(\text{s}) \rightarrow \text{I}_2(\text{g})$
 $\Delta H > 0$ (processo endotérmico; absorve calor)
- d) $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s})$
 $\Delta H < 0$ (processo exotérmico; libera calor)

2. a) $\Delta H = -296,8 \text{ kJ/mol}$

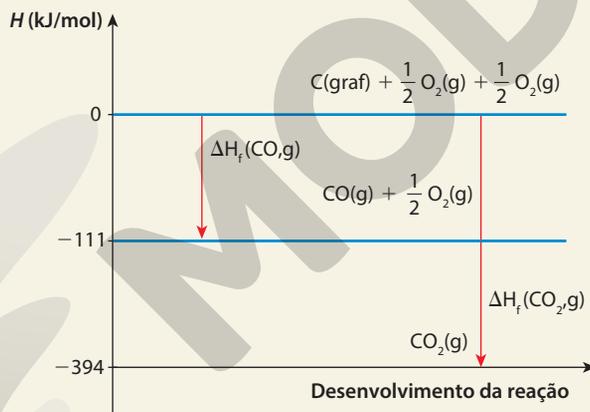


4. Em ambas as equações termoquímicas relativas à entalpia de formação, as substâncias reagentes são idênticas: C e O_2 .

Como os reagentes devem estar na forma mais estável (cuja entalpia é zero), segundo a definição de entalpia de formação, temos de partir de carbono grafita e $\text{O}_2(\text{g})$. Tanto a síntese do CO quanto a do CO_2 têm $\Delta H < 0$; portanto, a entalpia dos produtos é negativa.



Observe no gráfico que os diferentes coeficientes do O_2 são acertados, indicando-se na síntese do CO a saída de $\frac{1}{2}$ mol de O_2 para cada 1 mol de grafite. Desse modo, o coeficiente de acerto do O_2 na equação da síntese do CO_2 fica correto.



5. De acordo com os dados, a quantidade de calor liberado na formação de CO_2 é $\approx 394 \text{ kJ/mol}$ (a partir da grafita), enquanto na síntese do dióxido de carbono, quando se parte do CO, a quantidade de calor liberado é menor, 283 kJ/mol , o que poderia ser deduzido do gráfico.

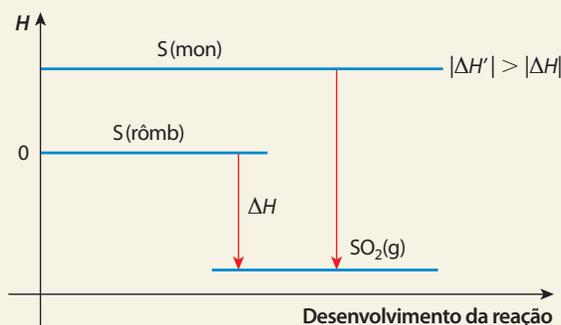


7. A entalpia de formação do CaO (ou entalpia do CaO) é igual a $-635,6 \text{ kJ}$. Isso porque a equação termoquímica fornecida corresponde à síntese desse óxido a partir das substâncias simples em sua forma mais estável, e essas substâncias elementares têm, por convenção, entalpia zero. Assim, a entalpia da reação coincide com a do CaO(s).



b) Sim. Nessa reação exotérmica, 1 mol de enxofre (rômico) entra em combustão com o gás oxigênio, originando dióxido de enxofre gasoso.

9. Não. A entalpia de combustão do enxofre monoclinico libera mais energia do que a do enxofre rômboico, o que está indicado no gráfico a seguir.



10. A reação de combustão do metano pode ser representada por:



Como $\Delta H = \sum H_p - \sum H_r$, temos:

$$\Delta H = [(-393,5 \cdot 1) + (-285,8 \cdot 2)] \text{ kJ} - [(-74,6 \cdot 1) + (2 \cdot 0)] \text{ kJ}$$

$$\Delta H = -890,5 \text{ kJ/mol}$$

Interligações

(p. 73)

1. Valores calóricos mais baixos: alface, batata-inglesa cozida e tomate *in natura*; mais altos: manteiga, queijo tipo mozzarella e pão francês.

2. Para o tomate, fazemos:

$$100 \text{ g de tomate} \text{ — } 74 \text{ kcal} = (74 \cdot 4,20) \text{ kJ}$$

$$1 \text{ g de tomate} \text{ — } x$$

$$x \approx 3,10 \text{ kJ/g}$$

Analogamente,

$$100 \text{ g de batata-inglesa cozida} \text{ — } 51 \text{ kcal} = (51 \cdot 4,20) \text{ kJ}$$

$$1 \text{ g de batata-inglesa cozida} \text{ — } y$$

$$y \approx 2,14 \text{ kJ/g}$$

$$100 \text{ g de manteiga} \text{ — } 673 \text{ kcal} = (673 \cdot 4,20) \text{ kJ}$$

$$1 \text{ g de manteiga} \text{ — } z$$

$$z \approx 28,27 \text{ kJ/g}$$

Tomate $\approx 3,10 \text{ kJ/g}$; batata-inglesa cozida $\approx 2,14 \text{ kJ/g}$; manteiga $\approx 28,27 \text{ kJ/g}$.

3. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes citem como informações importantes em um rótulo de alimento: presença de gordura *trans*, quantidade de fibra, de sódio. É possível que eles citem também a indicação de ingredientes que podem ser prejudiciais a alérgicos. É interessante dizer, caso os estudantes não saibam, que a lista de ingredientes disponível no rótulo é construída em ordem dos componentes que estão presentes em maior quantidade.

Interligações

(p. 77)

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes compreendam que, de maneira geral, quanto maior a quantidade de energia que um país é capaz de gerar, maior é sua capacidade de produzir materiais com valor agregado. Um exemplo é o Brasil, que, apesar de ter uma enorme reserva de bauxita, ainda precisa importar alumínio, porque a extração desse metal a partir do minério bauxita é um processo que consome uma quantidade enorme de energia.
2. Espera-se que os estudantes entendam que, apesar do uso disseminado da expressão “gerar energia”, a energia não é gerada, mas sim transformada: uma forma de energia se transforma em outra.

3. É interessante que os estudantes destaquem a redução da quantidade de lixo e o uso de combustíveis derivados de fontes renováveis e menos poluentes que os derivados do petróleo.
- Espera-se que os estudantes mencionem que o biogás é uma fonte de energia renovável e, se produzida adequadamente, tem pouca emissão de poluentes em comparação aos combustíveis fósseis.
 - Resposta variável. Os estudantes podem mencionar, por exemplo, as termelétricas a carvão mineral e as usinas nucleares.
 - Ao adicionar o etanol à gasolina, substituímos parte de um combustível fóssil por um combustível renovável e menos poluente.
4. É possível que os estudantes abordem o uso como combustível em ônibus (uso de gás metano para gerar energia mecânica), na produção de energia elétrica (um exemplo é a usina movida a biogás que funciona no município de São Paulo, junto a um aterro sanitário), no cozimento de alimentos (ou em outro processo endotérmico, isto é, que requer energia na forma de calor).
5. Espera-se que os estudantes associem esse procedimento à densidade do metano, que é menor que a dos componentes do ar.

Atividades

(p. 78)

- $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$, uma vez que sua dissolução é endotérmica.
 - Anidro é o termo que, em Química, designa aquilo que não contém água. A informação de que se trata do sal anidro é necessária porque o cloreto de cálcio, CaCl_2 , forma sais hidratados, como $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$. O sal anidro, quando é posto em contato com a água formando uma solução aquosa, causa a liberação de energia na forma de calor.
 - De acordo com a equação termoquímica fornecida, para cada 1 mol de CaCl_2 (cuja massa molar é igual a 111 g/mol) que se dissolve em água, são liberados 82,8 kJ. Então:

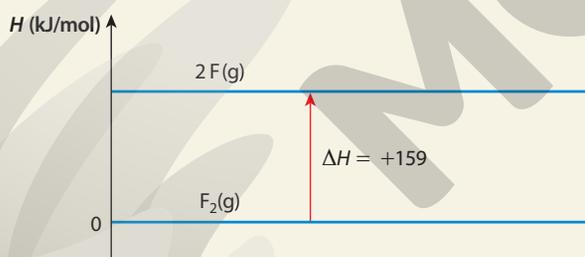
$$111 \text{ g} \text{ — } 82,8 \text{ kJ}$$

$$55,5 \text{ g} \text{ — } x$$

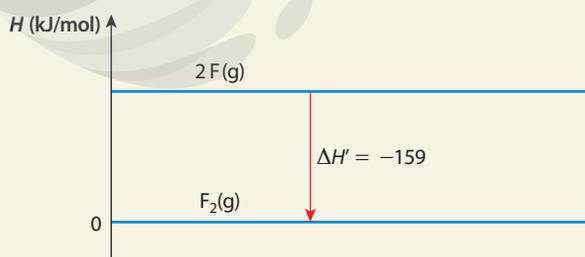
$$x = \frac{82,8 \text{ kJ} \cdot 55,5 \text{ g}}{111 \text{ g}}$$

$$x = 41,4 \text{ kJ}$$

2.



4.



- É impossível fazer tal afirmação sem consultar valores de energia de ligação, pois, além de se formarem moléculas por união de átomos (processos exotérmicos), há rompimento das ligações $\text{N} - \text{N}$ e $\text{H} - \text{H}$ (processos endotérmicos).

1. O fato de os estados inicial e final serem os mesmos tanto na combustão quanto no nosso organismo.
2. a) Resposta pessoal. Oriente os estudantes a calcularem o IMC apenas para a avaliação pessoal, não sendo necessário compartilhar essas informações, e esclareça possíveis dúvidas que eles apresentem em relação ao cálculo proposto. Na discussão da atividade 1, caso perceba comentários preconceituosos, incentive o respeito ao outro e, caso julgue interessante, converse com os estudantes sobre gordofobia explícita e implícita, procurando desmistificar estereótipos de beleza e promovendo a valorização dos diferentes biotipos. Sobre como combater o preconceito na escola, sugerimos a leitura do artigo disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/12926/somosdiferentessomosiguais>>. Acesso em: 7 ago. 2020.

b) Significa que a obesidade pode levar a doenças; obesos correm um risco maior que os não obesos de desenvolver certas doenças. Sugerimos comentar com os estudantes que a obesidade pode ser mais perigosa quando associada a outros fatores de risco, como tabagismo, sedentarismo, doenças cardiovasculares e respiratórias, diabetes e câncer, entre outras.

c) Comorbidade é um termo técnico da área da saúde, utilizado para indicar situações em que um indivíduo possui alguma doença em conjunto com outra, ou seja: a coexistência de doenças. Nem todos os dicionários apresentam esse verbete, por ser um termo técnico. Veja o que o Portal da Saúde, um projeto do Ministério da Saúde, fala sobre o assunto:

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), pacientes com condições crônicas preexistentes, como diabetes e hipertensão, apresentaram versões mais graves da doença causada pelo novo Coronavírus, a COVID-19. Isso significa dizer que a infecção se desenvolveu rapidamente para a síndrome do desconforto respiratório agudo, insuficiência respiratória aguda e outras complicações.

Sabendo que a obesidade anda de mãos dadas com essas doenças crônicas, a preocupação para que ocorra o controle adequado da pressão arterial e dos níveis glicêmicos tende a ser ainda maior, além dos cuidados individuais e coletivos como medidas de proteção para assim evitar a COVID-19 e suas complicações.

O boletim do Ministério da Saúde sobre a disseminação do COVID-19 no Brasil, divulgado no início de abril, apontou uma nova tendência relacionada às mortes por Coronavírus: a obesidade estava mais presente nos óbitos de jovens que nos de idosos. [...]

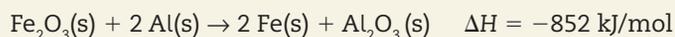
POR QUE a obesidade é um fator de risco para pessoas com Coronavírus? Portal da Saúde, 5 maio 2020. Disponível em: <<https://saudebrasil.saude.gov.br/ter-peso-saudavel/por-que-a-obesidade-e-um-fator-de-risco-para-pessoas-com-coronavirus>>. Acesso em: 18 jul. 2020.

d) Na medida em que esses índices diminuam, a incidência de doenças que se ligam à obesidade também cai, reduzindo os gastos do país com tratamentos de saúde. Na discussão sobre a obesidade, procure desfazer os preconceitos dos estudantes em relação à massa corporal. Para preparar-se para abordar tanto a obesidade quanto a questão da bulimia e da anorexia, sugerimos a leitura das entrevistas do doutor Táki Cordás – psiquiatra e professor de Psiquiatria na Universidade de São Paulo. Disponível em: <<https://drauzioavarella.uol.com.br/entrevistas-2/obesidade-grau-3-aspectos-psicologicos-entrevista/>> e <<https://drauzioavarella.uol.com.br/entrevistas-2/anorexia-e-bulimia-nervosas-entrevista/>>. Acessos: em: 18 jul. 2020.

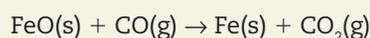
3. Alternativa d. Com base no gráfico, é possível afirmar que a variação de entalpia do processo é praticamente nula, pois a entalpia dos reagentes é quase igual à dos produtos. Entretanto, nada podemos afirmar sobre a quantidade de produtos formados.

4. Alternativa d. Segundo o enunciado, a reação permite que seja atingida uma temperatura de cerca de 2.000 °C, ou seja, é uma reação que libera grande quantidade de energia; portanto, é exotérmica, com variação de entalpia negativa.

Uma equação que representa a reação química entre um óxido metálico e um alumínio metálico:

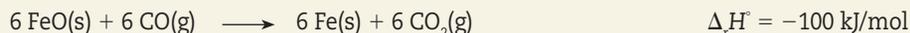
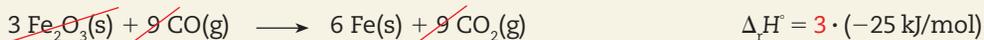


5. Alternativa b. Para chegar à equação termoquímica do processo:

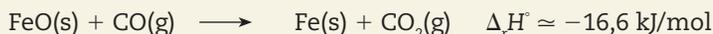


temos de usar as três equações no sentido fornecido (por exemplo, Fe aparece nos produtos da equação a que se deseja chegar, e o mesmo ocorre na primeira equação). No entanto, nessa solução, é preciso acertar os coeficientes, para que possamos fazer os cancelamentos necessários, e também os valores de ΔH correspondentes, da seguinte maneira:

- a primeira equação e o respectivo ΔH por 3;
- a segunda equação e o respectivo ΔH por 2.



Dividindo os coeficientes por 6, temos:



6. Alternativa c. Os três diagramas de entalpia representam reações de síntese em que os reagentes são substâncias simples, ou seja, eles nos fornecem as entalpias-padrão de formação das substâncias envolvidas na combustão completa do acetileno. Dos diagramas temos:

$$\text{C}_2\text{H}_2 : \Delta H_f^\circ = +227 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{CO}_2 : \Delta H_f^\circ = -393 \text{ kJ/mol}$$

$$\text{H}_2\text{O} : \Delta H_f^\circ = -286 \text{ kJ/mol}$$

A entalpia-padrão de combustão pode ser calculada por:

$$\Delta H = \Delta H_{\text{produtos}} - \Delta H_{\text{reagentes}}$$

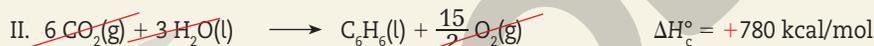
$$\text{C}_2\text{H}_2(\text{g}) + \frac{5}{2} \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

$$\Delta H_r^\circ = [2 \cdot (-393) + (-286)] \text{ kJ/mol} - [(+227) + (0)] \text{ kJ/mol}$$

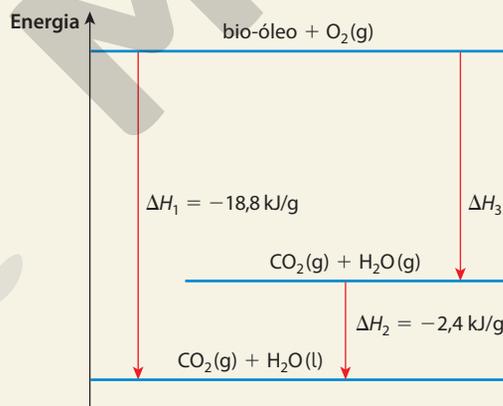
$$\Delta H_r^\circ = -1299 \text{ kJ/mol}$$

7. Alternativa b. Para chegar à equação termoquímica da trimerização do acetileno, temos de:

- multiplicar por 3 a equação I e o respectivo ΔH ;
- inverter a equação II e o sinal de seu ΔH .



8. Alternativa c. A variação de entalpia para a queima de 1 g de bio-óleo em CO_2 gasoso e H_2O gasoso (ΔH_3) é dada pela diferença entre as variações de entalpia fornecidas no gráfico:



$$\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2 = [-18,8 - (-2,4)] = -16,4 \text{ kJ/g}$$

Se a combustão de 1 g de bio-óleo libera 16,4 kJ, a de 5 g do combustível libera 82,0 kJ.

Capítulo 4

As moléculas da vida

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 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 competência diz respeito ao conhecimento. Ela valoriza e utiliza os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo cultural, social e físico para compreender e intervir na realidade. É trabalhada durante todo o capítulo, que tem como base os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo natural.	Todo o capítulo
2	A competência trata da curiosidade científica, trabalhada ao promover a análise dos próprios hábitos dos estudantes à luz do conhecimento científico.	Todo o capítulo
4	Por meio de diferentes linguagens, os estudantes deverão ser capazes de se expressar, 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.	84 e 88
8	A competência versa sobre o autocuidado e a saúde física e emocional, desenvolvendo no estudante a capacidade de reconhecer suas emoções e a dos outros, com autocrítica, e capacidade para lidar com elas. Isso é feito durante as considerações sobre nutrição.	99

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
1	EM13CNT101	Ao analisarem as calorias dos alimentos, os estudantes trabalham transformação de energia em situações cotidianas.	99
3	EM13CNT301	A habilidade de 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 é trabalhada no debate sobre a importância das pesquisas científicas.	104 e 105
	EM13CNT302	A habilidade é desenvolvida nos momentos em que é solicitado ao estudante que comunique resultados de pesquisas, conclusões e informações para públicos variados, usando diferentes mídias.	84, 89 e 103

Conhecimentos prévios para melhor aproveitamento do conteúdo

O capítulo trata das biomoléculas, fazendo uma abordagem interdisciplinar que envolve os componentes curriculares de Química e Biologia. Para que a compreensão dos estudantes seja maximizada, é importante sondar e retomar conceitos trabalhados em Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental.

Durante o 6º ano, os estudantes têm o primeiro contato com misturas e substâncias químicas, em especial na unidade temática “Matéria e Energia”, por meio das habilidades:

- (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).

A unidade temática de “Vida e Evolução”, do 6º ano, trabalha a organização celular, e os níveis de organização por meio das habilidades:

- (EF06CI05) Explicar a organização básica das células e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos.
- (EF06CI06) Concluir, com base na análise de ilustrações e/ou modelos (físicos ou digitais), que os organismos são um complexo arranjo de sistemas com diferentes níveis de organização.

Durante o 9º ano, os estudantes aprofundam o estudo da Química com habilidades que abordam mudanças químicas e físicas. Também estudam a organização da matéria e os modelos atômicos. Esse conteúdo deve ser retomado com ênfase, pois é essencial para a compreensão da organização das biomoléculas. As habilidades envolvidas são:

- (EF09CI01) Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.
- (EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.

Objetivos do capítulo

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

- Compreender quais são os constituintes comuns dos seres vivos.
- Identificar as diferentes funções que as biomoléculas exercem nos organismos.
- Compreender como os seres vivos obtêm biomoléculas.

A compreensão da manutenção da vida é condição para analisar as ameaças a ela e para propor soluções de sustentabilidade. A identificação das diferentes funções das biomoléculas no corpo auxilia na compreensão da homeostase dos organismos e no equilíbrio do ambiente. Compreender quais são as biomoléculas, quais as suas funções e como são produzidas auxilia os estudantes a compreender a dinâmica da vida, subsidiando escolhas mais responsáveis para seus próprios hábitos e costumes, como a dieta.

Sugestões metodológicas

Para começo de conversa

(p. 82)

Inicie a aula analisando a imagem de abertura do capítulo. Verifique se os estudantes conseguem compreender o esquema e as proporções representadas. Retome, então, a importância da água para os seres vivos. Peça a eles que listem o que lembram sobre a importância dessa substância.

Solicite a um dos estudantes que leia em voz alta o primeiro parágrafo. Caso eles não as tenham listado, explique brevemente as propriedades que fazem com que a vida, como a conhecemos, seja baseada em água. Comente a importância da adesão-coesão para que as plantas consigam transportar água do solo sem gasto de energia, ou ainda sobre a polaridade da molécula de água e de como isso faz com que ela seja considerada solvente universal.

Peça, então, a outro estudante que leia o segundo e terceiro parágrafos e debata sobre o conteúdo. A amônia, para a maioria dos seres vivos, é tóxica. Estimule a imaginação dos estudantes debatendo o fato de que não seria impossível encontrar uma forma de vida baseada em outra substância

que não a água em outro planeta ou satélite, com condições ambientais diferentes daquelas encontradas na Terra.

Por fim, leia os objetivos e peça aos estudantes que tentem responder às perguntas no caderno. Não há necessidade de rigor aqui. Informe-os de que, ao final do capítulo, eles devem reler essas respostas e refletir sobre o que mudou em relação à visão original que tinham.

De que os seres vivos são formados? (p. 83)

Inicie o tópico fornecendo aos estudantes uma tabela periódica para que, durante a leitura, eles possam identificar os elementos mencionados. Inicie mostrando que a tabela periódica tem 118 elementos. Leia, então, os dois primeiros parágrafos do livro em voz alta e analise com a turma o gráfico, comparando as proporções.

Se a escola tiver o material disponível, é possível construir modelos de moléculas orgânicas. Existem *kits* prontos que ligam bolas de diferentes cores, com conexões semelhantes, a canudos, e assim permitem a criação de modelos de moléculas. Caso não seja possível, a representação pode ser feita com massinha de modelar de diferentes cores ligadas por varetas. Esclareça que as bolas representam átomos dos elementos. A tentativa de construção de algumas moléculas é importante e pode ser usada em diversos momentos ao longo do capítulo, para tornar o ensino mais significativo.

Explore a imagem que mostra as moléculas de glicose e amido, explicando que diversas moléculas orgânicas repetem esse padrão. Diversas moléculas pequenas (monômeros) se ligam e criam novas moléculas, com outras propriedades. No caso da glicose, a quantidade de ramificações que as cadeias de glicose faz é determinante para suas propriedades, criando o glicogênio ou o amido, por exemplo. No caso das proteínas, a ordem dos aminoácidos cria diferentes interações na molécula, gerando diferentes formatos, essenciais nas funções da proteína.

Caixa de ferramentas

(p. 83)

Peça a um dos estudantes que leia o texto da seção e proponha que os demais reconheçam alguns elementos na tabela periódica que tenham símbolos que não correspondem ao nome da substância em português. Existem vários exemplos, como o enxofre, o potássio, o cobre, o ouro e a prata. Relembre o conteúdo debatido no 9º ano do Ensino Fundamental, quando os estudantes trabalharam os conceitos de átomo, elemento químico, substância e molécula.

Peça a eles que façam uma tabela com as funções das moléculas orgânicas. Durante o trabalho com o capítulo, solicite que preencham a tabela com exemplos de moléculas que realizam cada uma dessas funções.

Comunicando ideias

(p. 84)

Explore o tema debatendo com os estudantes o que eles já pensaram sobre o assunto. Durante a pesquisa, oriente-os a utilizar diferentes fontes. Há um ramo de estudo dedicado a compreender como se daria a vida em outros planetas, a Astrobiologia. Para aprofundamento do professor, sugerimos o livro *Astrobiologia, uma ciência emergente*, disponível em: <<https://www.iag.usp.br/astrobiologia/sites/default/files/astrobiologia.pdf>> (acesso em: 10 jul. 2020).

A água e os sais minerais (p. 84)

Para mostrar a estrutura da molécula da água, é possível utilizar modelos prontos, como já sugerido. Caso isso não seja possível, existem alternativas *on-line* para que os estudantes possam observar como seria o modelo da molécula de água. O aplicativo Phet, da Universidade do Colorado, tem muitas ferramentas para auxiliar no ensino de Ciências da Natureza e Matemática. A ferramenta “Construa uma molécula” permite que os estudantes compreendam a interação entre diferentes elementos. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/build-a-molecule> (acesso em: 10 jul. 2020).

A tensão superficial pode ser demonstrada por vídeos ou empiricamente. O canal *Manual do Mundo* apresenta uma série de experimentos fáceis de se realizar para demonstrar essa propriedade. Listamos abaixo duas delas bem simples:

- Aposta da tensão superficial: <<https://manualdomundo.uol.com.br/2011/09/aposta-da-tensao-superficial/>> (acesso em: 10 jul. 2020). Este vídeo procura demonstrar quantas gotas de água cabem em cima de uma moeda, revelando como a tensão mantém as gotas unidas.
- Leite psicodélico: <<https://manualdomundo.uol.com.br/2010/12/faca-leite-psicodelico-com-corante-e-detergente/>> (acesso em: 10 jul. 2020). Com leite, corante e detergente, é possível mostrar a tensão superficial sendo rompida.

A capacidade de dissolução da água também pode ser demonstrada empiricamente, misturando diferentes solutos na água e medindo com os estudantes a quantidade que pode ser dissolvida. O aplicativo Phet permite simular isso virtualmente: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/soluble-salts> (acesso em: 10 jul. 2020). Esse simulador permite visualizar quando a solução se torna saturada, auxiliando a compreender como a dissolução ocorre.

Por fim, a compreensão do conceito de calor específico pode ser melhor compreendida com exemplos práticos que os estudantes já vivenciaram. Explique a eles que materiais com baixo calor específico, como muitos metais, precisam de pouca energia para mudar de temperatura. Por isso, se colocarmos uma panela vazia no fogão, ela se aquece muito rapidamente, mas também esfria rapidamente quando retirada da chama. Uma panela cheia de água, por sua vez, demora muito mais para esquentar e esfriar. Isso se deve ao calor específico dos materiais. Quanto maior o calor específico, maior a quantidade de energia necessária para mudar a temperatura. Mais informações sobre isso, considerando os aspectos físicos envolvidos, podem ser encontradas nos capítulos 1 e 2. Outro exemplo clássico é o da praia em um dia ensolarado. A areia, por ter um calor específico mais baixo, esquenta rapidamente durante o dia, enquanto a água demora mais para esquentar. Quando o Sol se põe, pode-se notar que a areia esfria rapidamente, enquanto a água se mantém aquecida por mais tempo.

Importância da água para a vida (p. 86)

Peça aos estudantes que comparem a lista que fizeram na seção **Para início de conversa**. Debata quais itens eles já tinham mencionado e quais estão conhecendo agora. Proponha que completem a lista de acordo com o que já tinham colocado. Durante o debate, retome as propriedades da água mencionadas anteriormente, discutindo qual delas é central para cada uma das funções mencionadas.

Interligações

(p. 86)

O comportamento anômalo da água é essencial para a manutenção da vida em regiões frias. As pontes de hidrogênio fazem as moléculas de água ficarem mais afastadas quando congeladas e, portanto, ocupam um volume maior. Essa propriedade faz com que o gelo flutue. O gelo é um isolante térmico melhor que a água líquida, o que contribui para manter a camada superficial da água congelada. Mais uma vez, o aplicativo Phet pode ser usado para mostrar o fenômeno virtualmente: <https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_pt_BR.html> (acesso em: 10 jul. 2020). Nessa página, é possível simular o comportamento das moléculas de água em diferentes temperaturas.

Para compreender a situação, deve-se perceber quais são as variáveis relevantes a essa análise; no caso, a densidade associada à temperatura. O gelo é menos denso que a água, portanto, flutua conforme congela. A pergunta refere-se à inversão da situação: se o gelo fosse mais denso e afundasse, o lago congelaria do fundo à superfície, congelando qualquer forma de vida até se tornar um imenso bloco de gelo. Perceber quais são as variáveis que influenciam a situação e descartar as variáveis irrelevantes à análise são habilidades que dialogam com o pilar **abstração** do pensamento computacional.

Sais minerais (p. 87)

Peça aos estudantes que encontrem, na tabela periódica, os elementos que formam os cátions apresentados. Comente que os íons mostrados estão todos próximos na tabela, sendo todos metais. Aproveite para sondar o conhecimento dos estudantes sobre doenças carenciais, como a anemia. Essa pode ser uma boa oportunidade de retomar e aprofundar os conhecimentos dos estudantes sobre a própria dieta.

Carboidratos (p. 88)

Relembre os conceitos de respiração celular, em que um monossacarídeo, a glicose, tem papel central. Explore a etimologia das palavras, em especial de radicais que aparecem em outros assuntos de Ciências da Natureza. Dessa forma, a memorização dos conceitos centrais fica mais intuitiva, o que contribui para a leitura inferencial.

Importância dos carboidratos para os seres vivos (p. 89)

Retome a lista da página 83, que mostra funções das moléculas orgânicas. Analise a imagem e explique aos estudantes que, apesar de a maioria ter função energética, existem carboidratos com funções estruturais, como a celulose e a quitina. Se possível, solicite aos estudantes uma pesquisa para que observem a estrutura dos carboidratos mencionados, classificando-os em monossacarídeos, dissacarídeos ou polissacarídeos.

Comunicando ideias

(p. 89)

É importante que os estudantes analisem rótulos para se familiarizarem com esse tipo de informação. Trabalhe noções de proporção para que eles comparem as quantidades de nutrientes em porções de tamanho equivalente. O portal do Dr. Drauzio Varella traz uma matéria que pode ser lida ao final da atividade com os estudantes, para auxiliá-los na conscientização dos males do consumo excessivo de açúcares. Disponível em: <<https://drauziovarella.uol.com.br/alimentacao/males-e-beneficios-do-acucar/>> (acesso em: 10 jul. 2020).

Proteínas (p. 90)

Neste momento, pode-se realizar uma atividade conjunta com o professor de Química para aprofundar o estudo das funções orgânicas presentes nos aminoácidos e a reação de desidratação que caracteriza a ligação peptídica. Novamente, se possível, utilize modelos físicos para demonstrar as ligações. Explique aos estudantes que esse processo se repete muitas vezes e as proteínas são geralmente feitas de muitos aminoácidos.

Interligações (p. 90)

Os nove aminoácidos essenciais são: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina. Basicamente, o arroz é rico nos aminoácidos metionina e cisteína, porém pobre em lisina (como os outros cereais). O feijão é rico em aminoácidos essenciais, mas pobre nos dois aminoácidos sulfurados presentes no arroz.

Sugestão de atividade complementar

Solicite aos estudantes que escolham alguns alimentos mais comuns na merenda da escola e pesquisem e debatam sobre a composição nutricional deles. Proponha que, ao final da atividade, criem uma lista de sugestões para enriquecer o cardápio em termos nutricionais, caso julguem necessário.

Funções das proteínas (p. 91)

A compreensão das funções das proteínas é essencial para o entendimento das reações químicas que ocorrem no corpo. Pode-se analisar os próximos tópicos e depois dividir a turma em grupos, para que os estudantes busquem e exemplifiquem a função de algumas proteínas no organismo.

Estrutura das proteínas (p. 91)

Uma boa forma de visualização da estrutura das proteínas é utilizar um fio espiralado (como o de telefones antigos) para mostrar a estrutura tridimensional. Pode-se, inclusive, desenhar símbolos nos fios para que os estudantes compreendam que a proteína é uma sequência de aminoácidos e que, dependendo dessa sequência, ela se enrolará de formas diferentes. Esclareça que, dependendo do radical que um aminoácido possui, ele pode ser atraído ou repelido por outros aminoácidos. Certos aminoácidos, como os que têm enxofre em sua composição, podem criar pontes com outros aminoácidos, alterando a estrutura da proteína.

Um exemplo de atividade enzimática que pode ser facilmente demonstrado é o contato do sangue com a água oxigenada – quando a utilizamos para limpar um pequeno ferimento na pele. A catalase presente no sangue acelera a reação de decomposição da água oxigenada, liberando gás oxigênio rapidamente e ocasionando borbulhamento. Quando passamos água oxigenada em pequenos ferimentos, o objetivo é eliminar bactérias anaeróbias estritas, em especial a bactéria causadora do tétano.

Lipídios (p. 93)

Esclareça aos estudantes que os lipídios são geralmente usados pelos organismos para acumular energia. Explique a eles que a estrutura molecular dos lipídios é decisiva no modo como eles se apresentam em sua forma “macro”. Os óleos, por exemplo, têm insaturações que os tornam fluidos a temperatura ambiente. As gorduras animais são saturadas, ficando mais compactadas e apresentando a textura sólida em temperatura ambiente, como a manteiga ou a banha.

Lipídios com ácidos graxos (p. 94)

Um exemplo que pode ser usado para que os estudantes se lembrem dos fosfolipídios é a análise de um vírus encapsulado. Os vírus encapsulados possuem uma camada de fosfolipídios que obtêm da célula hospedeira. Um exemplo de vírus desse tipo é o coronavírus. Por essa razão, lavar as mãos com água e sabão é uma forma efetiva de combate ao vírus. Para ilustrar a interação entre sabão e lipídios com ácidos graxos, pode-se colocar em água uma gota de óleo vegetal e, depois, pingar uma gota de detergente, “quebrando” a gota de gordura em partículas menores. Esse tema pode também ser utilizado para retomar o papel da bile na digestão de gorduras.

Lipídios sem ácidos graxos (p. 94)

Comente as diferenças entre pigmentos vegetais utilizando exemplos práticos da cozinha. Quando cozinhamos cenoura, ela não deixa o prato alaranjado, pois seu pigmento é um lipídio e, conseqüentemente, não se dissolve na água. O mesmo não ocorre, por exemplo, com o pigmento presente no repolho roxo ou na beterraba; esse pigmento não é um lipídio, e é solúvel em água. No entanto, se refogarmos a cenoura em óleo, ele se torna alaranjado, pois o óleo solubiliza o lipídio presente na cenoura.

Utilize o exemplo dos esteroides para debater com os estudantes que uma dieta não pode ser totalmente livre de lipídios. Reforce o debate lendo com eles as funções que essas substâncias cumprem no corpo.

Interligações (p. 95)

Questione os estudantes se conhecem alguém que faz sabão em barra em casa. Se sim, explore a questão explicando a reação de saponificação entre o óleo de cozinha e o hidróxido de sódio. Novamente, pode-se realizar o experimento de pingar detergente no óleo ou refazer um dos experimentos sobre tensão superficial, caso seja necessário reforçar o conceito.

Sugira que os estudantes pesquisem sobre detergentes biodegradáveis e peça a eles que compartilhem o que descobriram. Destaque a informação de que os tipos de detergente diferem entre si pela constituição de suas cadeias carbônicas. A cadeia ramificada que constitui detergentes não biodegradáveis impede sua decomposição por bactérias. Desse modo, o detergente dissolvido no esgoto produz espuma nos ambientes onde foi despejado, o que dificulta a oxigenação da água e, conseqüentemente, prejudica a vida aquática.

Comunicando ideias (p. 96)

Oriente os estudantes a buscar fontes seguras e debata com eles como a internet pode passar informações errôneas para as pessoas, em especial aquelas que sofrem com o padrão de beleza que é imposto socialmente.

Uma fonte que pode ser indicada aos estudantes é a matéria “Epidemia de obesidade é resultado de alteração do padrão alimentar”, disponível em: <<https://agencia.fapesp.br/epidemia-de-obesidade-e-resultado-de-alteracao-do-padrao-alimentar/27508/>> (acesso em: 10 jul. 2020).

Ácidos nucleicos (p. 96)

Analise a imagem com os estudantes, debatendo as estruturas representadas. Peça que leiam o texto e debata o padrão de pareamento das bases no DNA. Se possível, mostre uma representação da molécula para eles compreenderem a estrutura helicoidal de forma tridimensional.

Um assunto que pode ser explorado como aprofundamento do tema é o “mundo de RNA”. Mostre o artigo disponível em <<https://super.abril.com.br/ciencia/origem-da-vida-se-no-inicio-tudo-era-rna-como-ele-se-reproduzia/>> (acesso em: 10 jul. 2020) e peça que busquem outras fontes para explicar a hipótese de o RNA ter surgido antes do DNA. Esse debate pode ser enriquecido retomando-se o debate inicial do capítulo, sobre a busca de vida em outros planetas.

Atividades

(p. 98)

Na atividade 1, os estudantes encontram uma sequência de bases nitrogenadas que correspondem a uma cadeia de ácido nucleico. A partir dela, devem identificar se é uma cadeia de DNA ou RNA, justificando a resposta e, em seguida, determinar a sequência complementar à que foi dada. Para responder ao item **a)**, os estudantes devem identificar a presença de timina, o que caracteriza a sequência como DNA. Para responder ao item **b)**, eles devem construir a cadeia complementar, determinando, uma a uma, as bases nitrogenadas complementares às presentes na cadeia. O processo de obtenção da cadeia complementar assemelha-se a um **algoritmo** (um dos pilares do pensamento computacional), em que se relaciona adenina com timina e citosina com guanina.

Vitaminas (p. 98)

Neste momento, pode-se realizar uma retomada das doenças carenciais, solicitando aos estudantes que pesquisem sobre as doenças que não conhecem e que estão na lista. O debate sobre vitaminas é essencial para que eles compreendam a importância de uma alimentação balanceada e diversificada, baseada em ingredientes *in natura*.

Comunicando ideias

(p. 99)

A automedicação é um problema sério no país e inclui a suplementação vitamínica. Há estudos que demonstram que o consumo exagerado de vitaminas pode aumentar os riscos de desenvolvimento de câncer e doenças vasculares. A matéria disponível em <<https://www.comciencia.br/vitaminas-dos-beneficios-aos-riscos/>> (acesso em: 10 abr. 2021) lista alguns desses perigos, e pode ser utilizada para alertar os estudantes sobre hábitos alimentares, fornecendo argumentos para eles debaterem o assunto com pessoas próximas.

Nutrição (p. 100)

Relembre os estudantes de que uma dieta diversificada deve levar em conta muito mais que apenas as calorias. O assunto suscita interesse por parte deles, em especial nessa fase da vida em que há pressão sobre a estética do corpo, com a tentativa de atingir padrões impostos socialmente. A simulação disponível em <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/eating-and-exercise> (acesso em: 10 jul. 2020) analisa as classes de alimento e os hábitos da pessoa de acordo com características como idade, peso e altura, e pode ser utilizada para motivar debates sobre as dietas dos estudantes.

Origens da culinária brasileira (p. 100)

Cada região do país tem influências mais significativas de um ou outro povo. Aproveite a leitura para debater essas influências culturais no local onde vivem. Se julgar pertinente, faça um trabalho em conjunto com o professor de História

para promover uma pesquisa aprofundada sobre a culinária da região, avaliando aspectos culturais, ecológicos e nutricionais.

Pirâmides alimentares (p. 100)

Debata como diferentes descobertas científicas mudaram a forma segundo a qual nos relacionamos com a alimentação a partir das duas pirâmides propostas. Comente também que, apesar de haver consenso em questões gerais, não existe uma única dieta “correta”.

Com base nas pirâmides e nas recomendações, os estudantes devem montar a própria dieta, cuidando para que seja o mais diversificada possível, garantindo o aporte dos nutrientes necessários à manutenção da saúde. As atividades físicas, o consumo de água e a redução do consumo de alimentos processados são essenciais para garantir uma boa nutrição. Explique a eles que muitos nutricionistas orientam as pessoas a preparar sua alimentação, evitando comidas prontas, principalmente industrializadas. Ao desenvolver esse hábito, deixa-se os alimentos processados de lado.

Comunicando ideias

(p. 103)

Aproveite a oportunidade para discutir a importância da informação nutricional em rótulos dos alimentos. Se julgar interessante, proponha aos estudantes que construam infográficos mostrando as informações essenciais e publique-os nas redes sociais da escola.

Avaliação

A avaliação deve ser contínua, observando os debates dos estudantes durante o capítulo e aproveitando as diferentes seções de atividades. Caso julgue necessário uma avaliação final, pode-se sugerir que os estudantes elaborem um trabalho sobre dieta e qualidade de vida. Eles podem fazer uma análise da comida oferecida na merenda ou cantina, ou mesmo da dieta cotidiana de cada um, montando pirâmides alimentares individuais e comparando-as com as pirâmides mostradas no livro.

Bibliografia complementar

- NUTRIÇÃO Prática. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/presidente-prudente-regiao/blog/nutricao-pratica/>> (acesso em: 10 jul. 2020).
Portal com diferentes matérias relacionadas a dieta e hábitos de vida saudáveis.

Resoluções

Atividades

(p. 84)

1. Oxigênio, carbono e hidrogênio. Os estudantes podem sugerir muitas moléculas. As moléculas orgânicas têm carbono e hidrogênio e grande parte das funções orgânicas também possuem oxigênio. Entre as inorgânicas, os estudantes podem citar a água, o gás carbônico, o metano, entre outras.
2. a) Energética. c) Reguladora.
b) Hereditariedade. d) Protetora.
3. a) Resposta pessoal, dependendo dos produtos. Espera-se que os estudantes reconheçam gorduras, carboidratos, proteínas, entre outros componentes específicos.

realização de diversas funções do organismo, de modo que ele fica debilitado. Para evitar o problema, pessoas nessa condição devem alterar a dieta alimentar, substituindo os alimentos com glúten por outros sem essa proteína, como legumes, frutas, carnes, peixes, ovos e arroz.

2. O arroz e o feijão se complementam, oferecendo grande parte dos nutrientes que uma refeição completa deve ter, como carboidratos, proteínas, vitaminas e sais minerais.
3. Os óleos vegetais são considerados essenciais para a saúde, e carboidratos como os açúcares comuns podem ser prejudiciais em excesso. Assim, pães, arroz, cereais integrais, massas e batatas estão na base da pirâmide alimentar e podem ser consumidos em maior quantidade. Óleos vegetais e manteigas, alimentos ricos em gorduras, devem ter seu consumo regulado, por isso estão no topo da pirâmide. É necessário ressaltar que essas duas classes de nutrientes são fundamentais para uma boa alimentação.
4. Os carboidratos e as proteínas fornecem 4 kcal/g, e os lipídios fornecem 9 kcal/g. Assim, 20 g de carboidratos resultam em 80 kcal; 1,9 g de proteína resulta em 7,6 kcal, e 0,1 g de lipídios resulta em 0,9 kcal. Portanto, 100 g de batata cozida têm 88,5 kcal ou cerca de 370 kJ.

ATIVIDADES FINAIS

(p. 104)

1. O tipo de molécula é um aminoácido com uma função carboxila (destacada em verde) e uma amina (destacada em laranja), um radical (destacado em vermelho) e um hidrogênio (destacado em azul). As funções carboxila e amina, assim como o hidrogênio, são iguais em todos os aminoácidos; apenas o radical pode ser alterado.
2. Alternativa a. As proteínas são compostas de aminoácidos unidos por ligações peptídicas.
3. A imagem representa o funcionamento de uma enzima de acordo com o modelo chave-fechadura. Primeiro, ocorre o reconhecimento do “encaixe” específico entre a enzima e o substrato, que permite a interação entre eles, de modo que a enzima realize sua função (no caso mostrado, quebrar o substrato em duas partes). Se julgar conveniente, esclareça que o modelo chave-fechadura está caindo em desuso; novas descobertas mostram que a interação da enzima com o substrato é mais complexa do que apregoa esse modelo.
4. Resposta pessoal. O ser humano é composto de uma série de genes celulares (genótipo), que permitem caracterizar seu fenótipo (características do cabelo, cor dos olhos etc.). Nessas células é encontrado o DNA, no qual se apresenta todo o material genético humano. O DNA é formado pelas bases nitrogenadas: adenina, timina, citosina e guanina. Para a decodificação desse DNA dentro das células do corpo, é preciso a atuação do RNA em processos específicos sobre as características gerais de um ser.

5. As ligações de hidrogênio possibilitam a capilaridade, que ocorre devido à atração entre as moléculas dessa substância, auxiliando no transporte dela pela planta.
6. O ácido nucleico I tem a mesma proporção de bases complementares citosina e guanina, sendo, portanto, o único que pode corresponder a uma molécula de DNA, ácido nucleico formado por duas cadeias que apresenta a mesma proporção de bases nitrogenadas complementares. Já o RNA, por ser formado por uma cadeia simples, não tem necessariamente as mesmas quantidades de bases complementares, sendo a opção para o ácido nucleico II.
7. O ferro é componente da estrutura da hemoglobina, molécula responsável pelo transporte de gás oxigênio dos pulmões para os tecidos. Com a falta de ferro, esse transporte é prejudicado e o gás oxigênio não chega aos órgãos, diminuindo a produção de energia pela respiração celular aeróbica, caracterizando os sintomas típicos da anemia.
8. Água e lipídios.
9. Água e proteínas.
10. A maior presença de lipídios na gema pode ser relacionada à função dela de armazenar nutrientes energéticos consumidos no desenvolvimento do embrião.
11. Frases que mostram ironia no texto A: “Você podia calcular em dias o tempo de vida perdido cada vez que comia uma gema. Cardíacos deviam desviar o olhar se um ovo fosse servido num prato vizinho: ver ovo fazia mal”. Frase que mostra caráter científico do texto B: “Análises feitas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos constataram que em cada gema há 185 miligramas, e não 215 miligramas, como se acreditava antes”.
12. O autor gosta de ovo, como pode ser observado pela forma positiva como ele caracteriza as diferentes maneiras de se comer ovo. Sua principal reclamação é a quantidade de ovos que ele deixou de comer por acreditar que faziam mal à saúde.
13. Alternativa c. O ovo, por muito tempo, foi considerado um alimento pouco saudável devido ao elevado nível de lipídios. Contudo, após pesquisas recentes, descobriu-se que ele é um alimento mais saudável do que parecia, com quantidade de colesterol menor do que se acreditava.
14. Resposta variável, dependendo dos textos selecionados.
15. Resposta pessoal. Os estudantes devem fazer uma relação com os rótulos dos produtos e as substâncias presentes em determinado alimento.
16. Estabeleça uma discussão na qual todas as opiniões sejam consideradas. Destaque a importância de acompanhar estudos científicos sobre alimentação, porém, percebendo, pela própria evolução do conhecimento humano e pela estrutura do método científico, que esses estudos podem se mostrar inválidos no futuro. Também é necessário que os estudantes diferenciem estudos bem fundamentados de estudos superficiais e incompletos.
17. Alternativa b. A fluidez tem relação com a quantidade de insaturações na molécula.

Capítulo 5

Compostos diferentes com a mesma fórmula molecular

Professor indicado

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

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, cujo desenvolvimento é favorecido no capítulo. Para isso, são apontados os momentos em que seu trabalho pode ser propício.

Competência geral	Justificativa	Páginas
1	Ao longo do capítulo, é apresentada a construção histórica e científica do conceito de isomeria, evidenciando como o entendimento desse fenômeno pode explicar a realidade e auxiliar a comunidade científica na resolução de problemas. A seção Interligações – A trajetória de Liebig traz um fragmento da história do famoso químico Liebig, dessa forma, apresenta aos estudantes um trecho da construção do conhecimento científico sob a ótica do cientista. A seção Interligações – Pasteur e os fundamentos das recentes sínteses assimétricas apresenta um texto sobre as sínteses de compostos assimétricos feitas pelo cientista Louis Pasteur e como elas foram importantes para a elaboração dos métodos de sínteses atuais. O capítulo apresenta uma atividade que incentiva os estudantes a conhecer a história da talidomida no Brasil e promover uma campanha de conscientização sobre os riscos da automedicação.	108, 118 e 123
2	A curiosidade intelectual pode ser desenvolvida a partir da leitura de textos e e pela resolução de atividades sobre o fenômeno da isomeria e sua importância biológica e social. Na seção Interligações – Isomeria cis-trans e seres vivos , é sugerido aos estudantes que investiguem as principais diferenças entre os isômeros referentes aos carotenos presentes em vegetais da alimentação humana. Na seção Interligações – Os alimentos que escondem gordura trans , segundo estudo realizado no Brasil, é solicitado aos estudantes que pesquisem as quantidades de gordura <i>trans</i> presentes em alimentos. Dessa forma, pode-se estimular a curiosidade intelectual por meio de atividades de investigação.	114 e 115
3	Os estudantes são convidados a empregar de ferramentas de produção artístico-cultural na elaboração de uma anedota sobre algum tema de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.	108
4	Essa competência é trabalhada nas atividades que envolvem a comunicação verbal e/ou visual para se expressar e compartilhar informações e ideias. Na seção Interligações – A trajetória de Liebig , os estudantes são instigados a utilizar diversas linguagens para expressar seus conhecimentos sobre Ciências da Natureza e outras áreas na produção de uma anedota. Nas Atividades finais , os estudantes são convidados a produzir materiais de divulgação científica para a campanha de conscientização sobre os riscos da automedicação e para a divulgação de sintomas e diagnóstico da fenilcetonúria.	108, 121 e 123
5	A competência é abordada na utilização de tecnologias digitais de informação e comunicação para acessar informações e produzir materiais para divulgação dos produtos finais de atividades propostas. Nas Atividades finais , sugere-se que os estudantes produzam um material de informação sobre a fenilcetonúria, e isso pode ser feito a partir de tecnologias digitais de informação que consigam atingir um número considerável de pessoas.	121
6	Essa competência é explorada na discussão acerca das novas profissões, na reflexão sobre o consumo de gorduras <i>trans</i> e da automedicação. O Interligações – A trajetória de Liebig sugere que os estudantes elaborem e façam entrevistas para identificar a percepção das pessoas em relação ao profissional que atua como químico e, com isso, possam analisar as diversas concepções sobre a profissão, sempre buscando respeitar as opiniões e formas culturais de pensamento para entender o mundo e suas construções.	108
7	A competência é desenvolvida durante a discussão sobre os problemas relacionados ao uso de talidomida e na elaboração de materiais para a conscientização pública acerca da automedicação.	123
8	O capítulo apresenta uma atividade de pesquisa e discussão sobre o risco de dependência química pelo consumo de anfetamina, o que oportuniza aos estudantes compreender para quais tratamentos essa substância é indicada e o que motiva as pessoas a fazerem uso da mesma sem supervisão médica.	121
9	No Interligações – A trajetória de Liebig , discute-se a respeito do preconceito vivenciado por pessoas que escolhem “novas” profissões ou profissões que ainda não estão estabelecidas no mercado de trabalho, o que proporciona compreender a importância do acolhimento e da valorização da diversidade dos indivíduos que fazem parte da sociedade.	108

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Páginas
1	EM13CNT104	Os estudantes são convidados a refletir sobre o consumo de medicamentos considerando seus efeitos no organismo humano. Também são convidados a propor uma campanha de conscientização sobre a automedicação.	121, 122 e 123
2	EM13CNT205	Os estudantes interpretarão as diferenças entre propriedades físicas entre isômeros com base em textos e atividades e previsões sobre o fenômeno da isomeria de acordo com a análise de estruturas moleculares.	110
	EM13CNT207	O desenvolvimento dessa habilidade se dá por meio da discussão sobre os efeitos físicos do consumo de alimentos que contêm gorduras <i>trans</i> e de medicamentos sem prescrição médica. Na atividade da campanha de conscientização sobre a automedicação também são estimulados a divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar de outros jovens e da sociedade em geral.	115, 121 e 123
3	EM13CNT301	Os estudantes são estimulados a construir questões, previsões e estimativas acerca do fenômeno isomeria de acordo com a interpretação desse modelo explicativo e com a análise das estruturas moleculares de compostos.	110, 114, 116 e 120
	EM13CNT302	Os estudantes desenvolvem a comunicação por meio da produção de conteúdo escrito e visual para divulgação de materiais para campanha de conscientização sobre os riscos da automedicação e de cartaz informativo sobre a síndrome fenilcetonúria.	121 e 123

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

A abordagem do tema isomeria envolve o **estudo da estrutura de compostos orgânicos** e de suas fórmulas moleculares. Por isso, para melhor aproveitamento do conteúdo deste capítulo, é preferível que os estudantes tenham conhecimento do que são os **compostos moleculares e suas formas de representação e funções orgânicas**.

É importante, também, que os estudantes estejam familiarizados com as **propriedades específicas das substâncias**, como temperaturas de fusão e de ebulição e densidade, pois os isômeros são diferenciados por meio da análise das suas propriedades.

Objetivos do capítulo

Ao final deste capítulo, espera-se que o estudante seja capaz de:

- compreender o fenômeno de isomeria e ser capaz de classificar os diferentes tipos de isomeria (constitucional, *cis-trans* e óptica);
- identificar, com base na análise de fórmulas estruturais, compostos que apresentam isomeria;
- relacionar o conhecimento do fenômeno da isomeria com o desenvolvimento científico, tecnológico e social baseando-se no estudo de substâncias de relevância biológica e social. Este capítulo tem como foco o fenômeno da isomeria, com destaque para sua relevância em processos biológicos, além de destacar a importância social e científica de seu conhecimento.

Reconhecer a existência de compostos isômeros e compreender a relevância desse fenômeno em situações do cotidiano é de suma importância para que os estudantes possam opinar mais criticamente sobre a temática, compreendendo alguns aspectos do desenvolvimento científico, como a importância dos estudos e testes em larga escala de fármacos com a detecção de possíveis efeitos adversos.

O ensino desse tema, de forma contextualizada, pode contribuir para que os estudantes tenham mais curiosidade intelectual, busquem mais informações e saibam argumentar e se posicionar de forma crítica e reflexiva frente a discussões dessa temática.

Sugestões metodológicas

Neste capítulo, mostramos que as fórmulas estruturais e a disposição espacial dos átomos são determinantes para as propriedades que a substância apresenta. É o que se observa na área de medicamentos: com frequência, apenas um dos isômeros apresenta a atividade fisiológica desejada. Assim, recomendamos apresentar nas aulas modelos moleculares (se necessário, podem ser construídos em uma atividade complementar envolvendo os estudantes). Se houver acesso a laboratório de informática, é possível também utilizar *softwares* para trabalhar com os estudantes a tridimensionalidade das moléculas.

Para começo de conversa

(p. 106)

O capítulo inicia com um tema que tem ganhado relevância nos últimos anos: as gorduras *trans*. Esse tipo de gordura está presente em vários alimentos industrializados, como sorvetes, salgadinhos de pacotes, batatas fritas e bolachas, e seu consumo tem sido relacionado ao aumento da incidência de acidentes vasculares cerebrais, conhecidos popularmente como derrames, e infartos, por exemplo.

As questões presentes no final desta abertura têm como objetivo sondar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre esse tema. As respostas são pessoais. Não é necessário que eles saibam com exatidão as diferenças entre gorduras saturadas, insaturadas e *trans* nem os impactos na saúde humana pelo consumo das gorduras *trans*, pois esses tópicos são aprofundados na seção **Interligações – Os alimentos que escondem gordura *trans*, segundo estudo realizado no Brasil**.

Caso algum estudante demonstre maior conhecimento sobre o tema, convide-o a compartilhar com os colegas.

O conceito de isomeria: um pouco de história (p. 107)

O tópico se inicia destacando duas substâncias que têm a mesma fórmula molecular, mas estruturas distintas: a glicose e a frutose. Sugerimos desenhar as fórmulas estruturais na lousa e pedir aos estudantes que identifiquem os grupos funcionais diferentes (aldeído e cetona) e comuns (álcool) nas moléculas das duas substâncias. Também pode destacar as diferenças de propriedades entre essas duas substâncias (solubilidade em água, densidade, temperatura de fusão e poder de doçura – a frutose é cerca de duas vezes mais doce que a glicose).

O ensino do fenômeno de isomeria parte da relação entre as dimensões macroscópicas observadas pelas propriedades das substâncias, dimensões submicroscópicas (modelos de estruturas moleculares) e representacionais (fórmulas estruturais e moleculares) dos compostos. Portanto, a análise das diferenças observadas nas fórmulas estruturais exemplificadas deve vir acompanhada da apresentação de algumas das propriedades dessas substâncias, como temperatura de fusão:

	Glicose	Frutose
Temperatura de fusão	146 °C	102 °C

Fonte: HAYNES, W. M. *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 97th ed. Boca Raton, FL: CRC/Taylor and Francis, 2017.

O trabalho com a história da elaboração do conceito de isomeria é um bom estudo de caso do caráter coletivo do fazer ciência e do seu funcionamento por meio da publicação de artigos e validação destes pela comunidade científica. Na abordagem desse conteúdo, traga essa discussão aos estudantes.

O primeiro cientista a conceituar a existência de dois ou mais compostos que apresentem a mesma fórmula molecular, mas tenham propriedades diferentes, como isomeria, foi o químico sueco Jöns Jacob Berzelius, em 1830. Ele concluiu isso a partir da análise de dois trabalhos enviados para publicação, pelos alemães Justus von Liebig e Friedrich Wöhler, de forma independente. [...]

SILVA, M. W. F.; COSTA, Y. F.; MARCELINO JR, C. A. C. Avaliação de aspectos históricos da isomeria em livros de QO do ensino superior. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX, XIII, 2013, Recife. *Anais*. Recife: UFRPE, 2013. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R0196-1.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2020.

O tema contemporâneo transversal “Ciência e Tecnologia” pode ser aprofundado por meio da discussão da aplicação dos estudos de isomeria, em especial dos esteroisômeros, na farmacologia. Essa discussão pode ser apresentada no trabalho com esse tópico e aprofundada durante o estudo da estereoisomeria.

Para se aprofundar nesse tema, indicamos a leitura dos seguintes artigos:

- COELHO, F. A. S. Fármacos e quiralidade. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 3, p. 23-32, maio, 2001. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/03/quiral.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2020.
- LIMA, V. L. E. Os fármacos e a quiralidade: uma breve abordagem. *Química Nova*, São Paulo, v. 20, n. 6, p. 657-663, dez. 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421997000600015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29 jul. 2020.

O fenômeno da isomeria não ocorre somente em compostos orgânicos; por isso, é importante destacar a diferença nos estudos dos compostos orgânicos e inorgânicos apresentando a definição da Química Orgânica como o estudo dos compostos do carbono. Pontue que algumas substâncias que possuem carbono como óxidos de carbono (CO e CO₂), os sais de carbonatos e bicarbonatos (CO₃²⁻ e HCO₃⁻) são estudados pela Química Inorgânica devido à sua origem mineral.

Nesse contexto, essa discussão também abre margem para o trabalho com as concepções prévias e alternativas dos estudantes sobre essa área de estudo. Usualmente o termo “Química Orgânica” é limitado à origem biológica ou ainda relacionado aos chamados dejetos domésticos orgânicos e aos popularmente conhecidos “alimentos orgânicos”, que são cultivados sem o uso de agrotóxicos e outras substâncias sintéticas e em um sistema produtivo social e ecologicamente responsável.

Interligações

(p. 108)

Nesta seção, conta-se um pouco da vida do cientista alemão Justus von Liebig (1803-1873). O objetivo é contribuir para desmistificar a imagem que se costuma ter dos estudiosos da natureza, mostrando que, como quaisquer outras pessoas, eles enfrentam dificuldades, possuem tanto virtudes quanto defeitos e são influenciados pelo contexto social e cultural em que estão inseridos.

Um dos objetivos do Ensino Médio é a preparação para o mundo do trabalho, e esse texto também pode ser utilizado para discutir com os estudantes as dificuldades encontradas ao se escolher uma profissão, principalmente se a carreira pretendida é inusitada, ainda pouco comum.

Se possível, utilize essa seção para trabalhar outros aspectos de história e filosofia da ciência.

Explicita para os estudantes o entendimento do senso comum da Química nos grandes países da Europa, como a Alemanha, no início do século XIX. Nesse momento histórico, a Química emergia como Ciência, com destaque para as publicações do Lavoisier no fim do século XVIII, embora os diversos saberes sistematizados por essa ciência remontem a conhecimentos da Antiguidade. Destaque aqueles pontuados no texto, como a saboaria, tinturaria e o trabalho com couro. Pergunte aos estudantes se eles são capazes de nomear outras transformações estudadas pela Química já conhecidas nesse período.

Além disso, a história desse cientista permite a discussão da dimensão social do fazer ciência. As dificuldades socioeconômicas enfrentadas por Liebig são um gatilho para o debate sobre o acesso à formação e sobre a atuação dos cientistas contemporâneos. Pergunte aos estudantes se eles sabem qual é a trajetória atual de um cientista: onde se formam, por quais cursos podem optar nos vestibulares, quais são as áreas de atuação no mercado de trabalho, as dificuldades que podem enfrentar e as ações (do Estado ou pessoais) para minimizá-las.

A fim de preparar os estudantes para a atividade de entrevista, peça a eles que apontem profissões novas que recebem julgamento parecido ao que a Química recebeu em seu surgimento. É esperado que os estudantes apontem influenciador digital, *youtuber*, jogadores de *e-sports* (jogos *on-line*). Peça ainda que indiquem profissões que sofrem algum julgamento negativo da sociedade, como balé, música, artes plásticas etc.

Para essa atividade, é interessante contar com a ajuda do professor de Língua Portuguesa. Os questionários podem ser elaborados em sala e avaliados anteriormente à sua aplicação. Depois da entrevista os estudantes entregam o texto finalizado para serem novamente avaliados em estrutura textual e gramática. Por fim, podem ser devolvidos aos estudantes para os últimos ajustes.

Em resumo, o gênero entrevista possui a seguinte estrutura:

[...] 1) sua estrutura será sempre caracterizada por perguntas e respostas, envolvendo pelo menos dois indivíduos — o entrevistador e o entrevistado; 2) o papel desempenhado pelo entrevistador caracteriza-se por abrir e fechar a entrevista, fazer perguntas, suscitar a palavra ao outro, incitar a transmissão de informações, introduzir novos assuntos, orientar e reorientar a interação; 3) já o entrevistado responde e fornece as informações pedidas; 4) gênero primordialmente oral, podendo ser transcrito para ser publicado em revistas, jornais, sites da Internet.

HOFFNAGEL, J. C. Entrevista: uma conversa controlada. In: DIONÍSIO, A. P.; MACHADO, A. R.; BEZERRA, M. A. (org.). *Gêneros textuais e ensino*. Rio de Janeiro: Lucerna, 2003. p. 181.

Em sala, para exemplificar, você pode exibir para os estudantes a entrevista indicada na referência a seguir como modelo. Em sua estrutura observam-se título, um pequeno parágrafo apresentando os entrevistados e as perguntas e respostas.

- ENTREVISTA com mulheres cientistas: Laura de Freitas e Ana Bonassa. Sociedade Brasileira de Medicina de Família e Comunidade, 11 fev. 2020. Notícias. Disponível em: <<https://www.sbmfc.org.br/noticias/entrevista-com-mulheres-cientistas/>>. Acesso em: 29 jul. 2020.

Isomeria constitucional (p. 109)

Analise com os estudantes todas as fórmulas estruturais e nomenclaturas dos compostos exemplificados no **Livro do Estudante**. Neste momento, é possível discutir brevemente a respeito do nome dado aos compostos apresentados, por comparação entre as fórmulas estruturais. O intuito é que os estudantes se familiarizem com a nomenclatura; não é necessário, portanto, que apliquem as regras de forma sistemática.

Nos exemplos de isomeria de cadeia presentes no **Livro do Estudante**, se julgar oportuno, aborde a nomenclatura de cadeias abertas e fechadas; normais e ramificadas; saturadas e insaturadas.

A estrutura básica para a nomenclatura dos compostos orgânicos é:

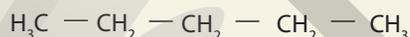
- **Prefixo:** indica o número de átomos de carbono na cadeia principal (para um átomo de carbono, *met*; dois átomos de carbono, *et*; três átomos de carbono, *prop*; quatro átomos de carbono, *but*; cinco átomos de carbono, *pent*; e assim por diante);
- **Infixo:** indica como são as ligações entre os átomos de carbono (*an* para apenas ligações simples; *en* para uma ligação dupla; e *in* para uma ligação tripla);
- **Sufixo:** indicação do grupo funcional (para as moléculas acima, *o* para hidrocarbonetos – compostos que apresentam apenas carbono e hidrogênio).

Explique a nomenclatura da cadeia normal utilizando as regras acima. Então, a partir do nome da cadeia normal, explique as demais regras para as cadeias ramificada, insaturada e fechada, como o uso de localizadores de insaturação, ramificação e grupos funcionais, nomes de alguns grupos substituintes (metil e etil) e o uso do termo *ciclo* para cadeias fechadas não aromáticas.

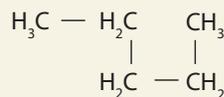
Antes de iniciar as isomerias de função, informe para os estudantes as funções orgânicas mais comuns (álcool, fenol, éter, éster, ácido carboxílico, cetonas, aldeídos, aminas e amidas), os grupos funcionais e suas respectivas nomenclaturas, como na tabela a seguir.

Função	Grupo funcional	Nomenclatura
Álcool	$\text{R} - \text{OH}$ (— OH ligado a carbono saturado)	sufixo <i>ol</i>
Fenol	$\text{anel} - \text{OH}$ (— OH ligado a anel aromático)	prefixo <i>hidróxi</i> ou, como no caso exemplificado, radical + fenol
Éter	$\text{R} - \text{O} - \text{R}'$	prefixo do grupo menor + <i>óxi</i> + prefixo do grupo maior
Aldeído	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R} - \text{C} - \text{H} \end{array}$	sufixo <i>al</i>
Cetona	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R} - \text{C} - \text{R}' \end{array}$	sufixo <i>ona</i>
Ácido carboxílico	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R} - \text{C} - \text{OH} \end{array}$	<i>ácido ...</i> sufixo <i>oico</i>
Éster	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{---} \text{C} - \text{O} - \text{---} \end{array}$	sufixo <i>ato</i> + ... + sufixo <i>ila</i>

É importante explicar aos estudantes que eles devem se atentar às fórmulas estruturais que aparentam ser diferentes, mas são idênticas. Apresente o exemplo a seguir:



pentano



pentano

Ambas estruturas representam o mesmo hidrocarboneto: o pentano.

Como diferenciar isômeros constitucionais

Como os isômeros são substâncias distintas, uma das formas de diferenciar dois compostos isômeros consiste na análise de suas propriedades físicas, como temperatura de fusão e de ebulição.

Em alguns casos, também é possível diferenciá-los pelo seu comportamento químico. Por exemplo:

- Os fenóis são capazes de neutralizar bases fortes, como o hidróxido de sódio, NaOH, o que não acontece com um álcool de mesma fórmula molecular.
- Um aldeído pode ser oxidado a ácido carboxílico, o que não ocorre com uma cetona isômera dele.

Reafirme que os isômeros são substâncias distintas e por isso podem ser diferenciados por suas propriedades específicas, como temperaturas de fusão e ebulição e densidade, mas também por propriedades que podem ser percebidas pelos sentidos.

Estereoisomeria (p. 111)

Os estudantes tendem a apresentar dificuldades para compreender a estereoisomeria devido à complexidade da visualização espacial dos modelos de moléculas em três dimensões a partir das suas representações em duas dimensões. Dessa forma, é interessante trabalhar com modelos em três dimensões das moléculas exemplificadas no **Livro do Estudante**. No mercado existem *kits* para montagem, mas a confecção desses modelos pelos estudantes com massa de modelar e outros materiais de baixo custo pode tornar o processo de aprendizagem mais significativo, além de lúdico.

Sugestão de atividade complementar: modelos

Se os estudantes forem construir os modelos moleculares, peça que eles, em grupo, pensem e pesquisem métodos para elaborar um modelo que seja inclusivo para deficientes visuais ou pessoas com baixa visão. Para isso, é possível adequar as texturas dos materiais utilizados para representar os átomos e as ligações, por exemplo. Essa atividade pode favorecer o desenvolvimento das *competências 9 e 10* de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, além da competência 5 da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas da BNCC.

Complemente a apresentação das estruturas em três dimensões com as regras para a representação em duas dimensões expostas na **Caixa de ferramentas**, presente no tópico “Estereoisomeria” do **Livro do Estudante**, diferenciando os usos dos formatos cunha preenchida e tracejada.

Interligações (p. 113)

Nesta seção, além de evidenciar as diferenças de disposição espacial dos isômeros *cis* e *trans* do retinal, apresente aos estudantes as diferenças estruturais dos compostos conhecidos como “vitamina A”. Para isso, você pode utilizar, ao lado das representações estruturais ilustradas no **Livro do Estudante**, suas respectivas nomenclaturas IUPAC:

- Retinal: (2E,4E,6E,8E)-3,7-dimetil-9-(2,6,6-trimetilciclohexen-1-il)nona-2,4,6,8-tetraenal.
- Retinol: (2E,4E,6E,8E)-3,7-dimetil-9-(2,6,6-trimetilciclohexen-1-il)nona-2,4,6,8-tetraen-1-ol.
- Ácido retinóico: **ácido** (2E,4E,6E,8E)-3,7-dimetil-9-(2,6,6-trimetilciclohexen-1-il)nona-2,4,6,8-tetraenoico.

Não é necessária uma leitura minuciosa das nomenclaturas: destaque brevemente como a semelhança estrutural das moléculas é evidente nos nomes e como é possível identificar os diferentes grupos funcionais pelas regras de nomenclatura (em negrito).

Os estudantes podem inferir que essas moléculas são isômeros pela sua semelhança estrutural e pelo tema abordado no capítulo. Ressalte que essas moléculas têm diferentes fórmulas moleculares e por isso não são isômeros entre si.

É oportuna a discussão da importância da ingestão da vitamina A na alimentação, atendendo ao tema contemporâneo transversal “Educação Alimentar e Nutricional”. Essa vitamina pode ser ingerida por meio de fontes animais (como fígado de boi, vísceras, leite e ovos) e vegetais (frutas e hortaliças). No primeiro grupo, a vitamina A se apresenta nas formas de retinol, retinal e ácido retinoico, enquanto nos vegetais, os carotenóides são convertidos a retinol no fígado.

Nesse contexto, discuta com os estudantes que a obtenção da vitamina acontece em dietas onívoras (dietas baseadas

em alimentos de origem animal e vegetal) e vegetarianas (dietas baseadas estritamente em alimentos de origem vegetal). Pergunte aos estudantes quais dietas eles adotam e quais alimentos ricos em vitamina A estão presentes em seu dia a dia.

Na discussão, ressalte que essa vitamina A tem importância em outros processos biológicos além da visão.

A vitamina A é essencial ao crescimento e desenvolvimento do ser humano. Atua também na manutenção da visão, no funcionamento adequado do sistema imunológico (defesa do organismo contra doenças, em especial as infecciosas), mantém saudáveis as mucosas (cobertura interna do corpo que recobre alguns órgãos como nariz, garganta, boca, olhos, estômago) que também atuam como barreiras de proteção contra infecções. Estudos mais recentes vêm mostrando que a vitamina A age como antioxidante (combate os radicais livres que aceleram o envelhecimento e estão associados a algumas doenças).

DEFICIÊNCIA de vitamina A. Biblioteca Virtual em Saúde, 30 jun. 2015. Disponível em: <<http://bvsm.s.saude.gov.br/dicas-em-saude/1937-deficiencia-de-vitamina-a>>. Acesso em: 15 ago. 2020.

A discussão sobre as atividades biológicas da vitamina A e sua importância na dieta pode ser enriquecida pela parceria com o professor de Biologia.

Óleos e gorduras (p. 114)

Na equação da reação de obtenção dos glicerídeos, explique a representação genérica “R” das cadeias carbônicas dos ácidos graxos e glicerídeos. Também retome os conceitos de saturação e insaturação apresentados na **Caixa de ferramentas** e as funções álcool, éster e ácido carboxílico.

Explique que a diferença nos estados físicos dos óleos e gorduras estão relacionadas à diferença das temperaturas de fusão e de ebulição. As cadeias carbônicas saturadas das gorduras estabelecem interações intermoleculares entre si mais intensas que aquelas estabelecidas entre as moléculas insaturadas dos óleos. Isso explica por que o primeiro grupo tem maiores temperaturas de fusão e de ebulição.

Se possível, utilize os modelos tridimensionais propostos pelos estudantes para exemplificar espacialmente as diferenças estruturais das ligantes que estavam em posição *cis* nas gorduras e passam a se dispor na forma *trans* depois da hidrogenação.

Interligações (p. 115)

Após leitura do texto, inicie a discussão questionando os estudantes sobre o porquê dessa legislação. É esperado que eles relacionem o consumo de gorduras *trans* com obesidade. Aprofunde esse debate explicando-lhes que a ingestão dessas gorduras aumenta consideravelmente a chance de desenvolvimento de doenças coronarianas – aquelas em que há comprometimento do fluxo sanguíneo pelas artérias coronárias responsáveis por dores no peito e infartos.

É possível fazer uma relação socioeconômica e cultural da ingestão desses produtos: dietas ricas em alimentos industrializados cresceram nas últimas décadas em países de

média e baixa renda. O aumento da obesidade nesses países e o número de mortes por doenças cardiovasculares se relacionam a esse fato. Destaque para os estudantes que, segundo a Organização Pan-Americana da Saúde, mais de três quartos das mortes por doenças cardiovasculares ocorrem em países de baixa e média renda. Antes da aula que abordará essa seção, peça aos estudantes que tragam algumas embalagens de alimentos industrializados que eles costumam consumir. Durante a investigação em sala, oriente-os a localizar os termos gordura vegetal hidrogenada, gordura parcialmente hidrogenada e óleo vegetal hidrogenado nas embalagens dos produtos.

Na discussão das investigações, convide os estudantes a debaterem sobre seus hábitos alimentares. É interessante que você os oriente sobre a importância de diminuir o consumo dos alimentos ultraprocessados e dar preferência a alimentos *in natura*, o que vem sendo recomendado por nutricionistas. Você pode fazer a leitura do seguinte artigo em sala:

- CHAGAS, K. Novo Guia Alimentar recomenda consumir alimentos *in natura* ou minimamente processados. *Blog da Saúde*, 7 nov. 2014. Disponível em: <<http://www.blog.saude.gov.br/index.php/34692-nutricao-novo-guia-alimentar-recomenda-consumir-alimentos-in-natura-ou-minimamente-processados>>. Acesso em: 29 jul. 2020.

É um momento oportuno também para a socialização, pelos estudantes, de diferentes hábitos alimentares, sejam eles regionais, religiosos ou políticos. Nestas atividades, é importante se atentar a possíveis práticas de *bullying* com relação a gordura, sobrepeso ou até mesmo obesidade para poder orientar os estudantes. Todos devem se sentir seguros para dialogar sobre o assunto e dividir aspectos das suas vivências. Esse trabalho ajuda a desenvolver as *competências gerais 8 e 9* da BNCC.

Isomeria óptica (p. 116)

A compreensão do fenômeno de polarização da luz é essencial para o entendimento da isomeria óptica. Para a visualização desse fenômeno é necessário o uso de materiais com filtro polarizador, que pode não ser acessível. Caso haja acesso à internet na escola, sugerimos o trabalho com os seguintes materiais (polarímetro virtual e vídeo sobre luz polarizada):

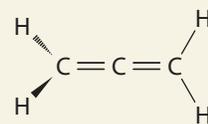
- SILVA JUNIOR, J. N.; BARBOSA, F. G.; LEITE JUNIOR, A. J. M. Polarímetro virtual: desenvolvimento, utilização e avaliação de um software educacional. *Química Nova*, São Paulo, v. 35, n. 9, p. 1884-1886, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422012000900032&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29 jul. 2020.
- FIBRA - Polarização da luz. 2016. 1 vídeo (4 min). Publicado por UFPRTV. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=e3JhouzUG54>>. Acesso em: 29 jul. 2020.

Atividade óptica e assimetria (p. 117)

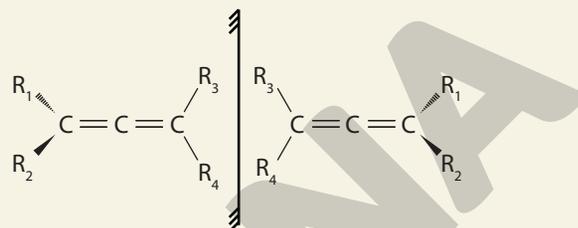
Abordamos a isomeria óptica com base na assimetria no carbono quiral. Com os estudantes, explicita a assimetria explorando modelos tridimensionais, caso seja possível, e analisando as fórmulas estruturais exemplificadas.

Se julgar pertinente, ressalte que existem casos de isomeria óptica sem carbono assimétrico. Entre elas, destaque

os compostos alênicos. Esses compostos são alcadienos derivados do aleno, que apresenta conformação assimétrica e isomeria óptica quando os ligantes dos átomos de carbono da ligação dupla são diferentes entre si. Demonstre sua assimetria evidenciando que a sua imagem especular não é sobreponível.



aleno



Representação da imagem especular de um composto alênico. Para apresentar isomeria óptica, $R_1 \neq R_2$ e $R_3 \neq R_4$.

Assim como outros compostos que apresentam isomeria óptica, um composto alênico tem dois compostos opticamente ativos, dextrógiro e o levógiro.

Interligações

(p. 118)

A leitura em sala dessa seção permite a contextualização dos estudos sobre isomeria óptica pelos estudantes. Evidencie também, em discussão, aspectos da produção e metodologias científicas presentes nessa história.

Louis Pasteur é muito conhecido por seu trabalho na área de Ciências Biológicas, no entanto ele também deu contribuições importantes à Química.

Um dos objetivos desse texto é mostrar um pouco essas contribuições. Outro objetivo é propiciar uma discussão sobre a importante temática dos perigos da automedicação. O artigo "A educação química e o problema da automedicação: relato de sala de aula" (disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc35_2/05-RSA-93-11.pdf>, acesso em: 15 ago. 2020) apresenta uma proposta de trabalho para esse tema que pode ser explorada em sala de aula.

Avaliação

No processo de avaliação, é importante analisar se os objetivos propostos foram atingidos e se houve o desenvolvimento das habilidades exploradas ao longo do capítulo. Os componentes da sua avaliação podem ser, por exemplo:

- a anedota produzida na atividade da seção **Interligações – A trajetória de Liebig**. A avaliação pode considerar a criatividade na escolha da temática, a participação e o uso dos conceitos químicos (se for o caso).
- solicitar que os estudantes produzam um texto dissertativo relatando a experiência da entrevista promovida pelas atividades da seção **Interligações – A trajetória de Liebig**.
- campanha de conscientização proposta nas **Atividades finais**, sobre os perigos da automedicação.

Procure criar critérios avaliativos baseados no processo de aprendizagem como um todo. Você pode utilizar os verbos das habilidades exploradas no capítulo como guia.

Utilize as atividades propostas no **Livro do Estudante** e a atividade complementar sugerida, dando maior peso para aquelas que envolvem produção de materiais, vivências e trabalho em grupo. Nestas últimas, procure avaliar competências socioemocionais, como a cooperação, o respeito a si e ao próximo, determinação, empatia e diálogo.

Durante as discussões em sala avalie o engajamento, as habilidades de construir questões e hipóteses e de elaborar conclusões e resoluções para os problemas e perguntas apresentados, bem como o respeito às opiniões de outros.

Durante a proposição das atividades, explicita para os estudantes os critérios de avaliação a serem utilizados. No término das atividades, você pode disponibilizar um questionário de autoavaliação para que o estudante desenvolva a habilidade de perceber suas limitações e potencialidades. Um questionário geral autoavaliativo também pode ser proposto no final do trabalho com este capítulo.

Bibliografia complementar

- AQUINO, D. S. Por que o uso racional de medicamentos deve ser uma prioridade? *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 13, supl. p. 733-736, abr. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232008000700023&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 29 jul. 2020.
Nesse artigo são discutidos aspectos sociais relacionados à automedicação, além da apresentação de estatísticas mundiais e apontamentos para a promoção do uso racional de medicamentos.
- CHASSOT, A. I. Alquimiando a Química. *Química Nova na Escola*, n. 1, p. 20-23, maio 1995. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc01/historia.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2020.
Artigo com discussão da produção de conhecimento sobre a transformação da matéria antes do surgimento da Química como Ciência.
- CONSUMO de alimentos ultraprocessados aumenta entre famílias da América Latina e do Caribe. Organização Pan-Americana da Saúde, 23 out. 2019. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6051:consumo-de-alimentos-ultraprocessados-aumenta-entre-familias-da-america-latina-e-do-caribe&Itemid=839>. Acesso em: 29 jul. 2020.
Esse artigo apresenta dados sobre o crescimento do consumo de alimentos ultraprocessados na América Latina e Caribe e discute aspectos socioeconômicos dessa mudança na dieta alimentar e seus desdobramentos na saúde dessas populações.
- LIMA, M. B.; LIMA-NETO, P. Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de Química. *Química Nova*, São Paulo, v. 22, n. 6, p. 903-906, dez. 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421999000600021&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 29 jul. 2020.

Esse artigo propõe a construção de modelos de estruturas moleculares em três dimensões usando materiais acessíveis.

- MOREIRA, I. 9 piadas científicas que vão melhorar o seu dia: Para descontrair e repassar para os amigos. *Revista Galileu*, 6 jun. 2016. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Sociedade/noticia/2016/06/9-piadas-cientificas-que-vao-melhorar-o-seu-dia.html>>. Acesso em: 29 jul. 2020.
A matéria apresenta algumas piadas com temática científica.
- ORLANDO, R. M. *et al.* Importância farmacêutica de fármacos quirais. *Revista Eletrônica de Farmácia*, v. IV, n. 1, p. 8-14, 2007. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/REF/article/view/2115/2061>>. Acesso em: 29 jul. 2020.
Nesse artigo, os autores discutem a importância dos fármacos quirais na indústria farmacêutica e apresentam as especificidades em sua produção.
- SCHAFFER, D. Z. *Representações sociais de alunos universitários sobre o termo "ORGÂNICO"*. 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81132/tde-09092014-111541/publico/Deise_Zamboni_Schaffer.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2020.
Nessa dissertação, a autora realiza um estudo das concepções sobre o termo *orgânico* com estudantes universitários. Em geral, elas são provenientes de conhecimentos escolares (estudo da Química Orgânica no Ensino Médio) e de termos populares devido à sua polissemia.
- SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. *Química Orgânica*. v. 1. 7. ed. LTC, 2001.
Livro de cunho acadêmico que aborda os conceitos gerais da Química Orgânica.
- SOUZA, F. I. S. Vitamina A. *Sociedade de Pediatria de São Paulo*, 21 ago. 2014. Disponível em: <<https://www.spsp.org.br/site/asp/paginas/1089.asp>>. Acesso em: 29 jul. 2020.
O texto apresenta informações gerais sobre a vitamina A, a quantidade encontrada em alguns alimentos e a recomendação de ingestão da vitamina por sexo e faixa etária.
- TALIDOMIDA continua a causar defeitos físicos em bebês no Brasil. G1, 28 jul. 2013. Disponível em: <<http://g1.globo.com/mundo/noticia/2013/07/talidomida-continua-a-causar-defeitos-fisicos-em-bebes-no-brasil.html>>. Acesso em: 29 jul. 2020.
O artigo apresenta dados de uma pesquisa que apontou casos de má formação fetal decorrente do uso de talidomida por mulheres grávidas na última década. Além disso, traz informações sobre a regulamentação brasileira e a discussão pública relacionada à prescrição do medicamento.
- VASCONCELOS COSTA, A. G.; BRESSAN, J.; SABARENSE, C. M. Ácidos graxos *trans*: alimentos e efeitos na saúde. *ALAN*, Caracas, v. 56, n. 1, p. 12-21, março 2006. Disponível em: <http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222006000100003&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 29 jul. 2020.
Esse artigo apresenta as propriedades físico-química dos ácidos graxos *trans* e seus efeitos na saúde, fornecendo dados sobre o consumo de alimentos com gorduras *trans* e das doenças decorrentes da ingestão desses produtos.

Resoluções

Interligações

(p. 108)

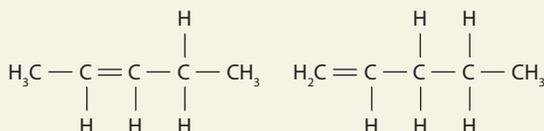
1. Resposta pessoal. Podem ser produzidas anedotas variadas, como as baseadas em trocadilhos ou do tipo “o que é, o que é?”. Na *Bibliografia complementar*, indicamos um artigo de jornal com alguns exemplos de piadas curtas envolvendo conteúdos de Ciências da Natureza. Devem ser proibidas as anedotas que utilizem palavras de baixo calão ou que firam os Diretos Humanos e grupos minoritários (palavras com teor racista, sexista, homofóbico, transfóbico, xenofóbico etc.).
2. Resposta pessoal. As entrevistas devem obedecer à estrutura do gênero e conter perguntas que permitam aprofundar a opinião do entrevistado sobre o assunto. É interessante que se pergunte, por exemplo, o que o entrevistado sabe sobre a rotina dessa profissão, que tipo de pessoas a exercem ou ainda se ele já conheceu profissionais dessa área. É necessário que haja perguntas que permitam conhecer brevemente o entrevistado para compor os parágrafos iniciais do texto.

Atividades

(p. 110)

1. Isomeria de constituição (isomeria de função).

2.

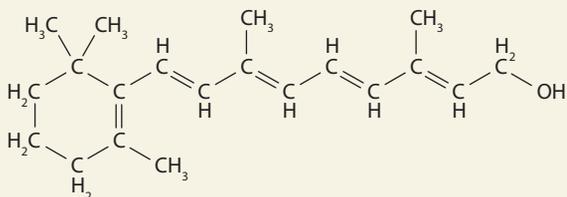


Interligações

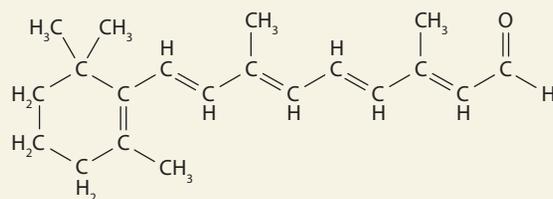
(p. 113)

1. Ambos os compostos apresentam diversas ligações duplas que podem apresentar isomeria *cis-trans*.
2. Retinal: $\text{C}_{20}\text{H}_{28}\text{O}$; retinol: $\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}$; ácido retinoico: $\text{C}_{20}\text{H}_{28}\text{O}_2$. Explique para os estudantes que as representações da estrutura molecular ilustradas no **Livro do Estudante** ocultam alguns hidrogênios e que cada aresta dessas estruturas corresponde a um carbono. Eles podem contar os hidrogênios conforme o seguinte raciocínio: o carbono faz quatro ligações, então, quando um carbono estiver fazendo apenas duas ligações com outros dois carbonos, significa que ele está fazendo mais duas ligações com o hidrogênio – que está oculto nessa representação. Você pode auxiliá-los comparando a fórmula estrutural simplificada do retinal e seu respectivo modelo em três dimensões.

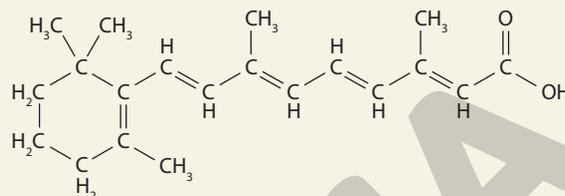
Retinol: $\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}$



Retinal: $\text{C}_{20}\text{H}_{28}\text{O}$



Ácido retinoico: $\text{C}_{20}\text{H}_{28}\text{O}_2$



3. Os estudantes podem citar que a principal diferença é o grupo funcional. O retinol é um ácido carboxílico e apresenta o grupo orgânico carboxila ($-\text{COOH}$), enquanto o retinal é um aldeído com uma carbonila ($\text{C}=\text{O}$) no final da cadeia carbônica. Outras respostas possíveis são que as fórmulas moleculares são diferentes ou que a atividade biológica é diferente.

Interligações

(p. 115)

1. a) Resposta pessoal. Geralmente, nas informações nutricionais de um produto, os valores dos componentes são apresentados em relação a uma porção do produto. Auxilie os estudantes nas conversões para que possam calcular a quantidade de gordura *trans* por grama do produto escolhido.
- b) Resposta pessoal. Os estudantes podem citar, por exemplo, a manteiga na lista de ingredientes do produto.

Atividade

(p. 116)

1. a) Possui dois ligantes iguais em um mesmo átomo de carbono, não apresentando isomeria *cis-trans*.
- b) Possui dois ligantes diferentes em um mesmo átomo de carbono, apresentando isomeria *cis-trans*.
- c) Possui dois ligantes iguais em um mesmo átomo de carbono da dupla ligação, não apresentando isomeria *cis-trans*.
- d) Não possui estrutura compatível com o tipo *cis-trans* de isomeria.

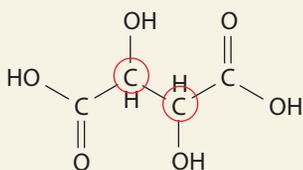
Interligações

(p. 118)

1. A cristalografia pode ser entendida como o estudo da disposição de átomos no espaço pela análise de estruturas cristalinas. Os conhecimentos em cristalografia permitiram que ele percebesse, ao examinar os cristais de um sal do ácido tartárico,

que havia dois tipos de cristal de estruturas assimétricas e que um correspondia à imagem do outro no espelho.

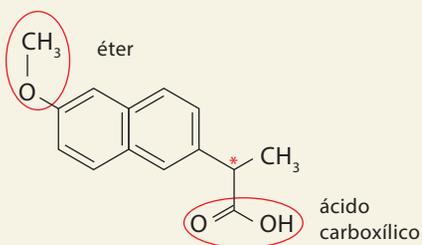
2.



Atividades

(p. 120)

- O DDT não apresenta isomeria óptica por não ser assimétrico, ou seja, nenhum átomo de carbono está ligado a 4 átomos ou grupo de átomos diferentes.
- Neral e ocimeno.
- a)



- b) Dado que se tem uma mistura racêmica, não haverá desvio do plano da luz polarizada e, portanto, o desvio será de zero grau.

ATIVIDADES FINAIS

(p. 121)

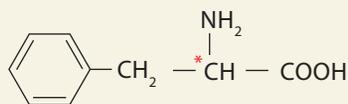
- a) A anfetamina e a adrenalina são formadas por moléculas assimétricas (têm átomos de carbono quiral). Podem, portanto, apresentar isômeros ópticos.
b) As anfetaminas tratam o transtorno de déficit de atenção, hiperatividade (TDAH), narcolepsia, um distúrbio do sono e tratamento da obesidade mórbida.
- a)

	Fenilalanina (mg)		Fenilalanina (mg)
25 g de melão picado	4,25	25 g de morango picado	8,25
25 g de kiwi picado	12	25 g de uva picada	6,5
25 g de maçã picada	2,5	25 g de mamão picado	7,25
25 g de abacaxi picado	8	25 g de manga picada	7,25
25 g de melancia picada	2,5	1 g de aveia	6,98

Fonte: Portal Anvisa. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/fenilalanina-em-alimentos>>. Acesso em 3 ago. 2020.

A quantidade total de fenilalanina que a pessoa consumiu na salada de frutas foi de 65,48 mg de fenilalanina.

b) Sim.

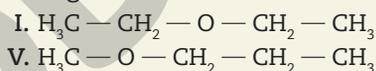


- c) Os principais sintomas da fenilcetonúria são: vômitos, inflamações na pele, odor característico da urina, convulsões, atraso no crescimento e no desenvolvimento neurológico. O teste do pezinho é um exame de sangue que pode diagnosticar a fenilcetonúria, entre outros problemas graves de saúde. Obrigatório e gratuito, ele é feito nos recém-nascidos ainda na maternidade. O tratamento da fenilcetonúria consiste em manter uma dieta que regule a ingestão de fenilalanina, sob acompanhamento médico.

Sugestão de fonte para pesquisa:

- MONTEIRO, Lenice T. B.; CÂNDIDO, Lys M. B. Fenilcetonúria no Brasil: evolução e casos. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 19, n. 3, maio 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732006000300009>. Acesso em: 14 jul. 2020.

3. Alternativa d. As estruturas I e V apresentam o mesmo tipo de cadeia (normal, aberta e saturada), diferindo apenas na posição do heteroátomo, o que configura uma isomeria de compensação.



4. Alternativa d. Estereoisômeros têm as mesmas propriedades físicas e químicas, exceto pela interação com o plano de luz polarizada ou com outras moléculas quirais. Como consequência, possuem atividade biológica diferente, mesmo possuindo ligações químicas e distâncias semelhantes.

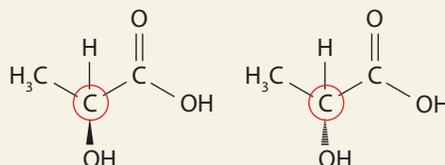
5. Alternativa a. Através da contagem dos átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio representados nas fórmulas estruturais obtêm-se as fórmulas moleculares dos compostos.

Fórmula molecular:

- Cortisol ($\text{C}_{21}\text{H}_{30}\text{O}_5$)
- Hidrocortisona ($\text{C}_{21}\text{H}_{30}\text{O}_5$)

Os dois apresentam a mesma fórmula molecular, portanto são isômeros.

6. Alternativa a. Os compostos apresentam carbono quiral e mesma fórmula molecular, sendo assim isômeros ópticos.



7. a) Depois do caso da talidomida, criaram-se diversos protocolos e legislações acerca da fabricação de fármacos a partir de compostos que apresentam isomeria óptica. Durante a produção, exige-se o estudo dos enantiômeros isolados e a separação desses compostos. Atualmente, preconiza-se a comercialização de fármacos na forma de enantiômeros puros produzidos pela síntese assimétrica – síntese de apenas um dos isômeros ópticos.

b) Resposta pessoal. É esperado que os estudantes apontem como medidas:

- fortalecimento da fiscalização de venda comercial da talidomida, que atualmente é proibida;
- fortalecimento dos protocolos para uso do medicamento: pessoas que podem engravidar são orientadas a utilizar duas formas de contracepção durante o tratamento com talidomida, além de realizar testes regulares de gravidez;
- campanhas de conscientização sobre o risco do uso desse medicamento por pessoas grávidas. Um exemplo é a determinação da Anvisa de expor na caixa do medicamento uma foto de criança com deficiência física provocada pelo produto. Os estudantes podem sugerir campanhas publicitárias e formativas promovidas pelo Estado.

É esperado que os materiais sobre automedicação destaquem reações alérgicas, resistência, dependência e morte por intoxicação causadas pela ingestão indevida de medicamentos. Além disso, a prática pode gerar falta de medicamentos para o tratamento de doenças. É interessante que os estudantes pesquisem possíveis causas da automedicação, como a facilidade de aquisição de medicamentos, a grande variedade dos medicamentos, informações imprecisas divulgadas em redes sociais ou até mesmo em grandes veículos de informação etc.

Se possível, apresente o seguinte vídeo aos estudantes:

- TALIDOMIDA e a pesquisa clínica com seres humanos. 2018. 1 vídeo (3 min). Publicado pelo canal Bioéticas. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=4jib8-M0a8E>>. Acesso em: 29 jul. 2020.

Nesse vídeo, Thaís Maia e Luciana Munhoz, ambas advogadas, mestres e especialistas em Bioética pela Universidade de Brasília, apresentam o episódio do uso da talidomida por mulheres grávidas, destacando sua importância histórica para a pesquisa clínica, para a concepção de direitos humanos e como um dos casos fundadores da bioética.

Capítulo 6

Célula: a unidade da vida

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 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 competência diz respeito ao conhecimento. O capítulo como um todo valoriza e apresenta conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico para compreender a realidade e nela intervir.	Todo o capítulo
2	Ao analisarem os mecanismos celulares, debatendo e compreendendo a construção histórica desse conhecimento, estudantes trabalham essa competência.	Todo o capítulo
4	Atividades estimulam a pesquisa e o compartilhamento de informações, ideias e sentimentos em diferentes contextos, produzindo sentidos que levem ao entendimento mútuo, trabalhando a competência.	127, 128, 130 e 135

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
2	EM13CNT202	O conteúdo e as atividades tratam de formas de manifestação da vida e níveis de organização. Assim, ao compreenderem os tipos de células, bem como a teoria celular, os estudantes trabalham tal habilidade.	127 e 128
3	EM13CNT302	A habilidade é desenvolvida nos momentos em que é solicitado ao estudante que comunique resultados de pesquisas, conclusões e informações para públicos variados, usando diferentes mídias.	127, 128, 130 e 135
	EM13CNT303	A habilidade de construir questões é trabalhada na análise de pesquisas sobre assuntos centrais da Biologia, como a hipótese endossimbionte, e na atividade que propõe a construção de um mosaico fluido.	130 e 135

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

O capítulo trata da teoria celular e da organização das células. Alguns conceitos já foram previamente apresentados nos anos finais do Ensino Fundamental II, e é importante retomá-los a fim de possibilitar melhor exploração e aprofundamento do estudo dos novos conteúdos. As habilidades relacionadas são:

- (EF06CI05) Explicar a organização básica das células e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos.
- (EF06CI06) Concluir, com base na análise de ilustrações e/ou modelos (físicos ou digitais), que os organismos são um complexo arranjo de sistemas com diferentes níveis de organização.

Já no 9º ano, os estudantes se aprofundam no conhecimento químico ao estudar as mudanças químicas e físicas da matéria. Nesse mesmo ano, eles também analisam a função dos gametas e a transmissão de características hereditárias. As habilidades envolvidas são:

- (EF09CI01) Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.

- (EF09CI02) Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.
- (EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.

O capítulo também debate a tecnologia envolvida em um microscópio, retomando elementos da habilidade que aborda o funcionamento da visão:

- (EF06CI08) Explicar a importância da visão (captação e interpretação das imagens) na interação do organismo com o meio e, com base no funcionamento do olho humano, selecionar lentes adequadas para a correção de diferentes defeitos da visão.

Objetivos do capítulo

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

- Compreender o funcionamento do microscópio óptico.
- Reconhecer a célula como unidade básica da vida.
- Identificar os componentes celulares e suas funções.
- Conhecer diferentes tipos de células e onde ocorrem.

A compreensão do funcionamento do microscópio óptico auxilia no desenvolvimento de diferentes conceitos do campo de Óptica. O reconhecimento dos diferentes componentes celulares contribui para a compreensão do funcionamento celular e de todo o organismo. Conhecer os tipos de célula auxilia a compreender a evolução da vida e as relações entre diferentes organismos.

● Sugestões metodológicas

Para começo de conversa

(p. 124)

Inicie a aula debatendo a noção que os estudantes têm de cientistas. Peça a eles que imaginem e descrevam um(a) cientista. No imaginário popular, não raramente os cientistas são figuras inatingíveis. Leia o texto em voz alta e debata o experimento de Leeuwenhoek. Aproveite a oportunidade para desmistificar uma visão romantizada da ciência, mostrando que ela pode ser acessível e próxima. Caso seja possível, solicite que pesquisem sobre cientistas atuais, buscando imagens e histórias para auxiliar a humanizar mais a profissão.

Para estimular os estudantes a se perceberem como potenciais cientistas, pode-se recorrer a uma matéria sobre a Mostra Paulista de Ciências e Engenharia, disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/os-novos-cientistas/>> (acesso em: 10 jul. 2020). Essa mostra reuniu projetos inovadores de estudantes de todo o país, em especial de escolas públicas. Pode-se também realizar uma pesquisa com grandes cientistas brasileiros, como forma de valorizar a ciência feita no país.

Leia as perguntas e solicite aos estudantes que as respondam no caderno para retomá-las ao fim do capítulo.

A descoberta da célula (p. 125)

Peça aos estudantes que peguem uma régua e observem o tamanho de um milímetro, e então imaginem um décimo dessa medida. Para que compreendam melhor o significado de limite de resolução, pode-se fazer uma atividade simples, solicitando que observem com uma lupa matérias de revista ou jornais impressos. Ao observar com uma lupa, que tem maior limite de resolução que o olho nu, os estudantes poderão notar pontos distintos de cores, que a olho nu se combinam e formam uma imagem bem definida.

Debata a evolução dos primeiros microscópios. Analise imagens com diferentes ampliações. Esse tipo de exercício auxilia os estudantes a compreender as escalas utilizadas nas imagens do livro.

Tipos de microscópio (p. 126)

Compare o aumento de 1.500 vezes com o de 20 vezes de Hooke, utilizando valores de notação científica ou utilizando o seguinte exemplo: um objeto de 0,1 mm de diâmetro teria 2 mm em uma ampliação de 20 vezes, e 15 cm em uma ampliação de 1.500 vezes. Utilize novamente a régua para ilustrar a diferença. Analise junto aos estudantes o esquema do microscópio, mostrando que a luz vem por baixo e precisa atravessar o objeto a ser observado.

Nos estereomicroscópios, a luz vem de cima. Esses equipamentos, porém, têm poder de ampliação muito menor. Debata os usos dos diferentes microscópios. O estereomicroscópio funciona como uma lupa, para observar itens maiores, como detalhes externos de um inseto ou de uma planta, para finalidades de identificação. Ele também é usado por outros profissionais, como joalheiros, especialistas em selos e moedas, entre outros, pois é uma lupa potente e estável. Já o estudo de células e tecidos é mais bem feito no microscópio fotônico e no eletrônico, pois o aumento é maior e permite a visualização de detalhes de estruturas minúsculas. Explique aos estudantes que materiais grossos, como um selo ou uma moeda, não permitiriam a observação pelo microscópio fotônico, pois a luz não conseguiria atravessá-los.

Caso queira aprofundar o estudo dos conceitos ópticos envolvidos no funcionamento dos microscópios, pode-se falar sobre o óleo de imersão. Alguns microscópios fotônicos mais potentes, em especial os utilizados em microbiologia, são equipados com uma lente objetiva de 100×, chamada lente objetiva de imersão. Em objetos muito pequenos, como uma bactéria, uma pequena dispersão de luz – como a que ocorre quando ela passa do objeto para o ar, e do ar para a primeira lente – já pode impedir a focalização correta. O óleo de imersão impede que os raios luminosos se dispersem antes de chegar à primeira lente, permitindo que mais luz entre na objetiva e facilitando a observação.

Para melhor compreensão de como é a visualização em microscópios fotônicos, os estudantes podem explorar o *site* do Programa Microscópio Virtual, disponível em: <<http://projetos.unioeste.br/projetos/microscopio/>> (acesso em: 10 jul. 2020). Ele oferece uma série de imagens de diferentes tecidos, com as devidas escalas, para visualização.

Os microscópios eletrônicos são equipamentos muito caros, restritos a centros de pesquisa e universidades. No microscópio eletrônico de transmissão, as fatias do material observado devem ser ainda mais finas que na microscopia fotônica. O corte do material a ser observado é realizado com um equipamento chamado ultramicrotomo, com navalhas de diamantes ou outros materiais, produzindo cortes de 5 nm a 15 µm. Tais medidas podem ser trabalhadas com os estudantes em conjunto com o estudo de notação científica.

As imagens de microscópios eletrônicos, em especial as de varredura, costumam despertar interesse do observador. Se julgar pertinente, realize uma exposição de imagens de microscopia. Os estudantes devem selecionar as imagens, calcular a escala e apresentá-las a outras turmas, explicando como tais imagens foram feitas. Pode-se também incluir a microscopia fotônica nesse trabalho. As lâminas de tecidos vegetais costumam apresentar padrões e cores encantadores.

As imagens de microscópios eletrônicos, em especial as de varredura, costumam despertar interesse do observador. Se julgar pertinente, realize uma exposição de imagens de microscopia. Os estudantes devem selecionar as imagens, calcular a escala e apresentá-las a outras turmas, explicando como tais imagens foram feitas. Pode-se também incluir a microscopia fotônica nesse trabalho. As lâminas de tecidos vegetais costumam apresentar padrões e cores encantadores.

A teoria celular (p. 127)

Aproveite a oportunidade para debater com os estudantes o conceito de teoria científica. Se possível, apresente o texto e os quadrinhos disponíveis em <<https://universoracionalista.org/teoria-cientifica-e-teoria-filosofica/>> (acesso em: 10 jul. 2020), aproveitando para discutir as diferenças entre teoria, lei e hipótese, bem como retomar o trabalho com o método científico clássico.

Com o debate sobre os conceitos científicos fundamentais, os estudantes podem compreender melhor o que significa a teoria celular. Trabalhe a escala apresentada e, se julgar pertinente, as potências em notação científica em conjunto com o professor de Matemática.

Sugestão de atividade complementar

A “Escala do Universo 2” é um aplicativo com representações visuais que ajudam a entender o tamanho de tudo o que existe, desde o menor comprimento teoricamente possível (comprimento de Planck) até o Universo observável como um todo.

Ao lado da barra de rolagem há o tamanho relativo em notação científica, e é possível clicar em cada objeto da animação para saber mais sobre ele. Estimule os estudantes a compararem as imagens do livro com os elementos dessa animação, atendendo para as escalas informadas nas legendas. Disponível em: <<https://htwins.net/scale2/>> (acesso em: 10 jul. 2020).

Comunicando ideias

(p. 128)

Existem ferramentas *on-line* que facilitam a construção de linhas do tempo interativas. Se possível, solicite aos estudantes que utilizem essas ferramentas e disponibilize-as nas redes da escola.

- <<https://time.graphics/pt/>> (acesso em: 10 jul. 2020)
Linha do tempo interativa e intuitiva, bastando escolher as datas e colocar os eventos. Permite ainda anexar fotografias, mapas e outros arquivos.
- <<https://flippity.net/>> (acesso em: 10 jul. 2020)
A ferramenta permite transformar planilhas em linhas do tempo e outros objetos educacionais, e também pode ser usada para outras finalidades.

Diversidade celular (p. 128)

Converse sobre as funções das estruturas básicas de todas as células, abordando a importância delas para seu funcionamento. Nesse ponto, é importante que os estudantes entendam que os ribossomos, a membrana, o citosol e o material genético são essenciais e, portanto, estão presentes em todas as células, das mais simples às mais complexas. Retome o conteúdo trabalhado no capítulo 4 sobre a síntese proteica, lembrando os conceitos de transcrição e tradução.

Para tratar dos diferentes tipos de célula, explore a etimologia das palavras. *Cariote* se refere a carioteca, membrana que envolve o material genético originando o núcleo. *Pro* tem sentido de anterioridade, do que vem antes, e *eu* significa “verdadeiro”. Ao pensar na etimologia das palavras, os estudantes podem inferir sobre a principal característica que diferencia as células, a ausência ou presença de núcleo.

Caso queira se aprofundar sobre o domínio *Archea*, sugerimos a monografia disponível em <<https://sistemas.eel.usp.br/bibliotecas/monografias/2013/MBI13014.pdf>> (acesso em: 10 jul. 2020), na qual são apresentadas diversas informações sobre esse domínio e sua importância para a biotecnologia.

Sugestão de atividade complementar

Pode-se solicitar aos estudantes uma pesquisa sobre aplicações de plasmídeos em indústrias e na medicina. A tecnologia do DNA recombinante, por exemplo, é largamente utilizada para a produção de fármacos. O site Khan Academy tem material simples e didático sobre o assunto, disponível em: <<https://pt.khanacademy.org/science/biology/biotech-dna-technology/dna-cloning-tutorial/a/overview-dna-cloning>> (acesso em: 10 jul. 2020).

Célula eucarionte (p. 129)

Utilize o esquema da página 127 para comparar o tamanho de células eucariontes e procariontes. Ressalte novamente as estruturas básicas que estão presentes em todas as células (membrana plasmática, citosol, ribossomos e material genético), retomando suas funções.

O debate sobre tipos celulares muitas vezes induz ao erro de julgar um organismo como “mais evoluído” que outro. Caso isso apareça no debate, retome os conceitos de adaptação, ressaltando, por exemplo, a grande variedade de habitats onde podem ser encontradas as bactérias.

Durante a leitura, ressalte a diferença entre as paredes vegetal e bacteriana, retomando o conceito das macromoléculas do capítulo 4. Peça aos estudantes que analisem as imagens e questione se conhecem alguma das estruturas celulares mostradas.

Comunicando ideias

(p. 130)

Aproveite a oportunidade para ressaltar o trabalho de Lynn Margulis, evidenciando o papel da mulher na ciência. Esse assunto permite tratar de conceitos de Química e de reações químicas do corpo humano, e pode ser usado para retomar conteúdos como respiração celular, digestão e absorção, reações químicas e transferência de energia.

O envoltório de todas as células (p. 131)

Pergunte aos estudantes se já construíram ou viram um mosaico, e analise a imagem da membrana com base nas descrições deles, esclarecendo que os pedacinhos que compõem a imagem do “mosaico” da membrana podem mudar de lugar, isto é, ela é fluida. Retome o caráter anfifílico do fosfolípido para que os estudantes compreendam a organização da membrana. Esclareça que esse caráter também é determinante para a disposição das proteínas na membrana: porções hidrofóbicas ficam dentro da dupla camada, e porções hidrofílicas ficam expostas dentro da célula ou no ambiente externo.

Permeabilidade seletiva (p. 132)

Esclareça que a semipermeabilidade da célula é responsável por existirem ambientes distintos dentro e fora dela. Novamente, o uso de analogias e a atenção à formação das palavras pode auxiliar os estudantes a compreender o conceito. Por exemplo, os termos **passivo** e **ativo** já são conhecidos das vozes gramaticais, no estudo da Língua Portuguesa. Peça aos estudantes que expliquem a diferença entre esses termos e tentem deduzir a diferença entre os dois tipos de transporte.

Caixa de ferramentas

(p. 132)

Pode-se solicitar aos estudantes uma pesquisa dos metabólitos vegetais. Existem diversos usos de metabólitos dessa origem na indústria e fármacos e pode ser uma importante atividade para que eles consigam assimilar conteúdos do componente curricular de Química de forma significativa.

Transporte passivo (p. 132)

Projete ou desenhe esquemas das moléculas selecionadas para que os estudantes consigam comparar seus tamanhos

e polaridades, investigando o motivo de tais moléculas conseguirem atravessar a membrana. Analise o esquema com eles utilizando exemplos que conheçam, como a razão de os dedos enrugarem quando se fica muito tempo no mar. Um exemplo que pode ser demonstrado em sala de aula é a perda de água de vegetais quando em contato com sal. É o que acontece, por exemplo, quando temperamos uma salada com sal: com o tempo, a água é eliminada das folhas, que ficam murchas.

Por fim, analise a imagem que mostra as proteínas transportadoras, explicando que elas formam um canal através da membrana, sendo apenas um meio facilitador para as substâncias fluírem. Se possível, acesse com os estudantes o aplicativo disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/membrane-channels> (acesso em: 10 jul. 2020), para que explorem e compreendam melhor o funcionamento dos canais da membrana.

Transporte ativo (p. 134)

Para a compreensão do mecanismo de funcionamento da bomba de sódio e potássio, use a simulação disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/neuron/latest/neuron_pt_BR.html> (acesso em: 10 jul. 2020). Solicite aos estudantes que explorem o aplicativo e, ao final da aula, expliquem ao restante da turma o que compreenderam. Proponha que observem os canais, cliquem em todas as opções, comparem os comportamentos dos canais, concentrações, entre outros parâmetros. O trabalho com simulações pode tornar o aprendizado muito mais significativo.

Durante a discussão, vá esclarecendo pontos que ficaram confusos. Ao tratar da endocitose e da exocitose, peça aos estudantes que façam esquemas e desenhos do que entenderam, para avaliar o que compreenderam desses conceitos.

Comunicando ideias

(p. 135)

Estimule os estudantes a utilizar materiais reciclados e reaproveitados para a construção do modelo. Se possível, desenvolva esse trabalho em conjunto com o professor de Arte.

Ao final, proponha um desafio para que calculem a escala de sua representação, utilizando notação científica.

No interior da célula (p. 136)

Diferencie, durante a leitura, o citoplasma e o citosol. A confusão de nomenclatura é muito comum. Relembre o processo de síntese proteica, reforçando que os aminoácidos estão no citosol. Relacione o citosol aos movimentos da célula, em especial na endo e na exocitose.

Durante o trabalho com as organelas, pode-se solicitar aos estudantes que construam os modelos celulares utilizando massinha de modelar, gel capilar ou outros materiais. Uma forma de auxiliar a compreensão das estruturas é associá-las a diferentes tipos celulares. Por exemplo, células hepáticas são ricas em retículo endoplasmático liso, em especial pela sua função de modificação química de substâncias tóxicas. Como uma forma de retomar conteúdos já trabalhados e adquirir novos conhecimentos, pode-se desafiar os estudantes a montar um esquema mostrando e justificando em quais tecidos do corpo humano temos maior atividade de determinadas organelas.

Durante o debate, é importante que os estudantes compreendam bem a tridimensionalidade das estruturas. Um recurso que pode ser empregado são as animações. Pode ser encontrado um exemplo em: <<http://3d.c3ver.com/0MKDN>> (acesso em: 10 jul. 2020). Esse site, desenvolvido pela Universidade Federal do Paraná, mostra uma célula 3D, e é possível clicar nas organelas para obter informações. A interatividade propicia um excelente recurso para facilitar a compreensão das estruturas pelos estudantes.

Sugestão de atividade complementar

Existem alternativas lúdicas para o estudo das organelas. Uma delas é a construção de um jogo, como proposto em <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/jogo-para-ensinar-as-organelas-celulares.htm>> e em <<http://revistailuminart.ti.srt.ifsp.edu.br/revistailuminart/index.php/iluminart/article/download/77/207>> (acessos em: 10 jul. 2020). O Projeto Genoma, da Universidade de São Paulo, tem também jogos para difusão científica, disponíveis em: <<https://genoma.ib.usp.br/educacao-e-difusao/materiais-didaticos/jogos>> (acesso em: 10 jul. 2020). Nesse endereço, há o jogo “Micromonte”, que pode ser usado para o estudo de conteúdos de Citologia.

Caixa de ferramentas

(p. 141)

Solicite aos estudantes que pesquisem uma lista de células com cílios e flagelos e tentem associar cada tipo de movimento à respectiva função.

Núcleo celular (p. 142)

O nucléolo é a região onde há síntese do RNA ribossômico. Ela se cora fortemente com corantes que se ligam ao ácido nucleico, como a coloração HE (hematoxilina e eosina). A coloração celular também pode ser tema de pesquisa para os estudantes, associando as propriedades químicas dos corantes ao papel deles.

Ao debater o núcleo, retome o conteúdo sobre transcrição e tradução. Esclareça que, em células eucarióticas, a transcrição ocorre dentro da carioteca, enquanto a tradução ocorre no citosol ou no retículo endoplasmático rugoso. Essa discussão pode incluir o debate sobre transporte celular, em especial a exocitose e síntese proteica. Peça aos estudantes que façam uma pesquisa e esquematizem o trajeto intracelular de uma substância excretada pela célula, como a saliva. Esse tipo de exercício auxilia a organizar mentalmente as etapas e compreender a função das organelas.

Ao final da seção, antes de realizar as **Atividades finais**, solicite aos estudantes que releiam as perguntas iniciais e avaliem as respostas que registraram inicialmente para elas, refletindo sobre se mudariam algo. Ao final dessa atividade, proponha uma roda de conversa para que os estudantes possam comentar, a partir das análises das perguntas, o que eles aprenderam do início do capítulo até esse ponto.

Comunicando ideias

(p. 143)

O nome **cromatina** tem origem no termo grego *chromatos*, que significa cor. Esse nome tem relação com a intensa coloração dos núcleos quando observados por

microscopia óptica. As regiões mais densamente coradas são aquelas onde os cromossomos estavam mais enrolados, porção denominada heterocromatina. As regiões menos coradas, com cromossomos menos enrolados e, portanto, mais ativos em termos de transcrição, são denominadas eucromatina.

● Avaliação

A avaliação deve ser contínua, observando os debates dos estudantes ao longo do capítulo e avaliando a aprendizagem com auxílio dos diferentes blocos de atividades. Caso julgue necessário uma avaliação final, pode-se sugerir aos estudantes a construção de modelos de células, que devem ser apresentadas à turma com explicações sobre as organelas. Esse trabalho pode ser inspirado nos infográficos de Fritz Kahn. A atividade pode ser organizada para apresentação em um feira de ciências ou outro espaço da escola.

Bibliografia complementar

- FRITZ Kahn – O avô da visualização de dados. LABVIS. Disponível em: <<https://labvis.eba.ufrj.br/fritz-kahn-o-avo-da-visualizacao-de-dados/>>. Acesso em: 10 jul. 2020.
Matéria sobre a importância do trabalho de Fritz Kahn para a infografia.

Resoluções

Atividades

(p. 128)

1. Para conhecer as ampliações possíveis, basta multiplicar o poder de aumento da lente ocular pelo de cada lente objetiva. Assim, esse microscópio é capaz de produzir ampliações de 200, 500 e 1.000 vezes, respectivamente.
2. A frase em questão está relacionada à teoria celular e diz que apenas uma célula pode gerar outra, ou seja, as células não podem ser formadas a partir de estruturas não vivas.
3. Devido ao tamanho muito reduzido da mitocôndria, microscópios ópticos não são capazes de produzir boas imagens dessa organela. Os microscópios eletrônicos, portanto, são os mais adequados.

Atividades

(p. 130)

1. Estruturas exclusivas de células procariontes:
 - Plasmídeo
 - NucleoideEstruturas exclusivas de células eucariontes:
 - Núcleo
 - Organelas membranosasEstruturas comuns aos dois tipos de células:
 - Membrana plasmática
 - Material genético
 - Citosol
 - Ribossomo
 - Parede celular (Ressalte que, embora possa ser encontrada tanto em células procariontes como em algumas eucariontes, a composição delas é diferente.)
2. Células eucariontes são caracterizadas pela presença de núcleo e organelas membranosas (como complexo golgiense, mitocôndria, retículos endoplasmáticos granuloso e não granuloso) e maiores dimensões do que as procariontes. Já as células procariontes são caracterizadas pela ausência de núcleo, material genético circular concentrado em uma região denominada nucleoide e ausência de organelas membranosas.

Atividades

(p. 135)

1. Ao colocarmos uma célula animal em água pura, ela tende a absorver água por osmose, uma vez que a célula está mais concentrada que o meio externo. Ela pode absorver água até estourar. Se fosse uma célula vegetal, a água também entraria na célula, ela ficaria túrgida, mas não se romperia, por ter parede celular rígida.

2. Porque, ao ingerir essa água, tornamos hipertônico o meio externo às nossas células, de modo que a água migra das células para o meio externo por osmose, causando desidratação.

Atividades

(p. 141)

1. Sugestão de tabela:

Organela	Estrutura	Função	Células em que ocorre
Mitocôndria	Organela de dupla membrana	Respiração celular	Células eucariontes
Cloroplasto	Organela de dupla membrana	Fotossíntese	Células eucariontes vegetais
Ribossomo	Aglomerado de RNA e proteínas	Síntese proteica	Todas as células
Retículo endoplasmático	Tubos membranosos com ou sem ribossomos	Transporte e degradação de substâncias, síntese de lipídios e proteínas	Células eucariontes
Complexo golgiense	Bolsas membranosas achatadas	Síntese de açúcares e empacotamento de substâncias	Células eucariontes
Lisossomo	Bolsa membranosas	Digestão intracelular	Células eucariontes
Vacúolo	Bolsa membranosas	Armazenamento de substâncias e eliminação de água	Células eucariontes
Centríolos	Cilindros de microtúbulos	Formação do fuso na divisão celular	Células eucariontes animais

2. Enzimas e outras substâncias são produzidas no retículo endoplasmático e, então, passam para o complexo golgiense, no qual são empacotadas em vesículas para migrar para seu destino.
3. Os ribossomos sintetizam proteínas, como as enzimas digestivas; o complexo golgiense transforma e empacota proteínas produzidas na célula. Assim, células que produzem muitas proteínas, como as do pâncreas, possuem um número elevado dessas organelas.
4. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes identifiquem que as células musculares apresentam maior número de mitocôndrias, pois têm elevada demanda de ATP para executarem a contração, sua função principal no organismo.

Atividades

(p. 143)

1. O citosol é um fluido de aspecto gelatinoso e viscoso que envolve as organelas citoplasmáticas e o citoesqueleto. É constituído de água, proteínas, açúcares, lipídios, aminoácidos, bases nitrogenadas, sais, vitaminas e íons. Já o nucleoplasma é a solução que preenche o núcleo e circunda a cromatina e os nucléolos. Sua constituição difere do citosol, pois apresenta íons, moléculas de ATP, nucleotídeos e enzimas. A membrana plasmática é composta de uma bicamada de fosfolipídios, na qual existe a separação da região hidrofílica (em contato com o meio intra e extracelular) e uma região hidrofóbica (camada média). Nessa bicamada estão inseridas proteínas, que podem atravessar toda a sua largura (proteínas integrais) ou se localizar em uma das camadas de fosfolipídios (proteínas periféricas). Por fim, a membrana plasmática ainda tem o glicocálix, estrutura formada por uma rede frouxa de glicídios associados às proteínas e aos lipídios, responsável pela proteção e lubrificação da membrana plasmática. O envelope nuclear, composto de duas membranas, delimita o núcleo e seleciona as substâncias que podem entrar nele ou sair – assim como a membrana plasmática com relação à célula.
2. Parede celular, se presente; membrana plasmática; citoplasma; membrana nuclear (nos eucariontes).

- Resposta pessoal. Organizando em diagramas, de acordo com a ordem de importância, os conceitos de cada grupo indicado, um exemplo seria o que segue.
Grupo 3: Núcleo, Envelope nuclear, Nucleoplasma, Nucléolo, Cromatina.
Conceito 1: Núcleo é uma membrana dupla que envolve a organela celular presente nas células eucarióticas. Contém a maior parte do material genético da célula, o DNA.
Conceito 2: Envelope nuclear é a estrutura principal do núcleo da célula; composto de uma membrana dupla (uma externa e outra interna) que envolve completamente a organela e separa seu conteúdo do citoplasma.
Conceito 3: O nucleoplasma é o meio interno de consistência líquida do núcleo da célula. Contém cromatinas e nucléolos.
Conceito 4: Nucléolo é responsável pela síntese dos ribossomos antes de serem exportados para o citoplasma.
- Membrana plasmática, material genético, citosol e ribossomos. Sem essas estruturas, a célula não consegue realizar suas funções básicas: a membrana plasmática controla o fluxo de matéria na célula e separa o meio intracelular do extracelular; o citosol fornece um meio para reações; o material genético permite a transmissão de informação às células-filhas, e os ribossomos auxiliam na síntese de proteínas, moléculas essenciais para o funcionamento celular.
- Exemplos de esquemas podem ser observados ao longo do capítulo.
- Alternativa **b**. A presença de membrana plasmática em todas as células não é um pressuposto da teoria celular.
- Sugestão de tabela contendo os tipos de transporte de substâncias e suas características:

Processo	Tipo de transporte	Gasto de energia	Envolvimento de proteína	Substância transportada
Difusão simples	Passivo	Sem gasto	Não utiliza; transporte através de membrana	Gases e pequenas moléculas
Difusão facilitada	Passivo	Sem gasto	Utiliza proteínas integrais	Moléculas pequenas e íons
Osmose	Passivo	Sem gasto	Não utiliza; transporte através de membrana	Água
Bombas de sódio-potássio	Ativo	Com gasto	Utiliza proteínas	Transporte de íons sódio e potássio contra gradiente de concentração
Endocitose	Ativo	Com gasto	Não utiliza; captura de substâncias por invaginação da membrana	Moléculas grandes e outras partículas
Exocitose	Ativo	Com gasto	Não utiliza; eliminação de substâncias por vesículas membranosas que se fundem à membrana plasmática	Secreção celular e eliminação de produtos da digestão intracelular

- Mitocôndrias.
 - Centríolos.
 - Lisossomos.
 - Retículo endoplasmático não granuloso.
 - Cloroplasto.
 - Complexo golgiense.
- Os fosfolipídios são moléculas compostas de uma região hidrofílica e outra hidrofóbica. Essa estrutura possibilita a formação de agregados organizados, nos quais a camada hidrofílica fica em contato com a solução, enquanto a camada hidrofóbica fica interna. Essa característica permitiu a formação da membrana plasmática em bicamada, na qual as partes hidrofóbicas ficam no interior da membrana plasmática, impedindo o fluxo de

diversas substâncias, e as regiões hidrofílicas ficam em contato com os meios externo e interno, que são aquosos.

8. Resposta pessoal.
9. Sim, ocorrerá transporte do NaCl do tubo B para o tubo A através da membrana semipermeável por transporte passivo. Também ocorre transporte de água durante a passagem do sal do tubo B para o tubo A até que o equilíbrio de concentração seja atingido; então, esse transporte passa a ocorrer nos dois sentidos.
10. O sal irá do meio mais concentrado (tubo B) para o menos concentrado (tubo A) até as concentrações se igualarem. Então, a concentração de sal tende a diminuir no tubo B e, conseqüentemente, aumentar no A.
11. Os volumes se manterão constantes, pois a membrana é semipermeável e permite a passagem de sal para o tubo A.
12. Sim, ocorrerá transporte de água por osmose do tubo com menor concentração de açúcar (tubo B) para o tubo com maior concentração de açúcar (tubo A).

13. O conceito de concentração é a quantidade de massa de soluto por volume de solvente (por exemplo, g/L); portanto, ao acrescentar açúcar na solução A, o solvente, a água, presente no tubo B, migrará para o tubo A, diminuindo a concentração de açúcar (diluído o soluto) nesse tubo até que haja o equilíbrio entre as soluções. Assim, como o tubo B perderá água, a concentração de açúcar desse tubo tende a aumentar pela perda de volume de solvente.
14. O açúcar foi acrescentado no tubo A. Assim, a água migrará por osmose do tubo menos concentrado (tubo B) para o tubo mais concentrado (tubo A) e, após um tempo, esse processo se estabilizará, com o tubo A tendo maior volume, porém com a mesma concentração de açúcar que o tubo B. Isso ocorre porque a membrana não é permeável ao açúcar.
15. Alternativa c. Na síntese proteica de eucariontes, os polipeptídeos passam do retículo endoplasmático para o complexo golgiense, no qual podem ser empacotados em vesículas de secreção.
16. Alternativa c. O caminho percorrido pela substância a ser secretada passa pelo retículo endoplasmático, pelo complexo golgiense e pela vesícula de secreção, nessa ordem.

PONTO FINAL

O desenvolvimento das atividades da seção **Ponto final** contribuirá para que os estudantes reflitam sobre as implicações das transformações de origem física ou química, sejam elas de natureza social, política, econômica ou ambiental. O aprofundamento do trabalho dependerá da disponibilidade de tempo e do envolvimento dos estudantes. Assim, pode-se fazer a leitura e discussão do texto do **Livro do Estudante** e encerrar o trabalho com a realização das atividades propostas, dentro de um prazo estabelecido. Também é possível ir além e pedir aos estudantes que pesquisem, de preferência em grupos, outros tópicos – que sugerimos mais adiante – e que apresentem o resultado de tais pesquisas na forma de um produto final a ser socializado em sala de aula, na escola e, se possível, na comunidade.

É importante ressaltar que tanto a proposta quanto a seqüência de trabalho descrita a seguir devem ser entendidas como sugestões.

Desenvolvimento do trabalho

Recomendamos que, após a leitura do texto da seção **Ponto final**, que pode ser feita em voz alta, faça alguns questionamentos para sondar os conhecimentos que os estudantes têm sobre conceitos relacionados a mudanças climáticas e seus efeitos.

- Mudanças climáticas e aquecimento global são sinônimos? Em caso negativo, quais são as diferenças?
- Há benefícios no efeito estufa? Expliquem.

- Há evidências que apontam a ocorrência de aquecimento em escala global? Em caso afirmativo, indiquem.
- Como as mudanças climáticas podem afetar os seres humanos e outros seres vivos?
- Indiquem alguns impactos na economia que podem ocorrer ou ocorrem com as mudanças climáticas.

A preocupação dessa atividade não reside em obter “respostas corretas”, mas identificar concepções alternativas e imprecisões que os estudantes podem ter sobre o assunto.

Registre na lousa uma síntese das respostas apresentadas e oriente os estudantes a copiar no caderno. Eles poderão, ao final do trabalho, retomá-las e, se necessário, farão correções ou complementações.

Na seqüência, organize os estudantes em grupos, com no máximo cinco integrantes, de preferência.

Com relação às questões propostas na seção, embora elas tenham respostas variadas e o professor responsável por organizar o trabalho tenha boas condições de encaminhá-las, vale fazer algumas observações:

- É possível que os estudantes já tenham assistido a filmes ou a vídeos que mostram matilhas de cães tracionando trenós na neve, o que ainda acontece em algumas comunidades. Embora, em um primeiro momento, a imagem central da seção **Ponto de partida** possa parecer retratar algo comum no território dinamarquês, certamente a presença da água líquida não é condizente com a paisagem habitual do lugar. Foi o grande aumento de temperatura na Groenlândia, bem acima do normal, o responsável pela

fusão de cerca de metade de sua superfície congelada. Esse aumento de temperatura explica também o fato de o gelo marinho ao redor do território ser afetado por essa situação. A fotografia, de meados de 2019, tirada por um cientista climático do Instituto Meteorológico Dinamarquês (DMI), deu destaque ao episódio.

- Na questão 1, considerados sistemas fechados, a massa, e, portanto, o número de átomos de cada elemento químico constituinte dos materiais, se conserva. Quanto à energia total, embora possa haver a transformação de um tipo de energia em outro, também há conservação. Por exemplo, a energia na forma de calor fornecida ao beiju (queima do combustível) no momento da preparação daquela espécie de panqueca transforma-se em energia química, na verdade, um processo de transformação que engloba mudanças de estado físico, quebras de ligações, dissoluções, formação de novas ligações etc.
- Auxilie os estudantes quanto à comparação entre o papel da mitocôndria e o motor a explosão em funcionamento. Em ambos os casos há transformação de energia química em outra forma de energia. Nas mitocôndrias, essa energia é utilizada para a realização de funções celulares e metabólicas e, no caso do motor a explosão, parte dela é utilizada para o funcionamento do veículo, transformando energia química em mecânica.

- Na questão 4, caso julgue pertinente, traga para a sala de aulas notícias que destacam o derretimento de geleiras e os impactos causados, além de imagens ilustrativas.

A seguir constam algumas matérias que podem ser utilizadas:

- SMEDLEY, T. De gases a vírus, o veneno que é espalhado pelo derretimento das geleiras. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-52971813>>.
- DERRETIMENTO de geleiras pode provocar 'caos' climático. AFP. Disponível em: <<https://www.em.com.br/app/noticia/internacional/2019/02/07/internacional,1028635/derretimento-de-geleiras-pode-provocar-caos-climatico.shtml#:~:text=O%20derretimento%20das%20geleiras%20da,nas%20pr%C3%B3ximas%20d%C3%A9cadas%2C%20alertam%20pesquisadores>>.
- HOWARD, J. Geleiras do Alasca estão derretendo 100 vezes mais rápido do que se imaginava. Disponível em: <<https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2019/07/geleiras-do-alasca-estao-derretendo-100-vezes-mais-rapido-do-que-se-imaginava>>.
- CARBINATTO, B. Derretimento das geleiras na Groenlândia atingiu ponto sem retorno, diz estudo. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/derretimento-das-geleiras-na-groenlandia-atingiu-ponto-sem-retorno-diz-estudo/>>.
- SÉRIE assustadora mostra o “antes e depois” de geleiras e o quanto elas derreteram em 100 anos. Disponível em: <<https://www.hypeness.com.br/2015/10/serie-assustadora-mostra-o-antes-e-depois-de-geleiras-e-o-quanto-elas-derreteram-em-100-anos/>>.

Acessos em: 4 set. 2020.

É importante que nas discussões sobre os efeitos do derretimento das geleiras da Groenlândia sejam ressaltadas a liberação de vírus e bactérias antigas e nocivas, de gases de efeito estufa (como metano) e de substâncias contendo mercúrio e as alterações nas correntes oceânicas.

Possíveis linhas de pesquisa/trabalho

A seguir, propomos alguns assuntos que podem auxiliar no encaminhamento da pesquisa e da reflexão sobre o tema:

- Pegada de carbono;
- Geoengenharia e tecnologias para mudar o clima do planeta.

Avaliação

No final do trabalho, avalie os estudantes quanto a aspectos cognitivos, atitudinais e comportamentais.

- Compreenderam o objetivo das pesquisas e buscaram informações que estavam dentro do tema proposto?
- Souberam buscar informações relevantes em fontes confiáveis?
- Demonstraram o nível de envolvimento esperado com a atividade? Mostraram iniciativa e criatividade?
- Demonstraram ou desenvolveram as habilidades necessárias ao trabalho em grupo?
- O produto final estava adequado à proposta e tinha força para atingir o público-alvo?

Sugestões complementares

Há outros materiais que podem ser interessantes para a discussão dos assuntos deste **Ponto final**:

• Sobre mudanças climáticas

O QUE são mudanças climáticas e outras 14 perguntas para entender o fenômeno. Disponível em:

<<https://www.bbc.com/portuguese/geral-50019998>>.

MATERIAIS educacionais do INPE relacionados às mudanças climáticas. Disponível em:

<<http://videoseducacionais.cptec.inpe.br/>>.

O BRASIL e as mudanças climáticas (duração: cerca de 9 min). Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=eurz_TPwxlw>.

POR QUE combater a mudança climática? A ONU responde. Disponível em:

<<https://brasil.un.org/pt-br/74856-por-que-combater-mudanca-climatica-onu-responde>>.

MUDANÇAS climáticas e saúde. Disponível em:

<http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/mudanca-climatica_saude.pdf>.

Acessos em: 10 abr. 2021.

• Sobre Geoengenharia

NOGUEIRA, S. Entenda de uma vez: geoengenharia. Disponível em:

<<https://super.abril.com.br/ciencia/entenda-de-uma-vez-geoengenharia/>>.

GEOENGENHARIA, estratégia milagrosa para proteção do clima? Disponível em:

<<https://www.dw.com/pt-br/geoengenharia-estrat%C3%A9gia-milagrosa-para-prote%C3%A7%C3%A3o-do-clima/a-52210040>>.

JORDANO, A. Geoengenharia: 5 ideias para combater a mudança climática. Disponível em:

<<https://inovasocial.com.br/inova/geoengenharia-mudanca-climatica/>>.

PACHECO, D. Geoengenharia pode ser aliada no combate às mudanças climáticas. Disponível em:

<<https://jornal.usp.br/podcast/tecnologias-do-futuro-06-geoengenharia-pode-ser-aliada-no-combate-as-mudancas-climaticas/>>.

Acessos em: 4 set. 2020.

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

Conservação e transformação

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

1ª edição

São Paulo, 2020

Coordenação geral: Maria do Carmo Fernandes Branco
Edição executiva: Glauca Teixeira, Rita Helena Bröckelmann
Edição: Thiago Macedo de Abreu Hortêncio, Daniel Hohl, Luiz Alberto de Paula, Kátia Paulilo Mantovani, Juliana Albuquerque, Ana Carolina de Almeida Yamamoto, Lara Vieira Leite, Paula Hirata
Preparação: Vero Verbo Serviços Editoriais
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: 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, Janaina Mello, Lilian Xavier, Salvine Maciel, 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

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



Usando um spray, recuso empagado na técnica graffiti, assistente da Estação de Transpêns para a parada o projeto elaborado pela artista para as Olimpíadas do Rio de Janeiro, em 2016.



Ponto de partida
Envolve as três disciplinas e instiga os estudantes para o estudo do volume e suas temáticas.

Transformações ocorrem constantemente ao nosso redor, embora nem sempre sejamos capazes de percebê-las ou de nos perguntar: O que está se transformando? O que está se conservando? Por exemplo, quando um alimento é digerido ou o gás de um refrigerador se liquefaz e depois volta ao estado gasoso, que tipos de transformações estão em jogo? E nesses casos, o que se mantém – as substâncias constituintes dos materiais, os elementos químicos que os formam, a energia total etc.? Agora, reflita sobre os aspectos envolvidos: na produção e na digestão do feijão (tópico); no processo usado pelo artista para, com um spray, elaborar os grafres de seus murais; no derretimento e eventual solidificação do gelo das calotas polares da Groenlândia. E do ponto de vista biológico, alguma dessas transformações tem impacto significativo sobre o clima? Parte dessas respostas será possível obter com o estudo deste livro.

Indígena mistura a mandioca, farinha de mandioca e desidratada sobre um tacho. Ao ser aquecido, o material transforma-se em um tipo de panqueca seca e crocante. Essa quira, a beija, é de origem indígena e típica em várias cidades brasileiras. Adilson Igoe/Kamaryut, em Cachoeira do Norte, MT, 2018.

Milhares de cães vivem em condições insalubres e sua féi reusada pelo dejetos, entossidário ocorrido em junho de 2019, na região da Groenlândia, devido ao grande aumento de temperatura.

Para começo de conversa
Imagem e questão(ões) contextualizadora(s) sobre um problema apresentado. Podem ser questões de levantamento de conhecimento prévio ou de hipóteses.

Caixa de ferramentas
Explicação de alguns termos ou conceitos essenciais para a compreensão do texto.

CAPÍTULO 1 Dilatação e termologia

Para começo de conversa

Temperaturas muito diferentes das habituais podem acarretar sérios desastres ambientais, como apresentado nas imagens a seguir.



Ondas de calor favoreceram os incêndios florestais. Prêmio a Atenas, as chamas devoraram casas e floresta, com a morte de 29 pessoas. (Globe, 2018).



As mudanças climáticas causadas pelo aquecimento global estão provocando o derretimento das geleiras, como na imagem de Santa Cruz, Argentina. (2017)



O excesso de calor no ambiente pode provocar a dilatação dos trilhos a ponto de se deformarem. (Capim, 2019).



O excesso de chuva carrega muito material orgânico para a lagoa, elevando o crescimento excessivo de algas e causando a morte dos peixes na Lagoa Rodrigo de Freitas. (Rê, 2018)

Na cidade onde você vive, há muita diferença entre as temperaturas médias de inverno e de verão? Essa diferença de temperatura corresponde aproximadamente a quantos graus?

Quais equipamentos eletrônicos você conhece que podem ajudar a diminuir o desconforto causado por grandes variações de temperatura?

Neste capítulo, estudaremos os conceitos físicos associados ao aquecimento e ao resfriamento, isto é, as trocas de calor de um corpo com outro ou com o ambiente.

Proteínas

As proteínas são as moléculas orgânicas mais abundantes nas células. Além da importância estrutural, são fundamentais em diversas funções celulares. Essas moléculas são compostas fundamentalmente por átomos de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, mas pode haver também enxofre em sua composição. Elas são formadas por diversas subunidades repetidas chamadas **aminoácidos** e podem variar em forma, tamanho e função biológica. São conhecidos cerca de 100 aminoácidos diferentes, porém somente 20 fazem parte da composição de proteínas nos seres vivos. As proteínas podem variar quanto ao tipo, ao número e à sequência de aminoácidos.

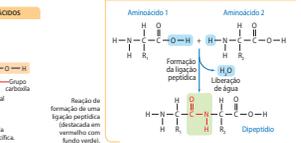
Todos os aminoácidos possuem a mesma estrutura básica: um átomo de carbono (chamado de carbono-alfa), ligado simultaneamente a um átomo de hidrogênio (H), a uma cadeia lateral chamada radical, a um grupo amina (NH₂) e a um grupo carboxila (COOH). Estes dois últimos grupamentos, responsáveis pela denominação "aminoácido", são sempre os mesmos; já o radical varia de um aminoácido para outro, podendo ser de um simples átomo de hidrogênio até uma grande cadeia de átomos de carbono ramificados.

Os aminoácidos ligam-se entre si por meio de **ligações peptídicas**, que ocorrem entre o grupo amina de um aminoácido e o grupo carboxila do seguinte.

Caixa de ferramentas

Dois aminoácidos unidos constituem um **dipeptídeo**. Os **oligopeptídios** compreendem à unidade de até 30 aminoácidos, e os **polipeptídios** são formados pela união de um número ainda maior deles. As proteínas são formadas por uma ou várias cadeias polipeptídicas.

LIGAÇÃO PEPTÍDICA



Interligações

Dieta completa em aminoácidos

Todos as proteínas que compõem o corpo humano são formadas pela combinação de 20 tipos de aminoácidos. Cinco desses aminoácidos são produzidos pelo nosso próprio organismo — são os chamados aminoácidos não essenciais. Os outros nove aminoácidos precisam ser ingeridos na alimentação para que possamos sintetizar todas as proteínas de que precisamos para viver — são os aminoácidos essenciais.

Os aminoácidos essenciais variam de espécie para espécie: o que é um aminoácido essencial para uma espécie pode ser produzido pelo organismo de outra. A maioria dos alimentos de origem animal inclui todos os aminoácidos essenciais para a dieta humana. O mesmo não ocorre com alimentos de origem vegetal: nem todos contêm os nove aminoácidos essenciais.

Na nossa rotina

Assim, para garantir a ingestão de todos os aminoácidos, é necessária uma dieta balanceada. Mesmo antes de esse assunto ser abordado pela Química, muitos povos já conheciam a importância de comer refeições balanceadas. Na América Central, por exemplo, alguns povos nativos incluem em suas dietas alimentos à base de milho e feijão, uma combinação que fornece todos os aminoácidos essenciais. No Brasil, uma combinação comum é de arroz e feijão.

1. Pesquise quais são os nove aminoácidos essenciais mencionados no texto e verifique quais deles estão presentes no arroz e quais estão presentes no feijão. Após a pesquisa, explique-se do ponto de vista dos aminoácidos essenciais esse prato brasileiro pode ser considerado uma refeição completa.

Interligações
Apresenta texto e atividades como uma oportunidade de relacionar o conteúdo do capítulo com situações cotidianas ou outras áreas do conhecimento.

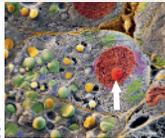
Atividades Sequência de atividades ao longo do capítulo, que podem ser de aplicação mais direta de conceitos ou de questões abertas e dissertativas.

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.

Núcleo

É uma massa densa, muito mais arredondada e sem membrana, que pode estar presente isoladamente ou em maior número no núcleo das células eucariotas. Nessa região do núcleo, são produzidos os ribossomos. A medida que vão amadurecendo, eles migram através dos poros do envelope nuclear para o citosol.

Micrografia de uma célula humana em que é possível visualizar o núcleo (seta no núcleo indicada pela seta). (Microscopia eletrônica, aumento: 4.200 × colorizada artificialmente)



Cromatina

É a associação dos filamentos de DNA e de proteínas presentes no interior do núcleo celular de eucariotas. Cada um desses filamentos é constituído de uma longa molécula de DNA, que fica emaranhada no interior do núcleo no período em que a célula não está se dividindo. Durante a divisão celular, esses filamentos são compactados em estruturas bem definidas e encoicadas, denominadas cromossomos.

A principal função da cromatina é conservar e transmitir a informação genética, contida nas moléculas de DNA, a fim de controlar o metabolismo celular.

Atividades

1. Liste as semelhanças entre o citosol da célula e o nucleoplasma do núcleo celular. Faça o mesmo com a membrana plasmática e o envelope nuclear.
2. Substâncias mutagênicas são capazes de alterar o material genético de um organismo. Qual é a sequência de componentes celulares que uma substância mutagênica precisa atravessar para chegar ao DNA?

Comunicando ideias

Por que a cromatina tem esse nome? Pesquise sobre ela e escreva uma crônica narrando a descoberta dessa estrutura.

Fique por dentro

Internet
História da microscopia
http://www.servico.focuz.br/cultura/historia_10.html
 História da evolução do microscópio, desde as primeiras lentes feitas pelos senhores humanos até a invenção do microscópio eletrônico.

Nanante
<http://videtur.org.br/2015/10/20/nanante-na-tv-uaa-9/>
 Vídeo da TV Uaap que explica o surgimento da nanante digital e a convergência entre ciência, arte e tecnologia e traz imagens que mostram a beleza das formas e composições de materiais observados ao microscópio.
 Acesso em: 10 jan. 2020.

Filme

A célula. Direção: Adam Rutherford. Inglaterra, 2018. (108 min).
 Esse série da BBC, em três episódios, mostra parte da jornada científica em direção à descoberta dos segredos das células e da vida.

Livro
KATZ, Sander Elie. A arte de fermentar. São Paulo, SP: SP, 2014.
 O autor dedica sua vida a estudar e divulgar os diversos métodos de fermentação empregados 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.

Atividades finais

Conjunto de atividades e problemas sobre o conteúdo do capítulo, com aplicação dos conceitos ou sua mobilização em novas situações, dando continuidade às atividades presentes ao longo do tópico.

ATIVIDADES FINAIS

1. (Em) Durante uma ação de fiscalização em postos de combustível, foi encontrado um mecanismo inusitado para enganar o consumidor. Durante o inverno, o responsável por um posto de combustível compra álcool por R\$ 0,50/litro, a uma temperatura de 15 °C. Para revender o líquido aos motoristas, instala um mecanismo no bico de combustível para aquecê-lo, para que atinja a temperatura de 35 °C, sendo o litro de álcool vendido a R\$ 1,60. Diariamente o posto compra 20 mil litros de álcool a 15 °C e os revende. Com relação à situação hipotética descrita no texto e dado que o coeficiente de dilatação volumétrica do álcool é de $1 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, desprezando-se o custo da energia gasta no aquecimento do combustível, o ganho financeiro que o dono do posto teria obtido devido ao superaquecimento do álcool após uma semana de vendas estaria entre:
 - a) R\$ 500,00 e R\$ 1.000,00
 - b) R\$ 4.000,00 e R\$ 5.000,00
 - c) R\$ 6.000,00 e R\$ 7.000,00
 - d) R\$ 7.000,00 e R\$ 7.950,00
2. (Em) Num experimento, um professor deixa duas bandejas de mesma massa, uma de plástico e outra de alumínio, sobre a mesa do laboratório. Após algumas horas, ele pede aos alunos que avaliem a temperatura das duas bandejas, usando para isso o tato. Seus alunos afirmam, categoricamente, que a bandeja de alumínio está mais quente do que a de plástico. Entretanto, ele propõe uma segunda atividade, em que coloca um cubo de gelo sobre cada uma das bandejas, que está em equilíbrio térmico com o ambiente, e os questiona em qual delas a taxa de derretimento do gelo será maior. O aluno que responder corretamente ao questionamento do professor diz que o derretimento ocorrerá:
 - a) mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem uma maior condutividade térmica que a de plástico.
 - b) mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem inicialmente uma temperatura mais alta que a de alumínio.
 - c) mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem uma maior capacidade térmica que a de alumínio.
 - d) mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem um calor específico menor que a de plástico.
 - e) com a mesma rapidez nas duas bandejas, pois apresentando a mesma variação de temperatura, a troca de calor ocorre apenas entre a água e o recipiente, que não houve perda de calor para o ambiente e que os calores específicos do alumínio e da água são iguais, respectivamente, $900 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$ e $4,2 \cdot 10^3 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$, a quantidade de água colocada no recipiente foi:
 - a) 200 g
 - b) 450 g
 - c) 330 g
 - d) 280 g
 - e) 160 g
 3. (Famema-SP) Considere que um fogão fornece um fluxo constante de calor e que esse calor seja inteiramente transferido para a água que se deseja aquecer. O calor específico da água é $1,00 \text{ cal/(g} \cdot ^\circ\text{C)}$ e o calor específico do alumínio é $0,90 \text{ cal/(g} \cdot ^\circ\text{C)}$. Para aquecer 1,00 kg de água inicialmente a 20 °C, atinja a temperatura de 100 °C, é necessário aquecer a porção mínima sobre o Chumaço Fogão (de 200 g desse tipo de aquecedor nesse fogão durante um minuto, a temperatura desse óleo será elevada em, aproximadamente):
 - a) 120 °C
 - b) 180 °C
 - c) 160 °C
 - d) 100 °C
 - e) 140 °C

Próximos passos

Neste capítulo, você estudou alterações que variações elevadas de temperatura causam nas substâncias como a dilatação ou a mudança de estado. Estudou também como calcular as transformações de calor trocado pelos corpos de diferentes temperaturas quando colocados em contato, isto é, pode qualificar e quantificar os equilíbrios térmicos.

No próximo capítulo, você estudará especialmente a relação do calor com os gases e suas variáveis de estado – pressão, volume e temperatura. O conhecimento dessa relação é fundamental para compreender a física que permeia o desenvolvimento da tecnologia e a fabricação das máquinas simples presentes em nosso cotidiano, como geladeiras, usinas energéticas, motores de automóveis etc.

Fique por dentro Traz indicações de sites, livros, revistas e artigos, além de sugestões de vivências em ambientes fora da escola.

Próximos passos Ao final do capítulo, com intenção de conectar os conhecimentos, estabeleça uma relação entre o capítulo em que se encontra e o seguinte.

Atividade prática

Práticas, algumas de cunho investigativo, relacionadas não só à interpretação de resultados, mas ao planejamento de experimentos. Para isso, são apresentados procedimentos e questões que, com a mediação do professor, orientam e problematizam o trabalho.



Fonte: CHANG, R. G. Chemistry, 12th ed. New York, McGraw-Hill Education, 2014. Representação esquemática de um dos tipos de calorímetro em contêiner térmico. (Foto de propagação cones fotônica)

A medida do calor

No capítulo 1 foi apresentado o que é um calorímetro. Existem vários tipos de calorímetro. Um dos tipos usados para fazer essas medidas é o tipo que possui um termômetro e possui paredes adiabáticas, isto é, que dificultam as trocas de calor com o ambiente. Podem ser de dois tipos: calorímetro e um sistema isolado (não troca matéria nem calor com o meio externo).

Assim, se quisermos determinar, por exemplo, o calor liberado em uma reação, podemos usar um calorímetro, como o representado ao lado.

A água que envolve a bomba calorimétrica absorve parte do calor liberado na combustão do material (frasco de reação). Pela variação de temperatura da água contida no calorímetro, medida pelo termômetro, estima-se a quantidade de calor envolvido no processo.

Se no frasco de reação ocorrer uma reação exotérmica, como uma combustão, o calor liberado provocará o aumento da temperatura da água que cerca o local da reação e de todo o sistema, porque, após algum tempo, ele entra em equilíbrio térmico.

ATIVIDADE PRÁTICA

Atenção

Não coma ou beba em laboratório; nunca coloque os materiais do laboratório na boca; não se orientar com outra parte do corpo; mantenha os cabelos presos; use óculos de segurança a qualquer das mangas compridas; use luvas resistentes; não toque os reagentes com as mãos; cuidado ao manipular a lâmpada a álcool ou o bico de Bunsen. Os resíduos sólidos do experimento podem ser descartados no lixo comum; a água pode ser descartada na pia.

Alimentos e valor calórico

Objetivo

Comparar a quantidade de calor liberada na combustão de diferentes alimentos.

Materiais necessários

- alimentos secos (pão torrado, castanhas, bolachas etc.), de preferência com dados sobre o valor energético
- 1 a 4 tubos de ensaio idênticos
- 1 pinça de madeira
- 1 suporte universal e 1 garra
- 1 termômetro com escala de $-10 \text{ } ^\circ\text{C}$ a $110 \text{ } ^\circ\text{C}$
- 1 tige para papel
- 1 lâmpada a álcool ou bico de Bunsen
- 1 forro de segurança
- fita adesiva ou isolante
- água destilada (ou de torneira)
- balança (se houver)

Procedimento

1. Se você dispuserem de equipamentos de laboratório (suporte e garra), prendam o tubo de ensaio no suporte utilizando a garra. Caso contrário, um de vocês pode segurar o tubo com uma pinça de madeira.
2. Adicionem a água até um terço da altura do tubo de ensaio.

Ponto final Recupera a abertura do volume e realiza um fechamento, que pode ser uma sequência de atividades, um projeto, uma proposta de ampliação ou outros.

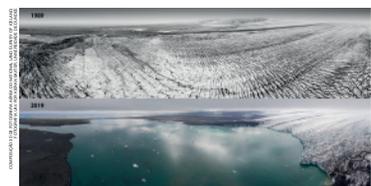
PONTO FINAL

Até boa parte do século XX, a forma como os recursos eram utilizados dava a impressão de que os recursos naturais eram inesgotáveis. Embora muitos antropólogos também tenham contribuído para o esgotamento desses recursos, eles não dispunham, em geral, de conhecimentos de tecnologia que evidenciasse a gravidade desse tipo de conduta, nem de meios para evitar essa exploração tão intensa. Agora a realidade é diferente.

As alterações climáticas observadas nas últimas décadas têm sido objeto de muitas pesquisas envolvendo cientistas de diversas áreas e de muitos países. Um exemplo de consequência observável dessas mudanças é o do derretimento dos polos, intensificado nos últimos anos e que destacamos na seção **Ponto de partida**. Em 2020, com base no que foi constatado na Groenlândia, especialistas afirmam que, nessa região, a derretimento das calotas polares chegou a uma situação irreversível, isto é, sem a possibilidade de recuperação. Certamente, um alerta para todos nós!

Sob a orientação de seu professor, organize-se em grupos para o trabalho, conversem, pesquisem e elaborem respostas para as questões seguintes:

1. Na seção **Ponto de partida** há imagens que ilustram processos nos quais as transformações são evidentes. Relembre essas imagens e explique, para cada uma delas, as transformações que ocorrem e elenque algumas características que se conservam. Em cada caso, considere que tenha um sistema fechado.
2. Ao longo deste livro muitas outras imagens também são úteis para exemplificar “conservação + transformação”. Faça uma lista com cinco dessas imagens (fotos ou ilustrações), explicando a transformação física ou química que nelas está implícita ou explícita e por quê.
3. Em dois capítulos deste livro são abordados aspectos teóricos envolvendo a conservação da energia. Volte a eles, se necessário, e realize uma comparação entre o papel da mitocôndria e o de um motor a explosão em funcionamento.
4. Na montagem abaixo é possível verificar a mesma preservação com uma diferença de 30 anos. Quais são os efeitos que o derretimento das geleiras da Ilândia e da Antártida podem provocar?



Fotografia aérea de 1989 (esquerda) e fotografia feita por drone em 2019 (direita) do mesmo local, que pertence ao distrito Vangajuaq (Ilândia), o qual se estende por uma área de cerca de 7.700 km² e perdura cerca de 20 metros de altura em Ilanaq. Essas imagens fazem parte do mapeamento do derretimento das geleiras feito pela Universidade de Osnabrück, na Alemanha.

Na data combinada, os trabalhos podem ser apresentados em diversas formas, seja por grupos, seja pela classe: jornal, seminário, cartazes e painéis resumindo o que pesquisaram.

Objetivos

- Compreender como os conceitos da Termodinâmica estão relacionados às Ciências da Natureza, ao funcionamento das máquinas e ao ambiente em geral.
- Entender como a variação de temperatura é importante e como está relacionada a diferentes processos que afetam o ambiente e a vida em nosso planeta.
- Mostrar a importância da dilatação e da termologia relacionadas à manutenção da vida, aos níveis de organização e ecossistemas.
- Reconhecer os principais grupos de macromoléculas que constituem os seres vivos, identificando as funções de cada grupo.
- Refletir sobre hábitos de alimentação saudável e de cuidado com a saúde com base na constituição nutricional dos alimentos.
- Compreender a célula como unidade da vida, reconhecendo a diversidade celular e os diferentes componentes das células.
- Reconhecer as principais fontes de energia química para a manutenção da vida, analisando o teor energético dos alimentos, bem como as informações nutricionais disponíveis em rótulos de produtos alimentícios.
- Compreender a origem do calor envolvido em transformações químicas, como as que ocorrem com os alimentos.
- Compreender o que são reações endotérmicas e exotérmicas e suas representações gráficas.
- Compreender as principais características e as representações de compostos orgânicos, bem como suas propriedades.
- Reconhecer as similaridades da geometria de moléculas orgânicas de importância para os seres vivos, como a glicose, a frutose, o betacaroteno e a vitamina A.
- Reconhecer a importância biológica e social de compostos estereoisômeros, como os que compõem produtos farmacêuticos.

Justificativa

Aprofundar os conhecimentos sobre a transformação e a conservação de energia e a respeito de transformações químicas permite compreender como ocorre a manutenção da vida em seus diferentes níveis de organização, abrangendo os aspectos físicos e químicos relacionados. Compreender as características estruturais e as propriedades de compostos de importância biológica e social pode contribuir para o desenvolvimento de um pensamento mais reflexivo e crítico com relação ao uso indiscriminado de fármacos. Estudados de maneira contextualizada, esses assuntos contribuem para a tomada de decisões bem embasadas no cotidiano, como hábitos de consumo, escolhas mais conscientes na alimentação e de produtos para a manutenção da saúde.

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.

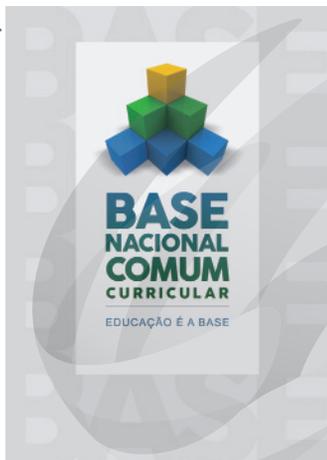
EM 13 CNT 103

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):
LGG = Linguagens e suas Tecnologias
LP = Língua Portuguesa
MAT = Matemática e suas Tecnologias
CNT = Ciências da Natureza e suas Tecnologias
CHS = Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Os números finais indicam a competência específica à qual se relaciona a habilidade (1º número) e a sua numeração no conjunto de habilidades relativas a cada competência (dois 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, 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.	2 e 5
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, 2, 3, 4, 5 e 6
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.	3 e 5
6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.	5
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.	3 e 5
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.	3, 4 e 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.	3 e 5

Competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Capítulos
<p>1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.</p>	<p>(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.</p>	1, 3 e 4
	<p>(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.</p>	1, 3 e 2
	<p>(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.</p>	3 e 5
	<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, 2 e 3
<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>(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>	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 2
	<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>	3 e 5
	<p>(EM13CNT207) Identificar e analisar vulnerabilidades vinculadas aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando as dimensões física, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.</p>	1, 3 e 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>	<p>1, 3, 4 e 5</p>
	<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>4, 5 e 6</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>6</p>
	<p>(EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.</p>	<p>3</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 3</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>2</p>

SUMÁRIO

Ponto de partida	12
Capítulo 1 Dilatação e termologia	14
A dilatação e como ela ocorre	15
Comunicando ideias	17
Líquidos também dilatam	18
Calor e mudanças de estado	20
Trocas de calor e equilíbrio térmico	25
Interligações – Água que resfria e que aquece	27
Fique por dentro	28
Atividades finais	29
Próximos passos	29
Capítulo 2 Termodinâmica	30
Termodinâmica: gás realizando trabalho	31
Comunicando ideias	32
Transformações gasosas e trabalho mecânico	33
Primeira lei da Termodinâmica: calor e energia interna	38
Interligações – Aerossol: uma tecnologia impulsiva	43
A segunda lei da Termodinâmica e as máquinas térmicas	46
Interligações – Motor a explosão	48
Fique por dentro	50
Atividades finais	50
Próximos passos	51
Capítulo 3 Transformações da matéria e calor	52
Efeitos térmicos das reações químicas e seus usos no cotidiano	53
Processos exotérmicos e endotérmicos	55
A medida do calor	58
Atividade prática	58
Varição de entalpia (ΔH)	60
Entalpia de reação	62
Estado físico e variação de entalpia	63
Entalpia de substâncias simples	66
Interligações – A tecnologia e as buckybolos	68
Comunicando ideias	69
Entalpia de formação	71
Entalpia de combustão	71
Interligações – Química e saúde – Os alimentos e seu valor calórico	73
Lei de Hess	74
Energia de ligação	76
Interligações – Produção de “energia limpa”	77
Fique por dentro	79
Atividades finais	79
Próximos passos	81
Capítulo 4 As moléculas da vida	82
De que os seres vivos são formados?	83
Comunicando ideias	84
A água e os sais minerais	84

Interligações – Por que um lago não congela por inteiro no inverno?	86
Comunicando ideias	87
Comunicando ideias	88
Carboidratos	88
Comunicando ideias	89
Proteínas	90
Interligações – Dieta completa em aminoácidos	90
Comunicando ideias	93
Lipídios	93
Interligações – Sabão em pó proteico	95
Comunicando ideias	96
Ácidos nucleicos	96
Vitaminas	98
Comunicando ideias	99
Nutrição	100
Comunicando ideias	103
Fique por dentro	103
Atividades finais	104
Próximos passos	105

Capítulo 5 Compostos diferentes com a mesma fórmula molecular 106

O conceito de isomeria: um pouco de história	107
Interligações – A trajetória de Liebig	108
Isomeria constitucional	109
Estereoisomeria	111
Interligações – Isomeria <i>cis-trans</i> e seres vivos	113
Interligações – Os alimentos que escondem gordura trans, segundo estudo realizado no Brasil	115
Isomeria óptica	116
Interligações - Pasteur e os fundamentos das recentes sínteses assimétricas	118
Fique por dentro	120
Atividades finais	121
Próximos passos	123

Capítulo 6 Célula: a unidade da vida 124

A descoberta da célula	125
Interligações – Diferentes microscópios, diferentes usos	127
Comunicando ideias	128
Diversidade celular	128
Comunicando ideias	130
O envoltório de todas as células	131
Comunicando ideias	135
No interior da célula	136
Núcleo celular	142
Comunicando ideias	143
Fique por dentro	143
Atividades finais	144

Ponto final 146

Respostas das atividades e atividades finais 147

Referências bibliográficas comentadas 152

Ponto de partida

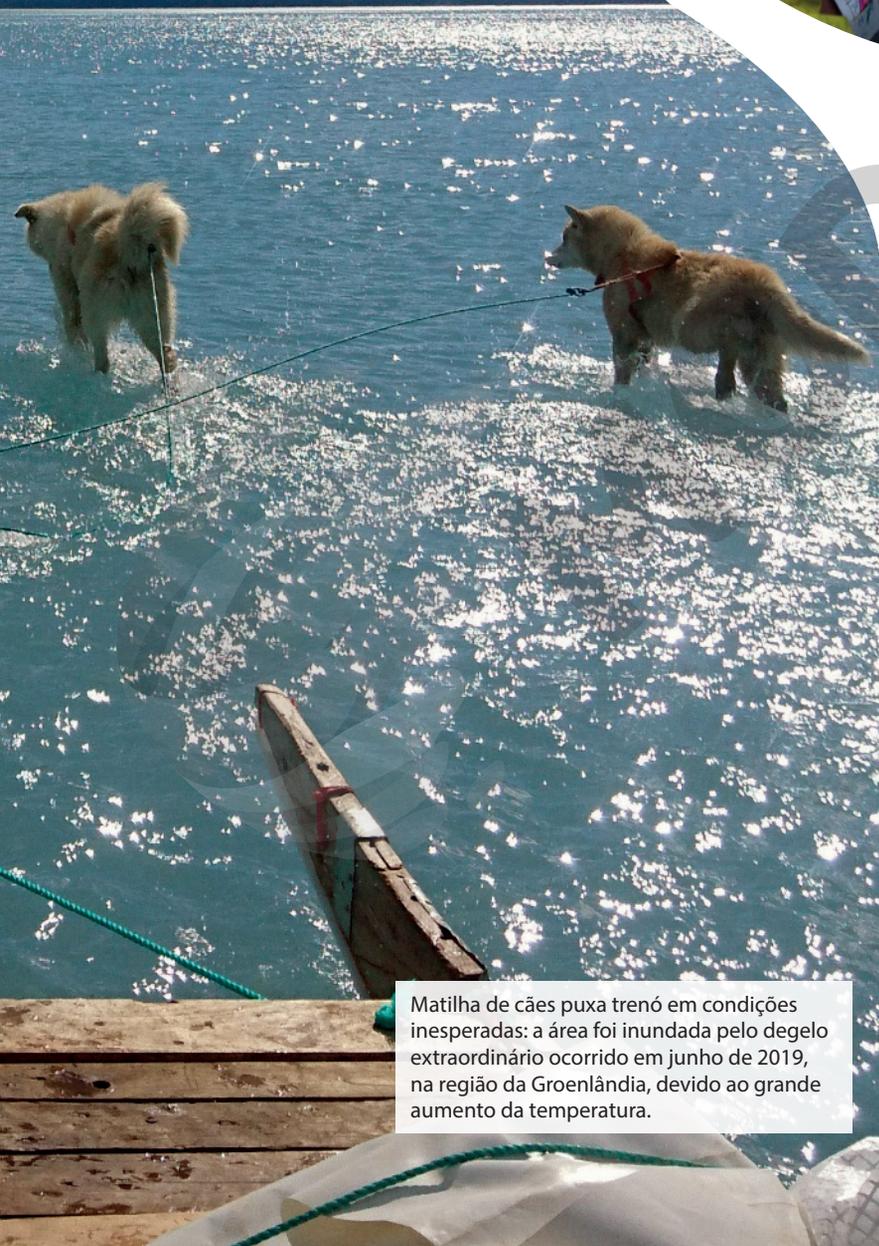


Indígena mistura a mandioca finamente ralada e desidratada sobre um tacho. Ao ser aquecido, o material transforma-se em um tipo de panqueca seca e crocante. Essa iguaria, o beiju, é de origem indígena e típica em várias cidades brasileiras. Aldeia Ipavu Kamayurá, em Gaúcha do Norte, MT, 2018.

Usando um *spray*, recurso empregado na técnica *graffiti*, assistente de Eduardo Kobra transpõe para a parede o projeto elaborado pelo artista para as Olimpíadas do Rio de Janeiro, em 2016.



CHRISTOPHE SIMON/AFP



STEFFEN OLSSEN/DANISH METEOROLOGICAL INSTITUTE - DMIZUMA WIRE/GLOW IMAGES

Matilha de cães puxa trenó em condições inesperadas: a área foi inundada pelo degelo extraordinário ocorrido em junho de 2019, na região da Groenlândia, devido ao grande aumento da temperatura.

Transformações ocorrem constantemente ao nosso redor, embora nem sempre sejamos capazes de percebê-las ou de nos perguntar: O que está se transformando? O que está se conservando? Por exemplo, quando um alimento é digerido ou o gás de um refrigerador se liquefaz e depois volta ao estado gasoso, que tipos de transformações estão em jogo? E nesses casos, o que se mantém – as substâncias constituintes dos materiais, os elementos químicos que os formam, a energia total etc.?

Agora, reflita sobre os aspectos envolvidos: na produção e na digestão do beiju (tapioca); no processo usado pelo artista para, com um *spray*, elaborar os grafites de seus murais; no derretimento e eventual solidificação do gelo das calotas polares da Groenlândia. E do ponto de vista global, alguma dessas transformações tem impacto significativo sobre o clima? Parte dessas respostas será possível obter com o estudo deste livro.

Dilatação e termologia

BNCC:
EM13CNT101
EM13CNT102
EM13CNT106
EM13CNT203
EM13CNT207
EM13CNT301
EM13CNT307

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

Para começo de conversa

Temperaturas muito diferentes das habituais podem acarretar sérios desastres ambientais, como apresentado nas imagens a seguir.



VALERIE GACHE/AP PHOTO/GETTY IMAGES
INSIGNIS PHOTOGRAPHY/ALAMY/FOTOFRENA

Ondas de calor favorecem os incêndios florestais. Próximo a Atenas, as chamas devoraram casas e florestas, com a morte de 74 pessoas. (Grécia, 2018.)



As mudanças climáticas causadas pelo aquecimento global estão provocando o derretimento das geleiras, como na imagem de Santa Cruz. (Argentina, 2017.)



THE YOMIURI SHIMBUN/AP IMAGES/GLOW IMAGES
BRUNO ROCHA/FOTOFRENA

O excesso de calor no ambiente pode provocar a dilatação dos trilhos a ponto de se deformarem (Japão, 2019.)



O excesso de chuva carregou muito material orgânico para a lagoa, diminuindo drasticamente o nível de oxigênio da água e causando a morte dos peixes na Lagoa Rodrigo de Freitas. (RJ, 2018.)

Na cidade onde você vive, há muita diferença entre as temperaturas médias de inverno e de verão? Essa diferença de temperatura corresponde aproximadamente a quantos graus?

Quais equipamentos elétricos você conhece que podem ajudar a diminuir o desconforto causado por grandes variações de temperatura?

Neste capítulo, estudaremos os conceitos físicos associados ao aquecimento e ao resfriamento, isto é, às trocas de calor de um corpo com outro ou com o ambiente.

A dilatação e como ela ocorre

O que as imagens a seguir comunicam a você?



JALES VALQUEIR/FOTOARENA



SERKANT HEKIMCI/SHUTTERSTOCK

Mesmo quando previstas em projetos originais, juntas de dilatação podem não ser suficientes para suportar as contrações e dilatações causadas por variações da temperatura do ambiente. Nesses casos, podem ocorrer problemas em estruturas de pontes, em paredes, em pisos etc.

As rochas, a água, o ar e os corpos dos seres vivos estão sujeitos a expansões e contrações decorrentes de variações de temperatura. Assim, no uso de materiais na construção civil, na fabricação de peças para veículos ou até mesmo na simples compra de calçados, é preciso considerar os efeitos da variação de volume dos corpos em decorrência da alteração da temperatura.

A dilatação térmica não ocorre da mesma forma em todos os corpos, pois depende das características das substâncias que os compõem, bem como do estado físico em que estão. O vidro comum rompe-se sob ação do fogo, mas isso não ocorre com o vidro temperado utilizado na fabricação de painéis, por exemplo.

Os corpos sólidos dilatam-se nas suas três dimensões, sempre em relação direta com as medidas iniciais e com a variação de temperatura a que são submetidos. A proporcionalidade nesse caso é estabelecida por intermédio do **coeficiente de dilatação** específico de cada material.

A tabela ao lado apresenta valores de coeficientes de **dilatação linear** de alguns materiais.

Observando os valores da tabela, se duas barras de mesmo comprimento inicial, uma de chumbo e outra de ouro, forem submetidas à mesma variação de temperatura, a variação de comprimento da primeira será cerca de duas vezes maior que a da segunda, pois o coeficiente de dilatação linear do chumbo ($2,9 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$) é aproximadamente o dobro do coeficiente de dilatação linear do ouro ($1,4 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$).

Sólidos e líquidos sofrem contração ou dilatação causadas por variações de temperatura. Acima, à esquerda, a junta de dilatação da ponte, localizada entre as regiões central e norte de São Paulo, ajuda a proteger sua estrutura. (SP, 2016.) Acima, à direita, placas de gelo se formaram na superfície de um lago, na Sibéria, devido à baixa temperatura do ambiente. (Rússia, 2018.)



ROMAN SIGAIEV/SHUTTERSTOCK

O vidro temperado passa por tratamento térmico ou químico, que aumenta sua resistência contra o frio e o calor.

Material	Coefficiente de dilatação em $^\circ\text{C}^{-1}$
Aço	$1,1 \cdot 10^{-5}$
Alumínio	$2,4 \cdot 10^{-5}$
Chumbo	$2,9 \cdot 10^{-5}$
Cobre	$1,7 \cdot 10^{-5}$
Ferro	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Latão	$2,0 \cdot 10^{-5}$
Ouro	$1,4 \cdot 10^{-5}$
Prata	$1,9 \cdot 10^{-5}$
Vidro comum	$0,9 \cdot 10^{-5}$
Vidro refratário	$0,3 \cdot 10^{-5}$

Fonte dos dados: AGUIAR, C. E.; SOUZA, L. F. Um experimento sobre a dilatação térmica e a lei de resfriamento. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física, Vitória, 2009.

Vamos considerar um material, de coeficiente de dilatação α , que sofra uma variação de temperatura ΔT , da inicial T_0 para a final T , ou seja, $\Delta T = T - T_0$. Dependendo das circunstâncias, poderemos calcular a dilatação que o material sofre apenas em uma de suas dimensões (dilatação linear), para duas de suas dimensões (dilatação superficial), ou no conjunto das três dimensões (dilatação volumétrica). Nesses casos, sendo:

- comprimento, área e volume inicial do material: L_0, A_0, V_0 ;
- comprimento, área e volume final do material: L, A, V ;
- variações no comprimento: $\Delta L = L - L_0$;
- variações na área: $\Delta A = A - A_0$;
- variações no volume: $\Delta V = V - V_0$.

Logo, para cada tipo de dilatação, teremos:

- dilatação linear: $\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$;
- dilatação superficial ou de área: $\Delta A = A_0 \cdot 2\alpha \cdot \Delta T$;
- dilatação volumétrica: $\Delta V = V_0 \cdot 3\alpha \cdot \Delta T$.

Imagine, por exemplo, o caso dos trilhos de uma estrada de ferro. Uma eventual dilatação no comprimento dos trilhos pode causar problemas na circulação dos trens. Qual será a dilatação sofrida por 100 metros de um desses trilhos quando submetido a uma variação de temperatura de 30°C ? Para calcular, vamos considerar o coeficiente de dilatação linear do ferro, apresentado na tabela anterior.

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta L = 100 \cdot (1,2 \cdot 10^{-5}) \cdot 30 \Rightarrow \Delta L = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 3,6 \text{ cm}$$

Assim, o comprimento inicial do trilho, de 100 m, aumentará em 3,6 cm.

Caso tivéssemos de considerar a dilatação no volume de um bloco de ferro, inicialmente de 10.000 cm^3 , quando exposto a uma variação de 20°C em sua temperatura, faríamos:

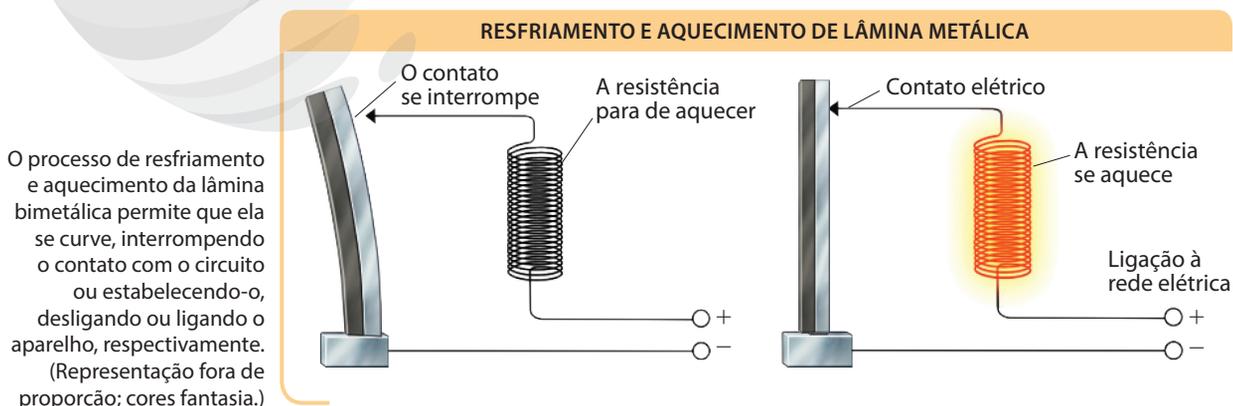
$$\Delta V = V_0 \cdot 3\alpha \cdot \Delta T$$

$$\Delta V = 10.000 \cdot (3 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5}) \cdot 20 \Rightarrow \Delta V = 7,2 \text{ cm}^3$$

Nesse caso, o volume do bloco de ferro sofreria uma variação em relação à dilatação volumétrica de $7,2 \text{ cm}^3$, devido ao aumento da temperatura.

Lâmina bimetálica: os termostatos

No cotidiano, um bom exemplo de aplicação do fenômeno da dilatação dos sólidos pode ser observado no funcionamento das chamadas lâminas bimetálicas, que são utilizadas como componentes de termostatos, por exemplo, em ferros elétricos automáticos. As lâminas bimetálicas são constituídas por duas lâminas, unidas entre si, de materiais de coeficientes de dilatação lineares diferentes. Se, por exemplo, a camada superior de uma lâmina dupla for de chumbo e a inferior for de alumínio, e ocorrer aumento de temperatura, a lâmina se curvará para baixo, pois a camada de chumbo sofrerá maior variação em suas dimensões lineares e aumentará de comprimento. Isso acontece porque o coeficiente de dilatação linear do chumbo é maior que o do alumínio.

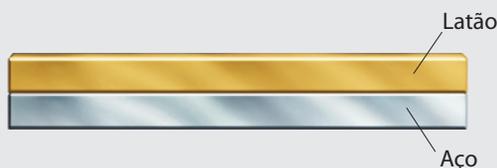


Portanto, quando a temperatura do aparelho aumenta, as lâminas bimetálicas, que fazem parte do circuito elétrico, dilatam-se de forma diferente e, em conjunto, curvam-se, interrompendo o contato elétrico. Assim, o aparelho desliga. Ao esfriar, as lâminas perdem o encurvamento, restabelecendo o contato com o circuito, e o aparelho volta a funcionar. O processo é contínuo e possibilita a manutenção da temperatura dentro de uma pequena faixa de variação.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

Faça um desenho da lâmina bimetálica de latão e aço representada na figura abaixo se ela sofrer um aumento de temperatura, sabendo que o coeficiente de dilatação linear do aço é menor que o coeficiente de dilatação linear do latão. Converse com seus colegas e compare seu desenho com os deles. Ao final, suponha a existência de uma lâmina bimetálica de alumínio e cobre e desenhe a dilatação que ela sofreria quando aquecida.

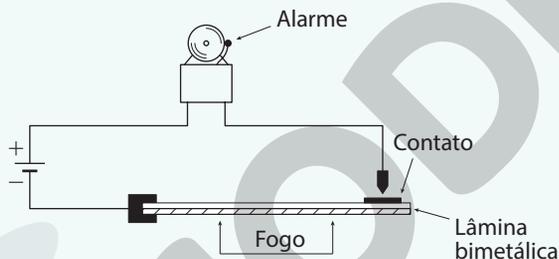


LUIZ RUBIO

Atividades

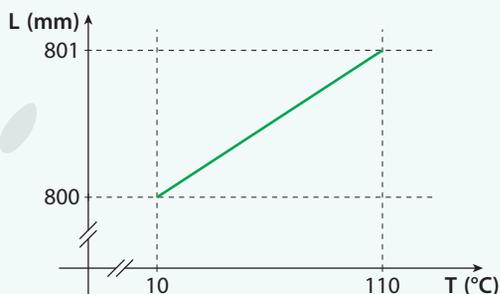
Não escreva no livro.

- 1 Um tipo de alarme de incêndio é construído com uma lâmina bimetálica, um circuito elétrico e uma campainha, conforme representado na figura a seguir.



NELSON MATSUJDA

- a) Descreva de que maneira funciona esse tipo de alarme.
 b) Qual dos metais que compõem a lâmina bimetálica tem o maior coeficiente de dilatação? Por quê?
- 2 Num laboratório, um grupo de estudantes registrou o comprimento L de uma barra metálica, à medida que sua temperatura T aumentava, obtendo o gráfico abaixo. Qual é o valor do coeficiente de dilatação do metal?

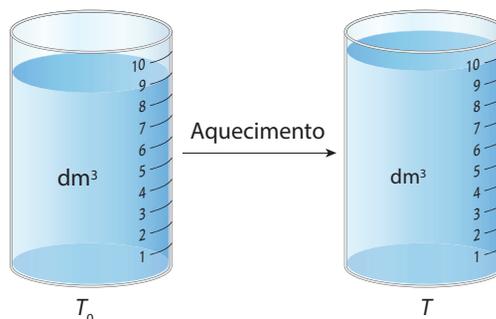


ADILSON SECCO

- 3 A tampa de alumínio (coeficiente de dilatação térmica linear igual a $2,2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) de um frasco de vidro (coeficiente de dilatação térmica linear igual a $8,5 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) ficou presa na boca do frasco. Tendo disponível um caldeirão de água gelada e outro de água quente, descreva um procedimento para abrir o frasco.

Líquidos também dilatam

Na imagem seguinte, que representa o aquecimento de um líquido contido em um recipiente, você pode afirmar com certeza qual foi o aumento no volume do líquido devido ao aquecimento?

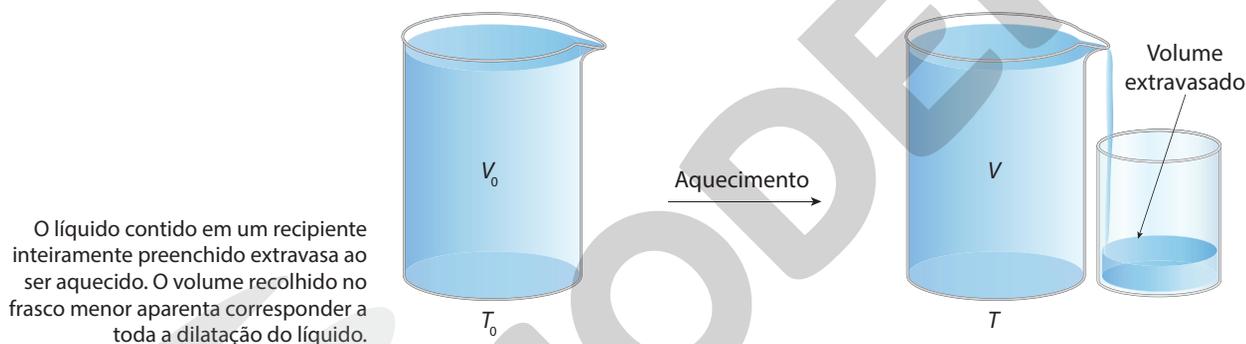


LUIZ RUBIO

Líquidos também dilatam com o aumento de sua temperatura, de modo análogo ao que ocorre com os sólidos, mas há uma diferença a considerar nesse caso: líquidos estão normalmente contidos em recipientes, que também dilatam.

De maneira geral, os líquidos dilatam-se mais que os sólidos.

Se um líquido estiver ocupando toda a capacidade de um recipiente e for aquecido, uma parte do líquido cairá para fora do recipiente. O volume transbordado, no entanto, não corresponde à dilatação sofrida pelo líquido, porque o recipiente também dilatou. Dizemos que o líquido extravasado corresponde à dilatação **aparente** do líquido, mas não à real.



LUIZ RUBIO

$$\Delta V_{\text{real do líquido}} = \Delta V_{\text{recipiente}} + \Delta V_{\text{aparente}}$$

Quando um recipiente de alumínio de 200 cm³ totalmente cheio de glicerina for aquecido e sua temperatura aumentar em 50 °C, ocorrerá o derramamento de certa quantidade de glicerina. Podemos calcular o volume derramado, sabendo que são estes os coeficientes de dilatação do alumínio e da glicerina apresentados a seguir.

$$\alpha_{\text{alumínio}} = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}; \alpha_{\text{glicerina}} = 5,3 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta V_{\text{real do líquido}} = \Delta V_{\text{recipiente}} + \Delta V_{\text{aparente}}$$

$$V_0 \cdot (3\alpha_{\text{glicerina}}) \Delta T = V_0 \cdot (3\alpha_{\text{Al}}) \Delta T + \Delta V_{\text{aparente}}$$

$$200 \cdot (3 \cdot 5,3 \cdot 10^{-4}) \cdot 50 - 200 \cdot (3 \cdot 2,4 \cdot 10^{-5}) \cdot 50 = \Delta V_{\text{aparente}}$$

$$15,9 - 0,72 = \Delta V_{\text{aparente}}$$

$$\Delta V_{\text{aparente}} = 15,18 \text{ cm}^3$$

Considerando que o rebaixamento da temperatura de uma substância faz com que ela se contraia, podemos questionar: Por que uma garrafa de vidro contendo água estoura quando colocada tampada no freezer por algum tempo? Então, a água aumenta de volume quando resfriada a temperaturas próximas de zero?

A resposta é sim, entre 4 °C e 0 °C a água aumenta de volume em vez de diminuir, como é possível perceber quando uma garrafa de vidro contendo suco, por exemplo, estoura ao ser resfriada até o congelamento em um freezer.

A dilatação da água apresenta diferenças quando comparada à dos demais líquidos, e isso tem consequências para o meio ambiente. Ela impede que rios e lagos das regiões frias, e mesmo o mar, se congelem por completo, convertendo-se em blocos integralmente sólidos. À medida que a água se solidifica, forma-se uma camada de gelo na superfície, mas, por baixo dessa camada sólida, a água permanece no estado líquido, com temperatura em torno de 4 °C. Por que isso acontece?

KOKOULINA/SHUTTERSTOCK



JULIA KUZENKOVA/SHUTTERSTOCK

A camada de gelo na superfície do lago, espessa e resistente, torna possível o apoio para a pesca ou para a patinação no gelo, mas, mais abaixo, a água continua em estado líquido. (Rússia, 2019.)

Nessas regiões, com a aproximação do inverno, a água superficial entra em equilíbrio térmico com o ar mais frio, contraindo-se e tornando-se mais densa que a água do restante do lago, que ainda não se resfriou. Por causa da maior densidade, a porção superior da água desce para o fundo do lago, fazendo com que porções mais quentes subam e, por sua vez, sejam resfriadas pelo contato com o ar. Assim, estabelecem-se as chamadas correntes de convecção, que uniformizam progressivamente a temperatura do lago. No entanto, quando a temperatura ambiente cai abaixo de 4 °C, a camada de água da superfície se expande em vez de se contrair, o que a torna menos densa. Isso faz com que essa camada permaneça na superfície.

Quando a temperatura ambiente chega a 0 °C, a superfície do lago congela e o restante do lago permanece no estado líquido, com temperatura um pouco inferior a 4 °C.

Note que, sendo o gelo um isolante térmico, a camada sólida superficial mantém constante a temperatura da água que está abaixo dela. Dessa forma, a fauna e a flora nesses ambientes são preservadas, permitindo que os ecossistemas de rios, lagos e mares se mantenham vivos ao longo de todo o ciclo anual.

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



DPA PICTURE ALLIANCE/ALAMY/FOTORENA

A camada de gelo por onde o cachorro caminha funciona como uma proteção da fauna e da flora que está submersa. (República Tcheca, 2018.)

- 1 Leia as afirmações a seguir e classifique-as em verdadeiras ou falsas. Em seguida, escreva um texto justificando suas escolhas. Se houver afirmações verdadeiras, utilize-as na elaboração do seu texto.
 - a) A densidade de um corpo é uma grandeza física que não se relaciona à temperatura desse corpo.
 - b) A dilatação térmica dos líquidos é um efeito da transferência de calor entre corpos, e a alteração de volume de um líquido em um recipiente não depende da variação de volume do recipiente que o contém.
 - c) Uma massa de água no estado líquido a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ é aquecida até atingir $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ao longo desse aquecimento, o volume de água aumenta.
- 2 O motorista de uma empresa recebeu a notícia de que precisaria viajar a trabalho. Encheu completamente de gasolina o tanque do veículo e deixou-o exposto ao sol. Quando retornou, após duas horas, o motorista observou que o combustível havia transbordado. Conversou com um colega, que levantou as seguintes hipóteses para explicar o derramamento de combustível:

- I. Como a temperatura aumentou ao longo do tempo em que o veículo ficou exposto ao Sol, a gasolina sofreu maior expansão que a expansão sofrida pelo tanque.
 - II. A dilatação térmica do tanque é linear, mas a do combustível é volumétrica.
 - III. O volume de combustível derramado é correspondente à dilatação aparente sofrida pela gasolina.
- a) Indique a(s) hipótese(s) correta(s).
 - b) Elabore um texto em que você explique e corrija a(s) hipótese(s) incorreta(s).

- 3 Um caminhão-tanque, com capacidade de 40.000 litros de gasolina, foi carregado completamente em uma segunda-feira em que a temperatura ambiente era de $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na terça-feira seguinte, a temperatura ambiente era de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ quando o motorista notou que o tanque do caminhão não estava totalmente cheio. Sabendo que o coeficiente de dilatação da gasolina é $1,1 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ e considerando desprezível a variação de volume do tanque, qual era o volume de ar contido no tanque do caminhão na terça-feira?

Calor e mudanças de estado

Se pegarmos uma amostra de 200 g de ferro e outra de 200 g de alumínio, ambas à temperatura ambiente de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, e as colocarmos para serem aquecidas em fontes de calor de iguais potências, qual das amostras atingirá primeiro a temperatura de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$?

VARIAÇÃO DE TEMPERATURA EM DIFERENTES AMOSTRAS



Uma pequena barra de alumínio e outra de ferro recebem quantidades iguais de calor; as variações de temperatura serão diferentes. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

A amostra de ferro atingirá os $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ antes da amostra de alumínio. O fato de uma substância variar sua temperatura mais facilmente do que outras ao receber calor está relacionado a uma propriedade característica da substância: seu **calor específico**. Quanto maior o calor específico da substância, indicado pela letra c , maior também deverá ser a quantidade de calor fornecida a ela para que varie sua temperatura.

$$c_{\text{Fe}} = 0,11 \text{ cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C} \quad \text{---} \quad c_{\text{Al}} = 0,22 \text{ cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$$

Esses números mostram que precisamos fornecer 0,11 cal para que 1 g de ferro tenha sua temperatura elevada em 1 °C; enquanto, para 1 g de alumínio, precisamos fornecer 0,22 cal para obter a mesma variação de temperatura.

A massa m de uma substância de calor específico c varia sua temperatura (ΔT) ao receber ou ceder uma quantidade Q de calor. Não ocorrendo mudança de estado físico da substância, a quantidade de calor pode ser obtida pela aplicação da **equação fundamental da calorimetria**:

Material	Calor específico (cal/g · °C)
Acetona	0,52
Areia	0,2
Água	1
Cobre	0,09
Etanol	0,59
Ferro	0,11
Ouro	0,03
Prata	0,05
Alumínio	0,22

Fonte dos dados: LIDE, D. R. (ed.). *Handbook of Chemistry and Physics*. 84. ed. Boca Raton: CRC Press, 2005.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Para que, por exemplo, uma massa de 2 kg de alumínio, quando aquecida, eleve sua temperatura de 25 °C para 85 °C, é preciso que absorva 26,4 kcal, como mostram os cálculos:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow Q = 2.000 \cdot 0,22 \cdot (85 - 25) \Rightarrow Q = 26.400 \text{ cal} = 26,4 \text{ kcal}$$

Quando um corpo absorve calor, em geral sua temperatura se eleva. No entanto, se ele cede calor a outro corpo ou ao ambiente, é de se esperar que sua temperatura diminua. Dependendo da quantidade de calor absorvido ou cedido, o grau de agitação das moléculas do corpo pode se alterar a ponto de se formar um novo arranjo molecular, diferente do anterior. Nessa condição, a substância que compõe o corpo **muda de estado físico**, apesar de manter sua constituição química.

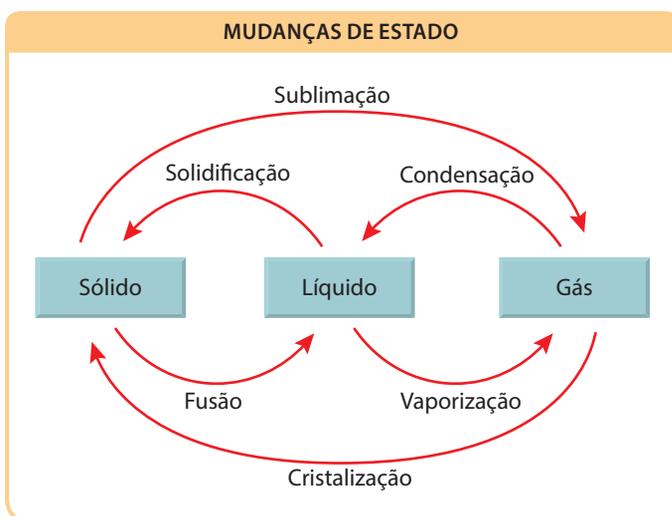
Um pedaço de cobre, por exemplo, que à temperatura ambiente e à pressão de 1 atm está no estado sólido, se for aquecido até 1.083 °C, se fundirá e passará ao estado líquido.

Caixa de ferramentas

Quando a matéria é formada apenas por átomos ou moléculas quimicamente iguais, é denominada **substância pura**, como o ferro e a água, por exemplo. Se é formada por átomos de apenas um elemento químico, a substância é pura e simples, como é o caso do cobre (Cu).

Quando é formada por átomos de mais de um elemento químico, a substância é pura e composta, caso da glicose, por exemplo: $C_6H_{12}O_6$.

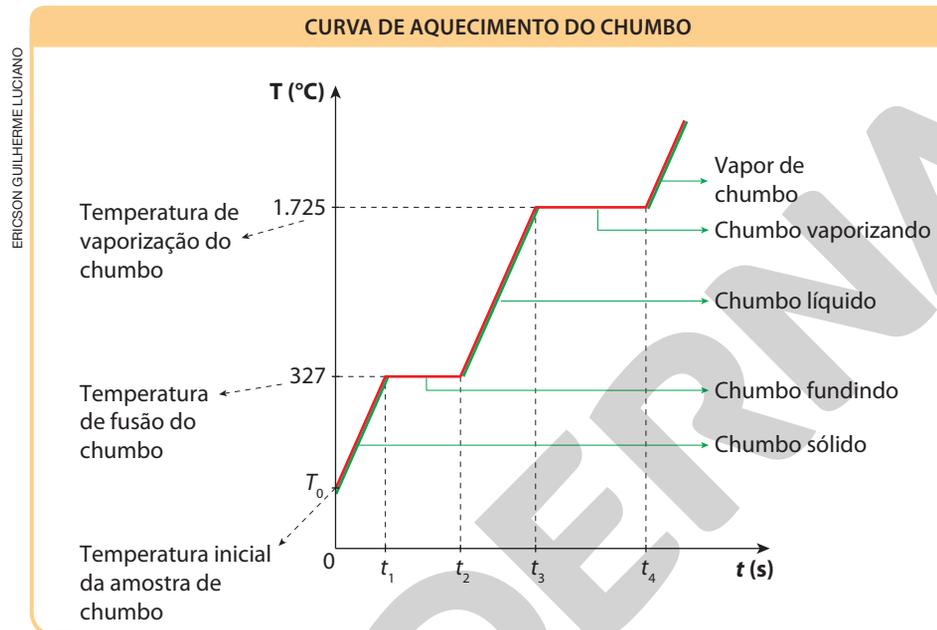
As mudanças de estado físico, ou mudanças de fase, de uma substância qualquer recebem nomes especiais, dependendo dos estados original e final, como podemos observar no diagrama ao lado.



O esquema mostra as mudanças de estado e seu caráter reversível.

Um procedimento experimental permite analisar a evolução da temperatura do corpo com o tempo, detectando os **pontos fixos**, isto é, os valores de temperatura em que a substância muda de fase. O gráfico que representa os dados obtidos em um experimento desse tipo é chamado de **curva de aquecimento**.

Curvas de aquecimento de quase todas as substâncias puras apresentam “degraus”, isto é, intervalos durante os quais a temperatura permanece constante, apesar de a substância continuar a absorver calor. Observe o exemplo da representação gráfica da curva de aquecimento de uma amostra de chumbo.



Fonte dos dados: WILSON, J. D. et al. *College Physics*. New Jersey: Pearson, 2008.

Experimentos dessa natureza, realizados com amostras de diferentes substâncias, permitem estabelecer três leis importantes sobre mudanças de fase de uma substância qualquer:

1ª lei – As mudanças de estado de uma substância pura ocorrem a temperaturas bem determinadas, de maneira que a cada substância pura corresponde uma temperatura específica. Dessa forma, assim como o calor específico, a temperatura de mudança de fase é uma característica da substância.

A tabela seguinte contém valores de temperaturas de mudanças de fase de algumas substâncias, à pressão de 1 atm.

Temperatura de mudanças de fase		
Substância	Sólido ↔ Líquido (°C)	Líquido ↔ Gasoso (°C)
Água	0	100
Álcool etílico	-114	78
Alumínio	660	2.450
Cobre	1.083	2.595
Ferro	1.537	3.000

Fonte dos dados: WILSON, J. D. et al. *College Physics*. New Jersey: Pearson, 2008.

2ª lei – Durante as mudanças de fase, a temperatura da substância permanece constante.

3ª lei – Para realizar uma mudança de estado, cada substância deve absorver (ou ceder) uma quantidade determinada de calor, correspondente a essa mudança de estado.

Observe novamente a curva de aquecimento do chumbo. Inicialmente no estado sólido, verifica-se experimentalmente que, ao atingir a temperatura de 327 °C, cada grama de chumbo absorve 5,8 calorias ao alterar seu estado físico, passando para o estado líquido. Logo, podemos dizer que o **calor latente de fusão** do chumbo é 5,8 cal/g.

Caso o chumbo esteja no estado líquido, a 327 °C, cada grama de sua composição deverá ceder 5,8 calorias para que ele retorne ao estado sólido. Nesse caso, dizemos que o **calor latente de solidificação** do chumbo é igual a $-5,8$ cal/g.

Na tabela seguinte são apresentados valores de calor latente, que indicamos por L , de fusão e de ebulição de algumas substâncias. Note, por exemplo, que para que 1 grama de gelo passe ao estado líquido são necessárias 80 calorias. Em outras palavras, $L_{\text{fusão do gelo}} = 80$ cal/g.

Calor latente de fusão e ebulição		
Substância	Calor latente de fusão (cal/g)	Calor latente de ebulição (cal/g)
Água	80	540
Álcool etílico	25	204
Alumínio	96	2.597
Cobre	32	1.211
Ferro	59	1.495

Fonte dos dados: WILSON, J. D. et al. *College Physics*. New Jersey: Pearson, 2008.

Caixa de ferramentas

O calor latente em uma mudança de estado físico é a quantidade de calor que cada unidade de massa da substância deve receber ou ceder a fim de efetuar a transição completa desse estado para outro, mantendo-se sempre com uma temperatura constante.

Embora muito utilizada para indicar valores de calor latente de mudança de estado, cal/g não é unidade do S.I., que adota J/kg (joule por quilograma). Lembrando que $1 \text{ cal} \approx 4,2 \text{ J}$, e que $1 \text{ kg} = 10^3 \text{ g}$, podemos estabelecer a seguinte conversão entre as duas unidades de calor latente de mudança de estado: $1 \text{ cal/g} \approx 4,2 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$.

Para obter, por exemplo, a quantidade de calor necessária para que uma massa de 100 g de ferro, inicialmente à temperatura de 20 °C, seja fundida completamente, precisamos de duas etapas.

Na primeira etapa, a temperatura varia de 20 °C até a temperatura de fusão: 1.537 °C.

Devemos recorrer à equação fundamental da calorimetria, sendo dado que o calor específico do ferro é 0,11 cal/g · °C.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow Q = 100 \cdot 0,11 \cdot (1.537 - 20) \Rightarrow Q = 16.687 \text{ cal}$$

Na segunda etapa, analisaremos o ferro fundindo. Considerando que 1 g de ferro precisa de 59 calorias para fundir, pois $L_{\text{Fe}} = 59$ cal/g; então, para 100 g de ferro, precisaremos fornecer $100 \cdot 59 = 5.900$ cal para que ocorra uma mudança de estado.

Assim, para que 100 g de ferro, inicialmente a 20 °C, passem do estado sólido para o líquido, será necessário fornecer à amostra:

$$Q = 16.687 \text{ cal} + 5.900 \text{ cal} = 22.587 \text{ cal}$$

- 1** O calor latente de fusão do ferro é aproximadamente igual a $\frac{1}{9}$ do calor latente de ebulição da água. Com base nisso, identifique as afirmativas verdadeiras.
- É preciso 9 vezes mais calor para derreter 1 quilograma de ferro que esteja à temperatura de fusão do que para transformar em vapor 1 quilograma de água que esteja à temperatura de ebulição.
 - Se massas iguais de ferro e de água estiverem a temperaturas, respectivamente, de fusão e de ebulição, poderemos lhes fornecer calor indefinidamente sem que alterem sua temperatura.
 - A temperatura de fusão do ferro é 9 vezes maior que a temperatura de ebulição da água.
 - A quantidade de calor necessária para transformar em vapor 90 g de água que estejam à temperatura de ebulição é suficiente para fundir 10 g de ferro que estejam à temperatura de fusão.
 - Para elevar $40\text{ }^\circ\text{C}$ a temperatura de duas massas iguais, uma de água e outra de ferro, sem que ocorra mudança de estado, será necessário fornecer à água, aproximadamente, 9 vezes mais calor que ao ferro.

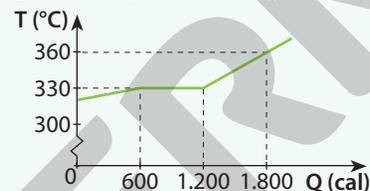
- 2** Uma massa de 500 g de gelo está à temperatura de $-30\text{ }^\circ\text{C}$. Indique a quantidade de calor que essa massa precisa absorver para que, após algum tempo, se obtenha:
- (Os dados necessários podem ser obtidos nas tabelas deste capítulo.)
- 500 g de gelo a $0\text{ }^\circ\text{C}$, considerando $c_{\text{gelo}} = 0,55\text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$;
 - uma mistura de 250 g de gelo e 250 g de água a $0\text{ }^\circ\text{C}$, considerando $c_{\text{água}} = 1,0\text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$;
 - 500 g de água a $20\text{ }^\circ\text{C}$.

- 3** O gráfico a seguir representa a curva de aquecimento de uma massa de 200 g de uma substância, inicialmente no estado sólido, realizado por uma fonte de potência constante e igual a $5,0\text{ kcal}/\text{min}$. Determine o valor do calor latente de fusão dessa substância, em cal/g .



Dados fictícios.

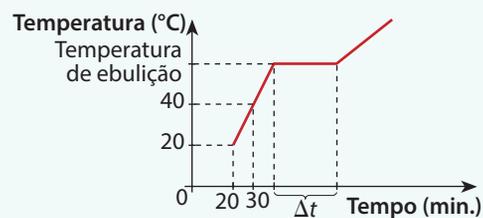
- 4** Uma fonte de potência constante e igual a $500\text{ cal}/\text{s}$ aquece uma massa de 100 g de ouro, cujo calor específico é igual a $0,032\text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$ e cujo calor latente de fusão é igual a $15\text{ cal}/\text{g}$. Se a massa estava inicialmente à temperatura de $25\text{ }^\circ\text{C}$, por quanto tempo a fonte deverá aquecê-la para que todo o ouro se funda? (Dado: temperatura de fusão do ouro = $1.064\text{ }^\circ\text{C}$.)
- 5** O gráfico apresenta o aquecimento de um corpo de 15 g de massa composto de uma substância pura. À temperatura de $320\text{ }^\circ\text{C}$, o corpo estava no estado líquido. Sabendo que o corpo é aquecido por uma fonte de potência térmica constante e desprezando as perdas para o ambiente, responda: Qual é o valor do calor específico do corpo no estado gasoso? (Dado: calor latente de ebulição da substância que compõe o corpo = $40\text{ cal}/\text{g}$.)



Dados fictícios.

- 6** O gráfico representa um trecho da curva de aquecimento de 400 g de uma das substâncias apresentadas na tabela a seguir.

Substância	Calor específico no estado líquido [$\text{cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$]	Calor latente de ebulição (cal/g)
Água	1,0	540
Ácido acético	0,49	94
Álcool etílico	0,58	204
Benzeno	0,43	98



Dados fictícios.

No intervalo de tempo Δt indicado, a substância está em ebulição. Considere que a substância foi aquecida em uma fonte térmica de potência constante e igual a 392 calorias por minuto.

- A qual das substâncias corresponde a curva de aquecimento representada no gráfico? Justifique sua resposta.
- Qual é o valor do intervalo de tempo, Δt , em minutos, necessário para vaporizar completamente a substância?

Trocas de calor e equilíbrio térmico

Caixas e garrafas térmicas são utilizadas para manter constante a temperatura dos corpos nelas armazenados e são exemplos de **isolantes térmicos**, embora não sejam perfeitos.

Numa situação ideal, quando um corpo é acondicionado em um isolante térmico real, o valor de sua temperatura é mantido constante por tempo indefinido. Nessa condição, dizemos que esse corpo está contido em um **recipiente termicamente isolado**, onde não troca calor com o meio ambiente.

Equipamentos que evitam as trocas de calor entre o meio ambiente e os corpos colocados em seu interior recebem o nome de **calorímetros**.

C SQUARED STUDIOS/GETTY IMAGES

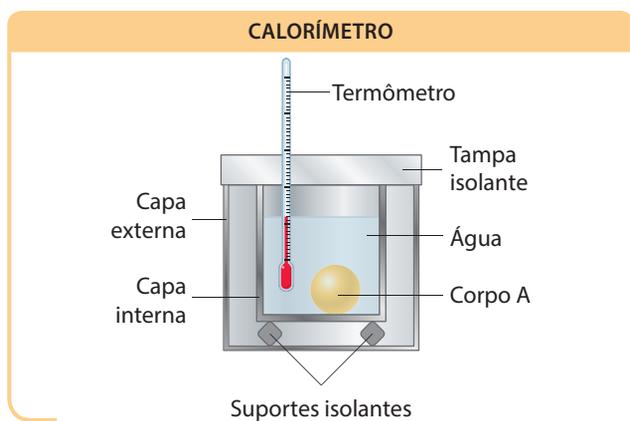


As caixas térmicas são ideais para o transporte e o armazenamento de alimentos.



FERNANDO FAVORETTO/RIAR IMAGEM

As garrafas térmicas conseguem manter o líquido quente ou gelado por mais tempo.



Esquema básico de um calorímetro. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

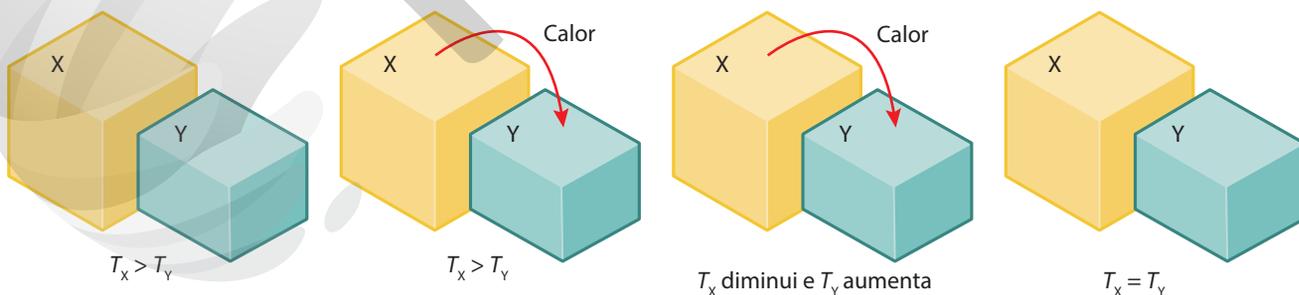


SCIENCEPHOTOS/ALAMY/FOTARENA

Modelo de calorímetro utilizado em laboratório de análises para medir o efeito térmico de seres vivos em meio de cultura.

Corpos em diferentes temperaturas, quando colocados em contato, tendem a igualar suas temperaturas após certo tempo, ou seja, tendem a atingir a temperatura de **equilíbrio térmico**.

O esquema seguinte representa o equilíbrio térmico que ocorreria caso dois corpos de temperaturas diferentes, T_x e T_y , fossem colocados em contato no interior de um calorímetro ideal.



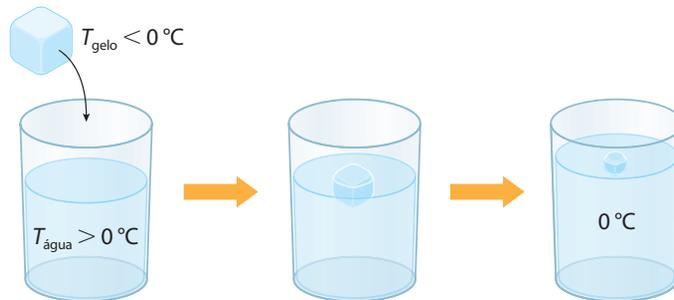
Nessa situação ideal, sendo Q_x a quantidade de calor liberado pelo corpo X, e Q_y a quantidade de calor absorvido pelo corpo Y, temos, **em valores absolutos**, $Q_x = Q_y$.

Quando dois corpos trocam calor entre si, ao ser atingido o equilíbrio térmico, a soma algébrica das quantidades de calor trocado entre eles é nula, ou seja,

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n = 0$$

Pegue um cubo de gelo e coloque em um copo contendo água à temperatura ambiente. O que ocorrerá com o gelo e com a água?

É certo que ocorrerá equilíbrio térmico, isto é, depois de algum tempo teremos uma única temperatura para o conteúdo do copo. Dependendo das quantidades iniciais de gelo e de água, essa temperatura **de equilíbrio** poderá ser de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.



LUIZ RUBIO

Nessa situação, o gelo absorveu da água a quantidade de calor suficiente para elevar sua temperatura de determinado valor negativo até zero, e também para fundir apenas uma parte de sua massa. Desse modo, o gelo que continua no copo, ou seja, que não fundiu, tem temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, assim como a mistura de água composta da parte do gelo que fundiu e da massa de água original.

Por exemplo, se lançarmos um cubo de gelo de 500 g inicialmente a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ em um recipiente termicamente isolado contendo 1 litro de água a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, uma parte do gelo, ou todo ele, se fundirá. Qual será essa parte? Vamos calcular.

Primeiro, vamos calcular a quantidade de calor necessária para elevar toda a massa de gelo de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Dado: calor específico do gelo = $0,5\text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$.)

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 500 \cdot 0,5 \cdot (0 - (-30)) \Rightarrow Q = 7.500\text{ cal}$$

Em seguida, calcularemos o calor necessário para que toda a massa de gelo, já com temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, se funda. (Dado: calor latente de fusão do gelo = 80 cal/g .)

$$\begin{array}{l} 80\text{ cal} \text{ ——— } 1\text{ g} \\ x\text{ cal} \text{ ——— } 500\text{ g} \Rightarrow x = 40.000\text{ cal} \end{array}$$

Então, de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ até a fusão completa, seria necessário fornecer 47.500 cal para o gelo.

Para que ocorra equilíbrio térmico a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, qual é a quantidade de calor cedida pela água? Vamos calcular. (Dado: calor específico da água = $1,0\text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$.)

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 1.000 \cdot 1,0 \cdot (0 - 30) \Rightarrow Q = -30.000\text{ cal}$$

Comparando 47.500 cal com 30.000 cal , percebemos que o gelo não poderá se fundir completamente. Então, o gelo atingirá $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, mas apenas uma parte da massa se fundirá. Para calcular essa parte, vamos considerar a condição de equilíbrio térmico a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$$Q_{\text{gelo1}} + Q_{\text{gelo2}} + Q_{\text{água}} = 0$$

$$7.500\text{ cal} + Q_{\text{gelo2}} - 30.000\text{ cal} = 0 \Rightarrow Q_{\text{gelo2}} = 22.500\text{ cal}$$

Se 1 g de gelo a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ exige 80 cal para se fundir, quantos gramas se fundirão com 22.500 cal ?

$$\begin{array}{l} 1\text{ g} \text{ ——— } 80\text{ cal} \\ x\text{ g} \text{ ——— } 22.500\text{ cal} \Rightarrow x = 281,25\text{ g} \end{array}$$

Resumindo, ao ser atingido o equilíbrio térmico, teremos uma mistura de gelo e água a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, com $281,25\text{ g}$ de água e $218,75\text{ g}$ de gelo ($500 - 281,25 = 218,75$).

Água que resfria e que aquece

A imagem mostra a usina atômica de Three Mile Island, localizada no estado da Pensilvânia, Estados Unidos. Em março de 1979, as imagens das torres da usina ganharam o mundo por causa de um acidente em um dos reatores, que provocou o vazamento de radiação. Apesar do medo, esse acidente não teve grandes dimensões, sendo muito menos grave que o de Chernobyl, na Rússia, sete anos depois.

Torres semelhantes a essas, vistas em muitas outras usinas de geração de eletricidade de energia atômica, dão a enganosa impressão de que são o coração da usina, ou seja, são os reatores nucleares. Na verdade, as torres são enormes trocadores de calor, chamadas de “torres de resfriamento”, e são amplamente utilizadas, por exemplo, na indústria química. Nelas, a água é vaporizada, carregando enormes quantidades de calor. Esse processo é necessário porque a usina, a fim de controlar a temperatura do reator nuclear, capta grande quantidade de água de rios ou mares próximos e a devolve a uma temperatura próxima à do ambiente, de maneira a minimizar impactos sobre ele.

Nossa pele, de certa maneira, é um grande trocador de calor e, em algumas ocasiões, funciona como uma torre de resfriamento: em situações extremas, quando a temperatura corporal sobe perigosamente, começamos a suar. A evaporação do suor, formado basicamente de água, é capaz de transferir para o ambiente, de forma rápida, grande quantidade de calor, garantindo a manutenção da temperatura do corpo em níveis aceitáveis.

Na indústria, a água é um dos principais meios de transferência de calor. Um dos serviços indispensáveis em algumas plantas industriais é a geração de vapor por meio de uma grande caldeira central que aquece a água. Quando determinada quantidade de energia é fornecida à água, ela muda de estado, passando para o estado gasoso. O vapor gerado nesse processo é, então, conduzido por tubulações apropriadas até o local onde será utilizado, como na imagem ao lado. Ao transferir calor para a substância que se quer aquecer, o vapor se condensa, retornando para a caldeira.

RANDY DUCHAINE/ALAMY/FOTOPRENA



Usina nuclear de Three Mile Island, Pensilvânia. (Estados Unidos, 2019.)

MANINER/DEPOSIT PHOTOS/GLOW IMAGES



Tubulações de indústria para vapor de água. (Tailândia, 2017.)

1. Qual é a função das torres das usinas atômicas?
2. Em 2011, um forte terremoto ocorrido na costa do Japão provocou um tsunami que devastou cidades e causou danos e milhares de mortes. Em Fukushima, a usina nuclear sofreu uma pane porque a captação de água do mar pelas bombas ficou prejudicada. Qual é a função dessa água para o funcionamento adequado dos reatores?

- Colocando em contato duas massas de 400 g cada uma, sendo uma de ferro a 240 °C e outra de chumbo a 140 °C, qual será a temperatura de equilíbrio térmico? Considere apenas as trocas de calor entre as duas massas e os seguintes dados: calor específico do ferro = 0,11 cal/(g · °C); calor específico do chumbo = 0,031 cal/(g · °C).
- Uma peça de 50 g de ouro é aquecida até que sua temperatura atinja 1.000 °C. Em seguida, essa peça é mergulhada em um tanque contendo 5 L de água a 25 °C. Desprezando as trocas de calor com o ambiente, determine a elevação da temperatura da água até que seja estabelecido o equilíbrio térmico. (Dados: calor específico do ouro = 0,032 cal/(g · °C); calor específico da água = 1,0 cal/(g · °C); densidade da água = 1 kg/L.)
- Calcule a massa que restará de gelo, ao ser atingido o equilíbrio térmico, quando um pedaço de 0,2 kg de massa e temperatura –10 °C for lançado em uma bacia contendo 4 kg de água a 20 °C. Despreze as trocas de calor com o ambiente. (Dados: $c_{\text{água}} = 1,0 \text{ cal/(g} \cdot \text{°C)}$; $c_{\text{gelo}} = 0,5 \text{ cal/(g} \cdot \text{°C)}$; calor latente de fusão do gelo = 80 cal/g.)

Fique por dentro

Internet

Estação Meteorológica do IAG/USP

<http://www.estacao.iag.usp.br/site_apoio/index.php>

Endereço eletrônico do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP que apresenta o sistema de classificação de nuvens e como se relacionam com os conceitos desenvolvidos neste capítulo sobre mudanças de estado da água.

Laboratório Associado de Plasma (LAP)

<<http://www.lap.inpe.br/>>

Endereço eletrônico do Laboratório Associado de Plasmas, coordenado pelo Inpe, no qual é possível encontrar diversas informações sobre o plasma e linhas de pesquisa associadas.

Acessos em: 27 maio 2020.

Livros

GORE, A. *Uma verdade inconveniente: O que devemos saber (e fazer) sobre o aquecimento global*. Editora Manole, 2006.

Apresenta projeto de conscientização ambiental reunindo dados incontestáveis sobre a crise climática provocada pela ação humana no planeta.

CORTESE, T.; NATALINI, G. *Mudanças climáticas: Do global ao local*. Editora Manole, 2013.

O livro aborda questões amplas sobre as mudanças climáticas e a necessidade de ações por parte da humanidade.

Filme

A última hora. Direção: Leila Conners Petersen e Nadia Conners. Estados Unidos, 2007. (92 min.)

O documentário apresenta os desastres causados pela humanidade, incluindo mudanças climáticas e aquecimento global.

Lugares para visitar

Museu de Ciências e Tecnologia

Porto Alegre, RS

<<https://www.pucrs.br/mct>>

O Museu de Ciências e Tecnologia tem como objetivo preservar e difundir o conhecimento das ciências da natureza por meio de seus acervos e exposições, ampliando a divulgação e o desenvolvimento da ciência, da educação e da cultura.

Parque CienTec – Parque de Ciência e Tecnologia da USP

São Paulo, SP

<<https://www.parquecientec.usp.br/>>

O parque tem como missão promover o reconhecimento, a valorização e a preservação do patrimônio cultural científico por meio da articulação entre sociedade, cultura, ciência e tecnologia, garantindo acessibilidade e sustentabilidade ambiental.

Acessos em: 26 jun. 2020.

- 1 (Enem) Durante uma ação de fiscalização em postos de combustível, foi encontrado um mecanismo inusitado para enganar o consumidor. Durante o inverno, o responsável por um posto de combustível compra álcool por R\$ 0,50/litro, a uma temperatura de 5 °C. Para revender o líquido aos motoristas, instalou um mecanismo na bomba de combustível para aquecê-lo, para que atinja a temperatura de 35 °C, sendo o litro de álcool revendido a R\$ 1,60. Diariamente o posto compra 20 mil litros de álcool a 5 °C e os revende. Com relação à situação hipotética descrita no texto e dado que o coeficiente de dilatação volumétrica do álcool é de $1 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, desprezando-se o custo da energia gasta no aquecimento do combustível, o ganho financeiro que o dono do posto teria obtido devido ao aquecimento do álcool após uma semana de vendas estaria entre
- R\$ 500,00 e R\$ 1.000,00.
 - R\$ 1.050,00 e R\$ 1.250,00.
 - R\$ 4.000,00 e R\$ 5.000,00.
 - R\$ 6.000,00 e R\$ 6.900,00.
 - R\$ 7.000,00 e R\$ 7.950,00.
- 2 (Enem) Num experimento, um professor deixa duas bandejas de mesma massa, uma de plástico e outra de alumínio, sobre a mesa do laboratório. Após algumas horas, ele pede aos alunos que avaliem a temperatura das duas bandejas, usando para isso o tato. Seus alunos afirmam, categoricamente, que a bandeja de alumínio encontra-se numa temperatura mais baixa. Intrigado, ele propõe uma segunda atividade, em que coloca um cubo de gelo sobre cada uma das bandejas, que estão em equilíbrio térmico com o ambiente, e os questiona em qual delas a taxa de derretimento do gelo será maior. O aluno que responder corretamente ao questionamento do professor dirá que o derretimento ocorrerá
- mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem uma maior condutividade térmica que a de plástico.
 - mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem inicialmente uma temperatura mais alta que a de alumínio.
 - mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem uma maior capacidade térmica que a de alumínio.
 - mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem um calor específico menor que a de plástico.
 - com a mesma rapidez nas duas bandejas, pois apresentarão a mesma variação de temperatura.
- 3 (Famerp-SP) Colocou-se certa massa de água a 80 °C em um recipiente de alumínio de massa 420 g que estava à temperatura de 20 °C. Após certo tempo, a temperatura do conjunto atingiu o equilíbrio em 70 °C. Considerando que a troca de calor ocorreu apenas entre a água e o recipiente, que não houve perda de calor para o ambiente e que os calores específicos do alumínio e da água sejam, respectivamente, iguais a $9,0 \cdot 10^2 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ e $4,2 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, a quantidade de água colocada no recipiente foi
- 220 g.
 - 450 g.
 - 330 g.
 - 520 g.
 - 280 g.
- 4 (Famema-SP) Considere que um fogão forneça um fluxo constante de calor e que esse calor seja inteiramente transferido da chama ao que se deseja aquecer. O calor específico da água é $1,00 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$ e o calor específico de determinado óleo é $0,45 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$. Para que 1.000 g de água, inicialmente a 20 °C, atinja a temperatura de 100 °C, é necessário aquecê-la por cinco minutos sobre a chama desse fogão. Se 200 g desse óleo for aquecido nesse fogão durante um minuto, a temperatura desse óleo será elevada em, aproximadamente,
- 120 °C.
 - 180 °C.
 - 140 °C.
 - 160 °C.
 - 100 °C.

Próximos passos

Neste capítulo, você estudou alterações que variações elevadas de temperatura causam nas substâncias, como a dilatação ou as mudanças de estado. Estudou também como calcular as quantidades de calor trocado pelos corpos de diferentes temperaturas quando colocados em contato, isto é, pode qualificar e quantificar os equilíbrios térmicos.

No próximo capítulo, você estudará especialmente a relação do calor com os gases e suas variáveis de estado – pressão, volume e temperatura. O conhecimento dessa relação é fundamental para compreender a física que permitiu o desenvolvimento da tecnologia e a fabricação das máquinas térmicas presentes em nosso cotidiano, como geladeiras, usinas energéticas, motores de automóveis etc.

Termodinâmica

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

BNCC:
EM13CNT102
EM13CNT106
EM13CNT203
EM13CNT309

Para começo de conversa

Alguma vez você já viu o capô de um carro aberto e ficou imaginando o que ocorre lá dentro? Aparentemente, temos a impressão de ser algo que envolve conceitos físicos extremamente complicados. No entanto, sabemos que, de forma geral, o propósito do motor de um carro a gasolina (ou álcool, ou gás) é transformar em movimento a energia liberada pela queima de um combustível e que isso é feito através de um motor, que chamaremos neste capítulo de máquina térmica.

O ramo da Física responsável pelo estudo dessas máquinas é a Termodinâmica. De fato, a Termodinâmica é responsável por estudar as relações de troca entre o calor e o trabalho realizado na transformação de um sistema físico, quando esse interage com o meio externo.

Neste capítulo, estudaremos alguns dos principais conceitos da Termodinâmica que explicam o funcionamento de **máquinas térmicas**, categoria na qual estão os motores de automóveis, aparelhos de ar condicionado e refrigeradores.



IURI/SHUTTERSTOCK

O motor de um automóvel é um exemplo de máquina térmica. Modelo em 3D.



HD92/SHUTTERSTOCK



AFOGAPO/SHUTTERSTOCK

Encontramos a aplicação da Termodinâmica em geladeiras, aparelhos de ar-condicionado, motores de automóveis, entre outros.

Termodinâmica: gás realizando trabalho

Se colocarmos certa massa de gás em um reservatório de 1 L de capacidade ou em outro de 1,5 L de capacidade, quais serão as diferenças nas características físicas desse gás?

E se um desses reservatórios for aquecido, qual característica física desse gás mudará?

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE UM GÁS



O gás ocupa o volume do recipiente que o contém. O volume é uma característica física desse gás. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Ao aquecer um recipiente que contém um gás, estamos alterando a temperatura desse gás. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Imagine agora que seja possível alterar a posição do êmbolo que fecha o reservatório, fazendo-o descer de modo a comprimir o gás, qual atributo físico se alterará no gás?

ALTERAÇÃO DE CARACTERÍSTICA FÍSICA



O movimento do êmbolo altera o volume e a pressão do gás. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Em Física, um gás pode ser caracterizado por suas variáveis de estado, pressão (p), temperatura (T) e volume (V), que são interdependentes, ou seja, a alteração no valor de uma delas implica a alteração no valor de uma das outras, ou mesmo das duas outras. As variáveis de estado de um gás podem ser alteradas quando esse gás troca energia com seu meio exterior, seja na forma de trabalho, seja na forma de calor. Para compreender como a termodinâmica explica o funcionamento de uma série de diferentes equipamentos estabelecemos as condições em que ocorrem transformações nas variáveis de estado de um gás.



Usina termoeletrica movida a residuos de madeira proveniente de manejo florestal sustentavel. (Itacoatiara, AM, 2019.)

TRANSFORMAÇÃO GASOSA



Para estudarmos a mudança de estado termodinâmico de um gás, cuja massa permanece fixa, realizamos uma transformação gasosa. Experimentalmente, verifica-se a ocorrência de transformações gasosas na massa de determinado gás à pressão p_0 , ocupando volume V_0 e à temperatura T_0 , quando ocorre um processo termodinâmico capaz de conduzi-lo a ocupar um volume V_1 , deixando-o com pressão p_1 e temperatura T_1 , sem que ocorra perda de sua massa.

O gás sofre uma transformação gasosa mudando seu estado termodinâmico de (p_0, V_0, T_0) para (p_1, V_1, T_1) . (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Considerando o gás ideal, que estudamos no capítulo anterior, é possível obter uma lei que relaciona os estados inicial e final de uma transformação gasosa, conhecida como **lei geral dos gases perfeitos**. Algoricamente, essa lei é descrita por:

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1}$$

É importante destacar que nessa equação as pressões e os volumes podem estar em quaisquer unidades físicas, desde que sejam as mesmas nos dois lados da equação. No entanto, a temperatura deve ser dada necessariamente em kelvin.

$$T_K = T^{\circ}\text{C} + 273$$

Podemos analisar o que estudamos até aqui por meio de uma situação do cotidiano. Ao abrir e fechar a porta de um *freezer*, por exemplo, se tentarmos abri-la logo em seguida, teremos dificuldade. Por que isso ocorre? Como a temperatura externa é bem maior do que a interna, a porta aberta permite rápida troca de ar e, com isso, a pressão interna torna-se menor do que a externa, causando dificuldade momentânea para abrir a porta.

Suponha que, nesse exemplo, a pressão e a temperatura externa sejam, respectivamente, 1 atm e 27°C , e a temperatura interna do *freezer* seja -10°C . Considerando que houve uma transformação gasosa sofrida pelo ar que adentrou no *freezer* e que os volumes iniciais e finais do ar interno são iguais, temos:

$$\begin{array}{lll} p_0 = 1 \text{ atm} & V_0 = V & T_0 = 27^{\circ}\text{C} + 273^{\circ}\text{C} \Rightarrow T_0 = 300 \text{ K} \\ p_1 = p & V_1 = V & T_1 = -10^{\circ}\text{C} + 273^{\circ}\text{C} \Rightarrow T_1 = 263 \text{ K} \end{array}$$

Então, aplicando a lei dos gases perfeitos, temos:

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{1 \cdot V}{300} = \frac{p \cdot V}{263} \Rightarrow p = \sim 0,88 \text{ atm}$$

Note que, como anunciado, a pressão interna, 0,88 atm, é menor do que a externa, 1,0 atm. Até que esses valores se igualem, o que demorará apenas alguns segundos, será difícil abrir a porta do *freezer*.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

Depois de algum tempo aquecendo uma panela de pressão, o líquido contido nela está a alta temperatura, por volta de 120°C , o mesmo ocorrendo com o vapor que se formou no seu interior, agora a alta pressão, perto de 2,0 atm.

Se a panela for aberta imediatamente após ser tirada do fogo, o conteúdo interior tentará atingir rapidamente a pressão externa.

Qual é a relação entre a dificuldade de abrir a porta do *freezer* e a importância de não abrir a panela de pressão imediatamente após tirá-la do fogo? Faça desenhos e escreva justificativas para mostrar as etapas a serem seguidas no caso tanto da abertura da panela de pressão quanto do *freezer*.

Transformações gasosas e trabalho mecânico

Pense em uma seringa utilizada para aplicação de injeções, porém sem a agulha. Imagine que você tapa a ponta da seringa com um dos dedos enquanto tenta apertar o êmbolo.

Nessa situação, você estará comprimindo o ar interno da seringa, realizando trabalho sobre esse ar. Com isso, a pressão do ar aumentará e o volume ocupado diminuirá.

Esse exemplo ilustra um tipo de transformação gasosa no qual podemos aplicar a lei dos gases perfeitos e analisar as trocas de energia com o meio externo.

A seguir, estudaremos três tipos de transformações gasosas:

- transformação isobárica: a pressão do gás não se altera;
- transformação isotérmica: a temperatura do gás não se altera;
- transformação isovolumétrica: o volume do gás não se altera.

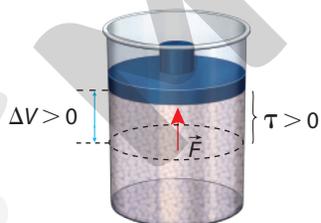
Para realizar uma transformação gasosa, é necessária a troca de energia com o meio exterior, o que é realizado por meio da troca de calor ou pela realização de trabalho.

Considere, por exemplo, um gás contido em um recipiente fechado por um êmbolo móvel. Esse gás pode aumentar ou diminuir seu volume, dependendo de ser aquecido ou resfriado lentamente por uma fonte externa. Como a massa do êmbolo é fixa e a pressão atmosférica é constante, podemos dizer que a expansão ou contração do gás ocorrerá sob pressão constante (expansão isobárica). Em qualquer desses casos, a variação no volume do gás ocorre devido à aplicação de uma força resultante que provoca o deslocamento do êmbolo.

No caso de uma expansão, a força provocada pela pressão do gás é maior que a força externa exercida sobre o êmbolo; ocorre, portanto, realização de trabalho contra o meio externo (trabalho realizado pelo gás). Já na contração, a força externa é maior que a força provocada pela pressão do gás; nesse caso, ocorre realização de trabalho contra o sistema (trabalho realizado pelo meio externo).

Observe o esquema a seguir, no qual o gás sofre uma expansão isobárica (à pressão constante) e aplica sobre o êmbolo um força constante de intensidade F . Nesse caso, ocorre realização de trabalho contra o meio externo.

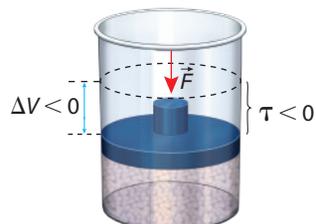
TRABALHO CONTRA O MEIO EXTERNO



O trabalho é realizado contra o meio externo, aumentando o volume do gás. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Já na figura a seguir, o gás sofre uma contração isobárica; nesse caso, uma força externa constante de intensidade F é exercida sobre o êmbolo. Ocorre realização de trabalho sobre o sistema.

TRABALHO SOBRE O SISTEMA



O trabalho é realizado sobre o sistema (gás), diminuindo o volume do gás. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)



FERNANDO FAVORETTO/CRIFAR IMAGEM

Ao apertar o êmbolo da seringa com a saída do ar tapada, estamos comprimindo o ar.

Caixa de ferramentas

Quando uma força de intensidade constante F é aplicada sobre um corpo, e este sofre deslocamento d , o trabalho realizado pela força sobre o corpo, indicado pela letra grega τ (tau), é dado por:

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos \alpha$$

sendo α o ângulo entre a direção de aplicação da força e o deslocamento verificado.

Sabemos que a pressão p exercida por uma força F sobre uma área A é definida por:

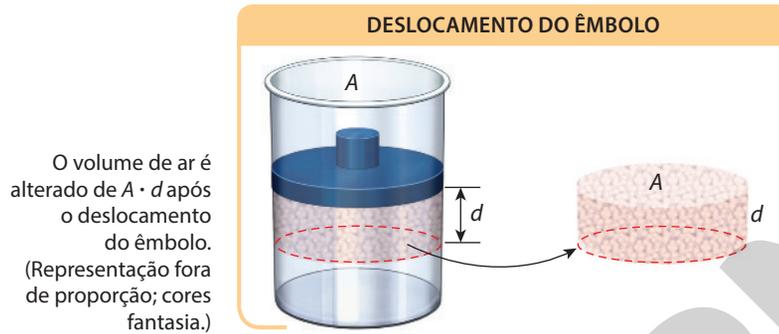
$$p = \frac{F}{A}$$

A intensidade da força é, portanto, o produto da pressão pela área, isto é:

$$F = p \cdot A$$

Considerando o caso em que a força aplicada e o deslocamento do êmbolo têm a mesma direção e sentido, o ângulo α da fórmula de cálculo do trabalho é 0° , e $\cos 0^\circ = 1$. Assim:

$$\tau = F \cdot d \cdot 1 = F \cdot d = p \cdot A \cdot d$$



SELMA CAPARROZ

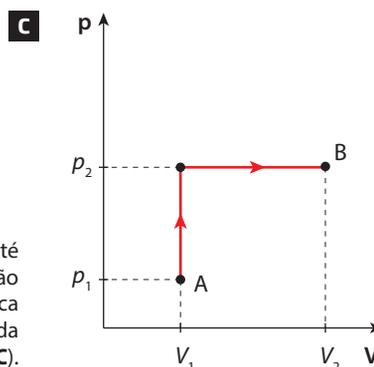
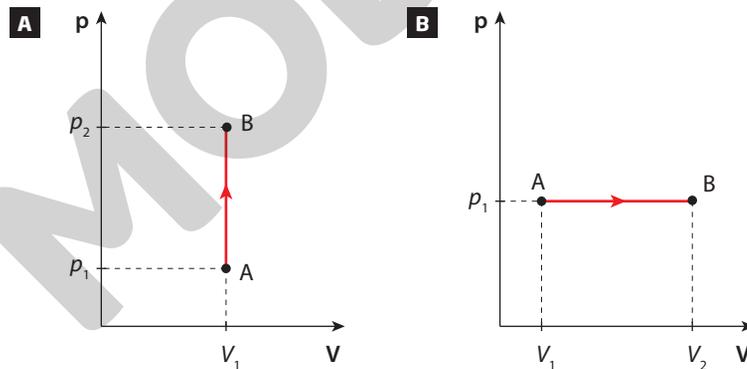
Caixa de ferramentas

Trabalho realizado sobre um corpo altera seu estado de movimento, isto é, altera o valor da energia cinética do corpo. Assim, trabalho e energia são grandezas físicas medidas na mesma unidade. No sistema internacional (S.I.), essa unidade é o $N \cdot m$, equivalente ao joule (J). Já a unidade de medida de **pressão** no S.I. é N/m^2 . Entre essa unidade de medida e a unidade atmosfera (atm), existe o seguinte fator de conversão: $1 \text{ atm} \approx 10^5 \text{ N/m}^2$

Como o volume V de um cilindro de área da base A e altura d é o produto $A \cdot d$, temos, nesse caso:

$$\tau = p \cdot \Delta V \therefore \tau = p \cdot (V_f - V_i)$$

Um gás pode passar de um estado (I) a um estado (II) percorrendo vários caminhos e sofrendo uma ou mais transformações. Uma maneira de representar as transformações sofridas pelo gás é por meio de um gráfico cartesiano de pressão \times volume, conhecido como diagrama $p \times V$. As figuras a seguir mostram alguns exemplos de transformações gasosas num diagrama $p \times V$.

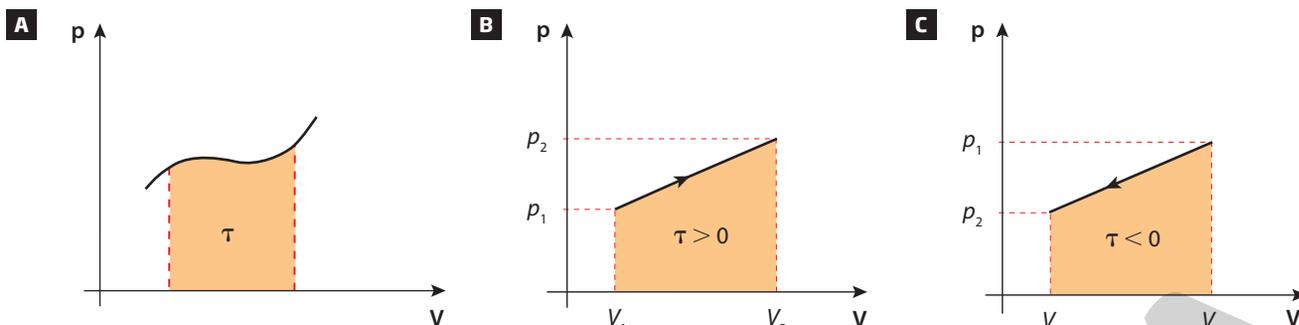


O estado de um gás vai de um ponto A até um ponto B por meio de uma expansão isovolumétrica (em **A**); uma expansão adiabática (em **B**) e uma expansão isovolumétrica seguida de uma expansão isobárica (em **C**).

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

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Com base na representação em um gráfico $p \times V$ das transformações sofridas pelo gás, podemos determinar o trabalho realizado a partir da área sob a curva, mesmo nos casos em que a pressão não é constante.

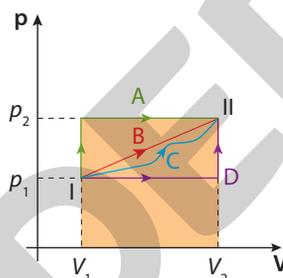


Nas transformações em que a pressão é variável (em **A**), o trabalho pode ser calculado por meio da área sob a curva de um gráfico $p \times V$. Em **B**, o trabalho é realizado pelo gás sobre o meio externo ($\tau > 0$). Em **C**, o trabalho é realizado pelo meio externo sobre o gás ($\tau < 0$).

Observe os exemplos seguintes, em que analisaremos algumas das possíveis transformações de um gás ao passar de um estado termodinâmico I para outro estado termodinâmico II.

Percurso A

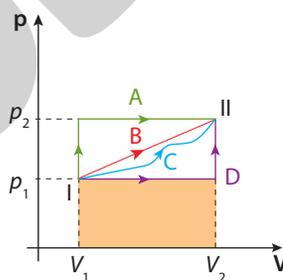
Inicialmente no estado termodinâmico I, o gás sofre uma transformação isovolumétrica, mantendo constante o volume V_1 e aumentando a pressão, passando de p_1 a p_2 . Em seguida, sofre uma transformação isobárica, alterando o volume de V_1 a V_2 . A área da região laranja corresponde ao trabalho realizado.



No percurso A, o gás realiza uma transformação isovolumétrica, aumentando sua pressão, e, em seguida, uma expansão isobárica.

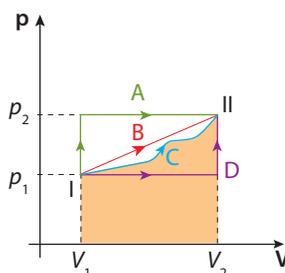
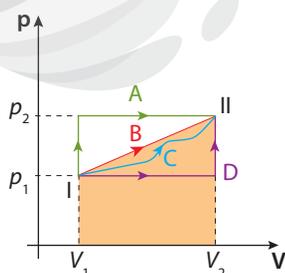
Percurso D

Inicialmente no estado termodinâmico I, o gás sofre uma transformação isobárica, mantendo constante a pressão p_1 e aumentando o volume de V_1 para V_2 . Em seguida, sofre uma transformação isovolumétrica, mantendo constante o volume V_2 e aumentando a pressão de p_1 para p_2 . A área da região laranja corresponde ao trabalho realizado.



No percurso D, o gás realiza uma expansão isobárica e, em seguida, uma transformação isovolumétrica, aumentando sua pressão.

Outras sequências de transformações (percursos B e C) poderiam, também, conduzir o gás entre os estados termodinâmicos I e II, com outros valores de trabalhos realizados, como mostra a figura a seguir.



No gráfico à esquerda, está representado o percurso B; no da direita, o percurso C. Note as áreas em laranja correspondentes ao trabalho realizado na transformação em cada percurso.

Caixa de ferramentas

No caso em que a unidade de pressão é a atmosfera (atm) e a de volume é o litro (L), o trabalho realizado pelo gás é dado na unidade $\text{atm} \cdot \text{L}$.

A conversão entre as unidades $\text{atm} \cdot \text{L}$ e joule (J) pode ser feita de acordo com o seguinte fator aproximado:

$$1 \text{ atm} \cdot \text{L} \approx 101 \text{ J}$$

Vamos analisar e calcular, como exemplo, o trabalho realizado por um gás que sofre transformações termodinâmicas que levam esse gás do estado inicial A para o estado final B, de acordo com três sequências de transformações termodinâmicas distintas, I, II e III, representadas no gráfico seguinte.

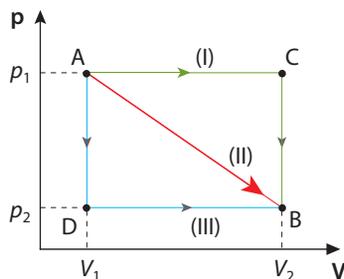


Diagrama $p \times V$ de um gás que vai de um estado inicial A para o estado final B, de acordo com três processos termodinâmicos distintos.

Qualquer que seja a sequência de transformação termodinâmica considerada, o gás aumenta de volume, de V_1 para V_2 . Isto é, o gás sofreu expansão, realizando trabalho. Entre as três sequências, é maior o trabalho realizado na sequência I, visto que a área sob a curva que representa essa transformação será a maior entre as três.

Caixa de ferramentas

Para efeito dos cálculos, considerar os seguintes valores:
 $V_1 = 2 \text{ L}$ e $V_2 = 6 \text{ L}$;
 $p_1 = 2 \text{ atm}$ e $p_2 = 1 \text{ atm}$

O trabalho é realizado pelo gás sobre o meio, uma vez que $\Delta V > 0$ e, portanto, $\tau > 0$. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)



Sequência I:

Nesse caso, a área que corresponde ao trabalho realizado pelo gás é a de um retângulo, de base $(V_2 - V_1)$ e altura p_1 , portanto:

$$\tau = p_1 \cdot (V_2 - V_1) \Rightarrow \tau = 2 \cdot (6 - 2) \Rightarrow \tau = 8 \text{ atm} \cdot \text{L} \approx 808 \text{ J}$$

Sequência II:

Já para essa sequência de transformação termodinâmica, o trabalho realizado pelo gás corresponde à área de um trapézio de base maior p_2 , base menor p_1 e altura $(V_2 - V_1)$. Lembrando que a área de um trapézio é calculada usando a expressão:

$$\frac{(\text{Base maior} + \text{Base menor})}{2} \cdot \text{altura}$$

Portanto:

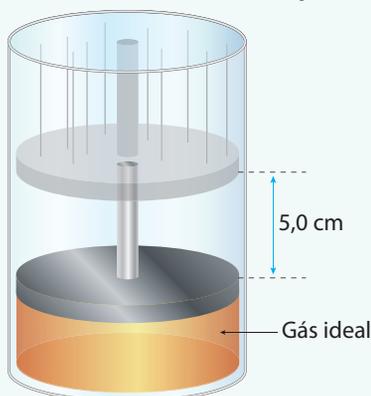
$$\tau = \frac{(p_2 + p_1)}{2} \cdot (V_2 - V_1) \Rightarrow \tau = \frac{(1 + 2)}{2} \cdot (6 - 2) \Rightarrow \tau = 6 \text{ atm} \cdot \text{L} \approx 808 \text{ J}$$

Sequência III:

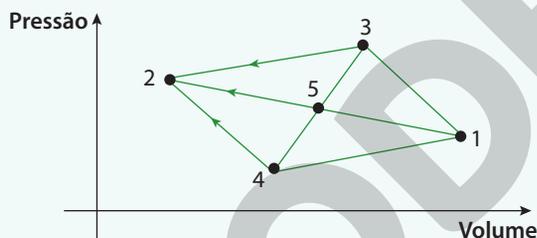
Finalmente, para a sequência de transformação termodinâmica III, o trabalho realizado pelo gás corresponde à área de um retângulo de base $(V_2 - V_1)$ e altura p_2 , assim:

$$\tau = p_2 \cdot (V_2 - V_1) \Rightarrow \tau = 1 \cdot (6 - 2) \Rightarrow \tau = 4 \text{ atm} \cdot \text{L} \approx 404 \text{ J}$$

- 1 O gás considerado ideal contido no interior do cilindro esquematizado na figura a seguir sofre uma compressão isobárica sob pressão atmosférica ($p_{\text{atm}} = 1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$). A posição do êmbolo de 10 cm^2 de área sofre a variação indicada na figura.



- a) O que ocorre com a pressão, o volume e a temperatura do gás durante a compressão?
 b) O trabalho é realizado pelo gás ou sobre o gás? Qual é o valor desse trabalho, em joules?
- 2 Um sistema pode seguir por diferentes caminhos durante a transformação gasosa de um estado termodinâmico 1 a um estado termodinâmico 2. Na figura, estão representados, em um diagrama de pressão por volume, alguns desses trajetos para determinada massa gasosa.



Em qual dos seguintes trajetos:

- $1 \rightarrow 3 \rightarrow 2$
- $1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 2$
- $1 \rightarrow 3 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow 2$
- $1 \rightarrow 4 \rightarrow 2$
- $1 \rightarrow 5 \rightarrow 2$

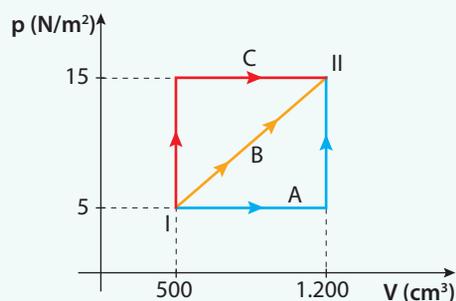
o trabalho realizado sobre o gás:

a) é máximo?

b) é mínimo? Por quê?

- 3 Três volumes de gás iguais de 500 cm^3 sofreram expansões e passaram a ocupar, cada um, volumes finais de 1.200 cm^3 . As transformações sofridas pelos gases estão representadas no gráfico pelos percursos A, B e C.

- a) Descreva o tipo de transformação sofrida pelo gás no percurso A e no percurso C.
 b) Nos três casos, o trabalho foi realizado pelos gases sobre o meio ou pelo meio sobre os gases? Justifique sua resposta.



c) Calcule o trabalho realizado em cada caso.

- 4 Uma bola de futebol, murcha, de volume interno desprezível, será enchida de ar em uma região ao nível do mar, em que a pressão atmosférica é de 10^5 N/m^2 . Qual é o valor do trabalho realizado pelo ar para encher a bola, à temperatura ambiente, a fim de que ela atinja volume de $6,0 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$?

Primeira lei da Termodinâmica: calor e energia interna



RIDO/SHUTTERSTOCK

O suor é um importante mecanismo usado para o resfriamento do corpo.

Quando você se exercita, provavelmente a temperatura de seu corpo tende a aumentar, e ocorre a transpiração, isto é, a produção do suor. O suor é importante pois sua evaporação permite o resfriamento do corpo. Nesse processo, o organismo transfere, na forma de calor, a energia para as moléculas de água do suor, aumentando os movimentos e modos vibracionais das moléculas de água e, portanto, sua **energia interna**. Definimos a energia interna como a soma das energias cinética e potencial relacionadas ao movimento dos átomos e das moléculas constituintes de um corpo.

A partir do exemplo anterior, percebe-se que a energia interna de um corpo está associada ao aumento da sua temperatura. Portanto, sendo ΔU a variação da energia interna de um gás em uma transformação gasosa, temos:

- se a temperatura absoluta (Kelvin) aumentar, então $\Delta U > 0$;
- se a temperatura absoluta (Kelvin) diminuir, então $\Delta U < 0$;
- se não houver variação da temperatura, então $\Delta U = 0$, ou seja, não ocorrerá variação da energia interna em uma transformação gasosa.

Um dos princípios fundamentais da ciência é aquele que afirma que a energia não pode ser criada nem destruída; pode apenas ser transformada de uma forma em outra, e sua quantidade total permanece constante. Essa é a lei da conservação de energia.

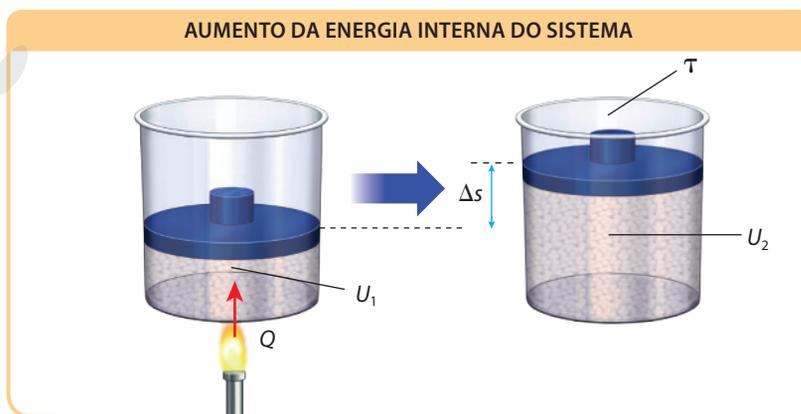
Em sistemas em que ocorre a transferência de energia para dentro e fora do sistema por meio de calor ou realização de trabalho aplica-se a **primeira lei da Termodinâmica**, que nada mais é do que uma extensão do princípio de conservação de energia. A primeira lei da Termodinâmica pode ser enunciada como:

A variação da energia interna (ΔU) de um sistema é resultante da diferença entre a quantidade de calor (Q) trocada com o meio externo e o trabalho (τ) realizado no processo termodinâmico. Algebricamente, temos:

$$\Delta U = Q - \tau$$

Assim, por exemplo, se o sistema termodinâmico representado na imagem recebe 200 cal ($1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$) de uma fonte térmica e realiza trabalho de 500 J sobre o meio externo, a variação da energia interna do sistema será dada por:

$$\Delta U = Q - \tau \Rightarrow \Delta U = 200 \cdot 4,18 - 500 \Rightarrow \Delta U = 336 \text{ J}$$



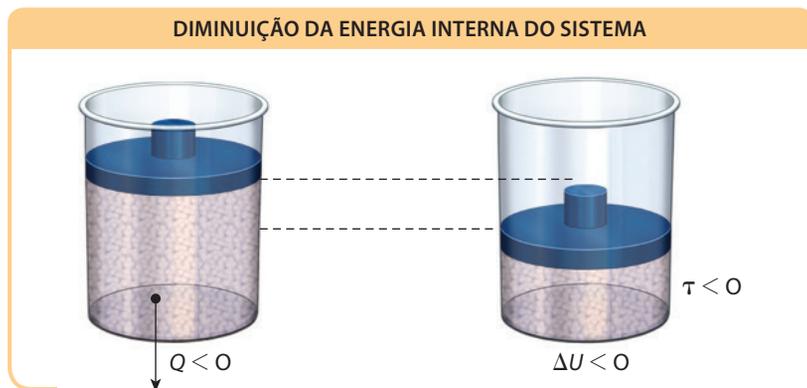
Com o calor recebido, o sistema realizou trabalho sobre o meio externo e aumentou sua energia interna. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: SELMA CAPARROZ

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

Observe que, se o sistema cedesse energia térmica para o meio externo ($Q < 0$), e sendo realizado trabalho sobre o gás ($\tau < 0$), sua energia interna diminuiria ($\Delta U < 0$).

ILUSTRAÇÕES: SELMA CAPARROZ



Ao ceder calor e sendo realizado trabalho sobre o gás, ocorre diminuição da energia interna do sistema. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Se, por exemplo, o sistema cede 200 cal para o ambiente na forma de calor e simultaneamente é realizado trabalho de 500 J sobre o gás, a variação da energia interna será dada por:

$$\Delta U = Q - \tau \Rightarrow \Delta U = -200 \cdot 4,18 - (-500) \Rightarrow \Delta U = -836 + 500 \Rightarrow \Delta U = -336 \text{ J}$$

Agora que conheceu a primeira lei da Termodinâmica, podemos analisar as trocas de energia em algumas transformações gasosas.

Transformação isobárica

Expansão

Em uma **expansão isobárica**, à pressão constante, ocorre aumento do volume e, além disso, dado que precisamos fornecer calor ao sistema para que essa expansão se realize, verifica-se aumento na temperatura do gás.

A figura ao lado representa o diagrama $p \times V$ de uma expansão isobárica.

O quadro a seguir traz um resumo dessa transformação gasosa.

Expansão isobárica	
$\Delta V > 0$	Aumento do volume, o gás é expandido.
$\tau > 0$	O trabalho é realizado sobre o meio.
$\Delta T > 0$	Aumento da temperatura absoluta do gás.
$Q > 0$	O gás recebe calor do meio externo.
$\Delta U > 0$	O aumento da temperatura implica aumento da energia interna.

Compressão

Em uma compressão isobárica, ocorre a diminuição do volume do gás e, além disso, dado que precisamos retirar calor do sistema para que essa compressão se realize, verifica-se a diminuição na temperatura do gás.

A figura ao lado representa o diagrama $p \times V$ de uma contração isobárica.

O quadro a seguir traz um resumo dessa transformação gasosa.

Contração isobárica	
$\Delta V < 0$	Diminuição do volume, o gás é comprimido.
$\tau < 0$	O trabalho é realizado sobre o gás.
$\Delta T < 0$	Diminuição da temperatura absoluta do gás.
$Q < 0$	Há liberação de calor para o meio externo.
$\Delta U < 0$	A diminuição da temperatura implica diminuição da energia interna.

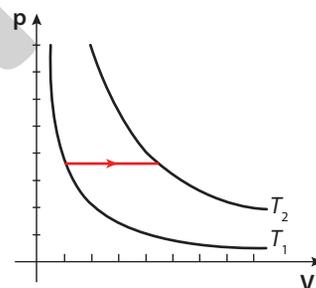


Diagrama pressão \times volume de uma expansão isobárica.

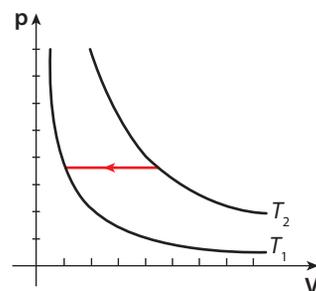
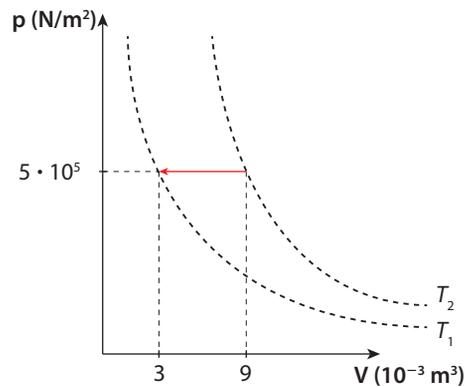


Diagrama pressão \times volume de uma contração isobárica.

Considere, por exemplo, que um gás sofreu a compressão isobárica representada no gráfico a seguir e que, durante esse processo, tenha cedido 4.000 J de calor ao meio externo.



Como se trata de uma compressão isobárica, podemos calcular o trabalho realizado sobre o gás fazendo:

$$\tau = p \cdot \Delta V \Rightarrow \tau = 5 \cdot 10^5 \cdot (3 \cdot 10^{-3} - 9 \cdot 10^{-3}) \therefore \tau = -3.000 \text{ J}$$

Recorrendo à primeira lei da Termodinâmica, podemos calcular a variação da energia interna desse gás:

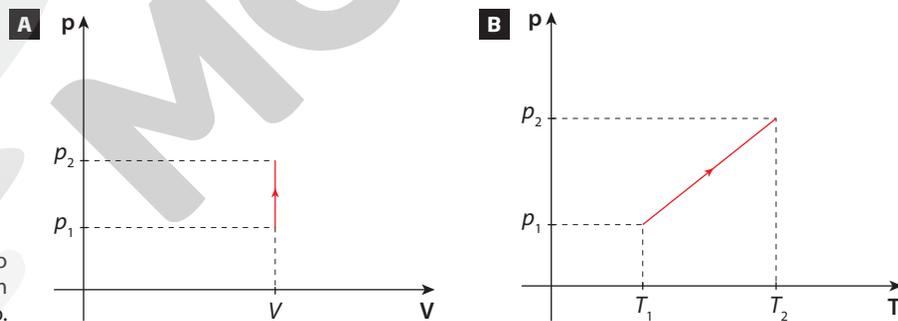
$$\Delta U = Q - \tau \Rightarrow \Delta U = -4.000 - (-3.000) \therefore \Delta U = -1.000 \text{ J}$$

Transformação isovolumétrica

Com aumento da pressão

Numa transformação isovolumétrica com aumento da pressão, não há alteração do volume do gás e a pressão do gás aumenta linearmente com a temperatura.

As figuras a seguir ilustram os diagramas **(A)** pressão \times volume e **(B)** pressão \times temperatura em uma transformação isovolumétrica com aumento da pressão.



Transformação isovolumétrica com aumento de pressão.

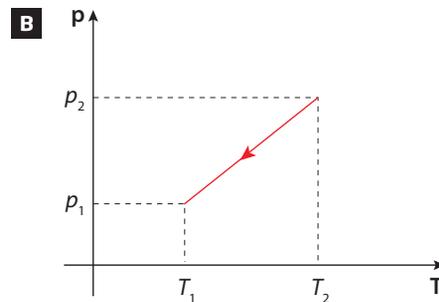
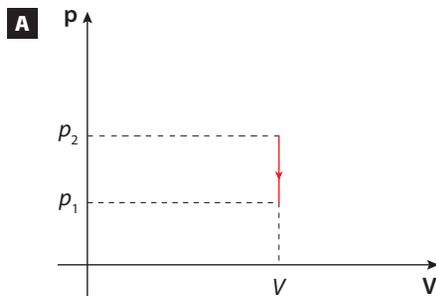
O quadro a seguir traz um resumo dessa transformação gasosa.

Transformação isovolumétrica com aumento da pressão	
$\Delta V = 0$	A variação de volume é nula.
$\tau = 0$	O trabalho é nulo, pois não há variação de volume.
$\Delta T > 0$	Aumento da temperatura absoluta do gás.
$\Delta U > 0$	A energia interna do sistema aumenta.
$Q > 0$	Como $\Delta U > 0$ e $\tau = 0$, temos $Q > 0$, ou seja, há recebimento de calor do meio externo.

Com diminuição de pressão

Numa transformação isovolumétrica com diminuição de pressão, também não há alteração do volume do gás e a pressão do gás diminui linearmente com a temperatura.

As figuras a seguir ilustram os diagramas (A) pressão \times volume e (B) pressão \times temperatura em uma transformação isovolumétrica com diminuição da pressão.



Transformação isovolumétrica com diminuição de pressão.

O quadro a seguir traz um resumo dessa transformação gasosa.

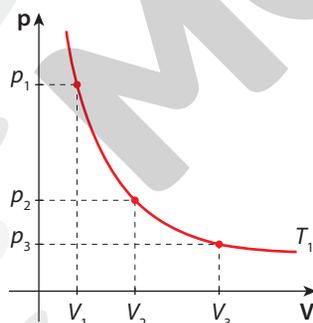
Transformação isovolumétrica com aumento da pressão	
$\Delta V = 0$	A variação de volume é nula.
$\tau = 0$	O trabalho é nulo, pois não há variação de volume.
$\Delta T < 0$	Diminuição da temperatura absoluta do gás.
$\Delta U > 0$	A energia interna do sistema diminui.
$Q < 0$	Como $\Delta U < 0$ e $\tau = 0$, temos $Q < 0$, ou seja, há recebimento de calor do meio externo.

Transformação isotérmica

Numa transformação isotérmica, a pressão (p) é inversamente proporcional ao volume (V) do gás.

$$p \times V = \text{constante}$$

A curva do gráfico cartesiano $p \times V$ é uma hipérbole, denominada **isoterma**.



Numa expansão ou contração isotérmica não há variação de temperatura ($\Delta T = 0$), portanto, a energia interna das partículas do gás se mantém constante ($\Delta U = 0$). Ademais, de acordo com a primeira lei da Termodinâmica, temos:

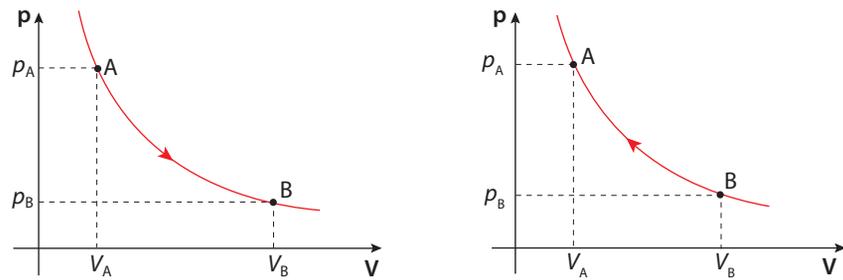
$$\Delta U = Q - \tau \Rightarrow 0 = Q - \tau \Rightarrow Q = \tau$$

O que representa essa igualdade entre a quantidade de calor trocado e o trabalho realizado?

Nas expansões isotérmicas, o gás realiza trabalho ao expandir seu volume ($\tau > 0$). Para que isso ocorra, é necessário que receba calor de uma fonte ($Q > 0$). Assim, ocorre troca de calor com o meio sem que haja variação de energia interna. A quantidade de calor fornecido pelo meio é integralmente transformada em trabalho.

Nas compressões isotérmicas, o gás ao ser comprimido ($\tau < 0$) libera calor para o meio externo ($Q < 0$). Assim, o meio externo realiza trabalho sobre o gás. Esse trabalho é integralmente cedido ao meio na forma de calor.

ILUSTRAÇÕES: LUIZ RUBIO



À esquerda, gráfico $p \times V$ de uma expansão isotérmica; à direita, gráfico $p \times V$ de uma compressão isotérmica.

Transformação adiabática

Existem transformações gasosas nas quais praticamente não ocorre troca de calor do sistema com o meio externo.



NOMAD_SOUL/SHUTTERSTOCK

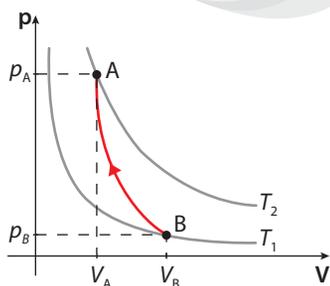


DOTTA



FABIO DI NATALE/ALAMY STOCK PHOTO/FOTORENA

No ato de encher uma bola manualmente ou de retirar parte do ar do interior de embalagens contendo alimentos ou objetos, são desprezíveis as trocas de calor entre o ambiente e o ar contido na bomba ou nas embalagens.



LUIZ RUBIO

Transformações gasosas em que não ocorrem trocas de calor entre o sistema e o meio externo ($Q = 0$) são chamadas **adiabáticas**. Nesses casos, nota-se alteração nas três variáveis de estado do gás quando comparando-as nos estágios inicial e final.

Note na imagem do gráfico $p \times V$ que as transformações adiabáticas são representadas por curvas que partem de uma isoterma e chegam a outra, pois há alteração de temperatura, e que também ocorrem mudanças de volume e de pressão.

Gráfico $p \times V$ de uma compressão adiabática. Note que, à medida que o volume diminui, pressão e temperatura aumentam.

Aerossol: uma tecnologia impulsiva

No início da década de 1930, o engenheiro norueguês Eric Rotheim patenteou o projeto da lata de aerossol. Em seu trabalho, o inventor estabeleceu os principais elementos componentes das latas de aerossóis encontradas até os dias atuais.

Inicialmente, o invento não teve grande repercussão. Como um produto, ele foi utilizado nos aerossóis contendo inseticida usados pelos soldados americanos na Segunda Guerra Mundial. Terminada a guerra, várias indústrias passaram a adaptar a tecnologia dos aerossóis para uma grande diversidade de usos.

Atualmente, encontramos de medicamentos a cosméticos, de desodorantes a produtos de cozinha comercializados em latas de aerossol.

Artista brasileiro Eduardo Kobra trabalha em grafite no Boulevard Olímpico do Rio de Janeiro. Com 15 m de altura e 170 m de comprimento, o mural *Etnias* levou 40 dias para ser pintado. (Rio de Janeiro, RJ, 2016.)

CHRISTOPHE SIMON/AFP/GETTY IMAGES
© KOBRA, EDUARDO/AUTVIS, BRASIL, 2020



De maneira simplificada, aerossóis são misturas de dois fluidos em que um deles, denominado propelente, é armazenado sob alta pressão com o objetivo de impulsionar o outro, chamado de produto, para sair de uma embalagem lacrada.

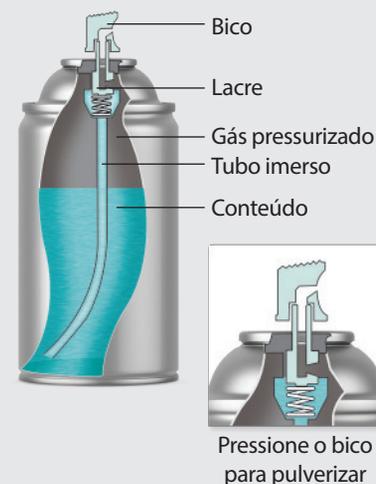
Para criar um sistema aerossol, pode-se derramar um produto líquido, por exemplo, um desodorante, dentro de uma lata. Laca-se esse recipiente e, em seguida, bombeia-se um gás, o propelente, sob alta pressão. Esse gás comprime intensamente o desodorante.

A válvula, normalmente situada na parte superior do recipiente, é um dispositivo que contém um pino entre seus componentes. Ao abaixar o pino, abre-se um canal de ligação entre o exterior e o interior do recipiente. Como a pressão exterior é muito menor que a pressão interior, o produto é impulsionado até a parte superior do recipiente para sair da lata.

Até a década de 1980, muitos recipientes de aerossol faziam uso dos CFCs, clorofluorocarbonetos, como propelentes. Após os trabalhos conclusivos das ciências a respeito dos prejuízos causados pelo uso dos CFCs, atualmente utiliza-se como propelente um dos gases obtidos da liquefação do petróleo, substância considerada de menor impacto ambiental.

Fonte dos dados: INVENTOS que cambiaron el mundo. *Selecciones Del Reader's Digest*. México: DF, 1983.

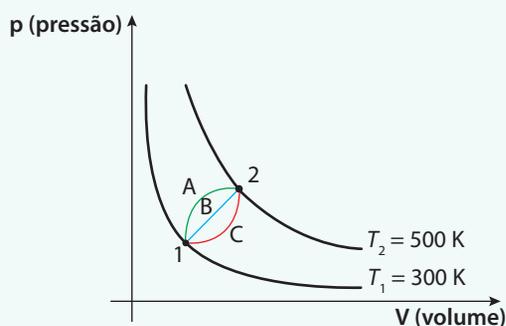
1. Dentro da embalagem de alguns aerossóis há apenas substâncias no estado líquido. Quando a válvula é acionada, podemos perceber que um gás é ejetado. Como você explica esse fenômeno?
2. Observando o gráfico $p \times V$ de uma expansão adiabática, como você o relaciona ao funcionamento de um aerossol?



Esquema representando corte longitudinal do interior de um sistema aerossol contendo gás a alta pressão. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

SELMA CAPARROZ

- 1 Um sistema constituído de um gás ideal passa do estado termodinâmico inicial 1 para o estado final 2 por meio de três processos distintos, A, B e C, como representado no diagrama $p \times V$ a seguir:

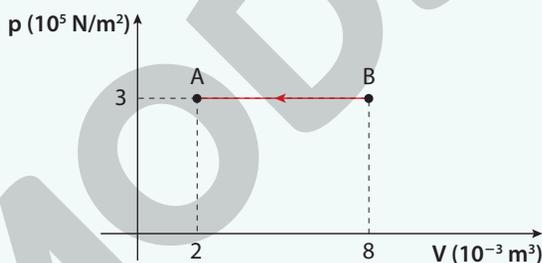


A respeito dos três processos, A, B e C, representados, afirma-se:

- A energia trocada na forma de energia interna é a mesma nos três processos entre os estados 1 e 2.
- A energia trocada na forma de trabalho é a mesma nos três processos entre os estados 1 e 2.
- A energia trocada na forma de calor é a mesma nos três processos entre os estados 1 e 2.

Classifique cada afirmativa em verdadeira ou falsa e redija um pequeno texto corrigindo a(s) que julgar incorreta(s).

- 2 Um sistema contendo uma amostra de gás ideal passa por uma compressão isobárica entre o estado termodinâmico inicial B e o estado final A, aqui representada no plano $p \times V$:

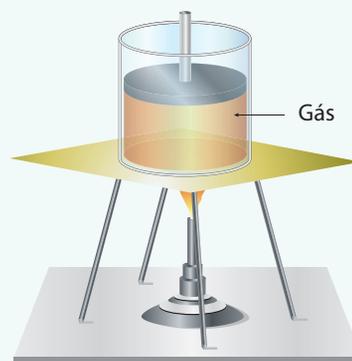


Sabe-se que o sistema cede 500 cal ao meio externo durante a transformação gasosa BA. Considere $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$.

- Qual é o trabalho, em joules, realizado sobre o gás durante a transformação gasosa BA?
- Qual é a variação da energia interna, em joules, da amostra de gás ao final da transformação gasosa BA?

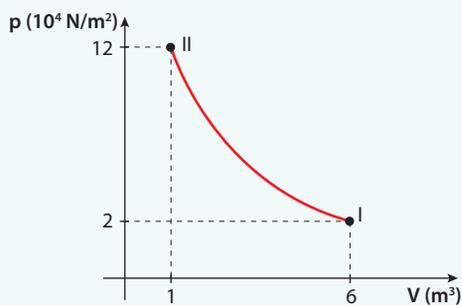
- 3 Um gás perfeito está contido em um recipiente cilíndrico fechado por um êmbolo móvel, como representado na figura.

Ao ser aquecido por uma fonte, o gás empurra o êmbolo para cima de forma lenta e com velocidade constante. Leia a seguir o que se afirma sobre a situação descrita. Identifique os erros e escreva um texto corrigindo-os. “Desprezando as perdas de calor que ocorrem pelas paredes do recipiente, todo o calor absorvido pelo gás é transformado em trabalho realizado para deslocar a tampa. O trabalho realizado pela força peso do êmbolo é maior que o trabalho realizado pelo gás em sua expansão.”



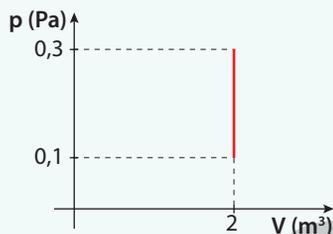
(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

- 4 O diagrama $p \times V$ representa a transformação sofrida por uma massa de gás entre os estados termodinâmicos I e II.



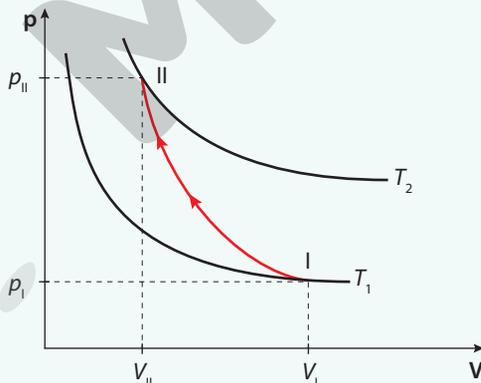
- a) Descreva a transformação gasosa ocorrida.
b) Qual foi a variação da energia interna do gás durante a transformação?

- 5 Observe o diagrama $p \times V$ a seguir, que representa a transformação gasosa sofrida por um volume de 2 m^3 de um gás ideal, que aumentou o valor de sua pressão de $0,1 \text{ Pa}$ para $0,3 \text{ Pa}$.
(Dado: $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$)



- a) Descreva a transformação gasosa ocorrida com o gás.
b) Qual foi o trabalho realizado pelo gás?
c) Durante a transformação, a temperatura da massa de gás aumentou ou diminuiu? Por quê?
d) A energia interna do gás, durante a transformação, aumentou ou diminuiu? Justifique sua resposta.

- 6 Uma amostra de gás ideal sofre a transformação gasosa descrita no diagrama $p \times V$ a seguir, passando de um estado termodinâmico I a um estado termodinâmico II.



Se a transformação gasosa foi adiabática, e a energia interna do gás variou em 500 J , responda:

- a) A energia interna do gás aumentou ou diminuiu? Por quê?
b) Durante a transformação, o trabalho foi realizado pelo gás sobre o meio ou pelo meio sobre o gás? Justifique sua resposta.
c) Qual é o módulo do trabalho realizado?

A segunda lei da Termodinâmica e as máquinas térmicas

Observe as imagens a seguir:

NICOLE PATIENCE/SHUTTERSTOCK



ERNESTO REGHRAN/PULSAR IMAGENS

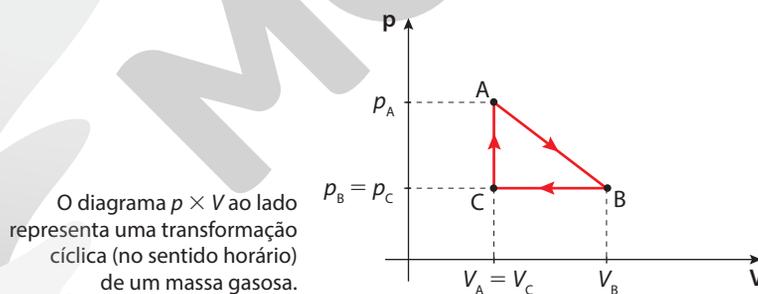


À esquerda, o trem se move utilizando a energia do vapor aquecido (Austrália, 2019). À direita, o caminhão utiliza a queima do combustível no motor para se mover (Londrina, PR, 2020).

Além de serem meios de transporte, existe outro fator em comum entre uma locomotiva a vapor e um moderno caminhão movido a óleo *diesel*: seus movimentos são devidos às **máquinas térmicas**.

Uma máquina térmica opera em ciclos nos quais o calor é transformado em trabalho mecânico. Nesses ciclos, um gás parte de um estado termodinâmico inicial, com determinados valores de pressão, temperatura e volume, e, após uma sequência de estágios, volta ao mesmo estágio inicial. Portanto, uma máquina térmica opera através de um ciclo termodinâmico.

Na transformação representada no gráfico a seguir, uma massa gasosa em um estado termodinâmico inicial $A (p_A, V_A, T_A)$ passa ao estado B, depois ao C e, finalmente, retorna ao estado inicial A. Como os estágios final e inicial são os mesmos (ciclo fechado), não há variação da temperatura ($\Delta T = 0$). Portanto, num ciclo termodinâmico fechado não há variação da energia interna ($\Delta U_{\text{ciclo}} = 0$).

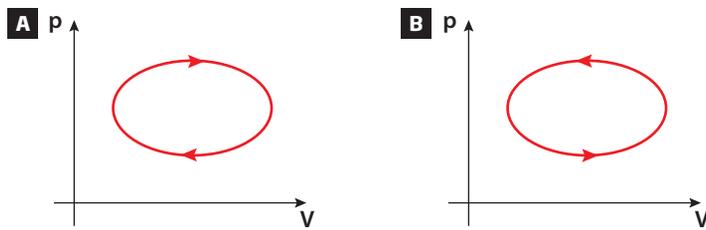


Além disso, de acordo com a primeira lei da Termodinâmica, $\Delta U_{\text{ciclo}} = Q_{\text{ciclo}} - \tau_{\text{ciclo}}$ e, uma vez que nos ciclos $\Delta U_{\text{ciclo}} = 0$ temos $Q_{\text{ciclo}} = \tau_{\text{ciclo}}$, num ciclo termodinâmico fechado a soma do calor e do trabalho recebidos pelo sistema deve ser igual à soma do calor e do trabalho realizados pelo sistema.

As transformações gasosas cíclicas têm as seguintes características:

- Se, durante o ciclo termodinâmico, o gás realiza trabalho, este deve receber calor de uma fonte quente. Nesse tipo de ciclo, representado em um diagrama $p \times V$ por uma curva fechada orientada em sentido horário (fig. A), ocorre transformação de calor em trabalho mecânico, caso, por exemplo, das máquinas térmicas (máquinas a vapor e motores de combustão).

- Se, durante o ciclo termodinâmico, for realizado trabalho sobre o gás, este cede calor ao meio. Nesse tipo de transformação cíclica, representada em um diagrama $p \times V$ por uma curva fechada orientada em sentido anti-horário (fig. B), ocorre transformação de trabalho mecânico em calor, como nos refrigeradores e aparelhos de ar condicionado.



Representação, no diagrama $p \times V$, de uma transformação cíclica de um (A) motor e de um (B) refrigerador.

ILUSTRAÇÕES: LUIZ RUBIO

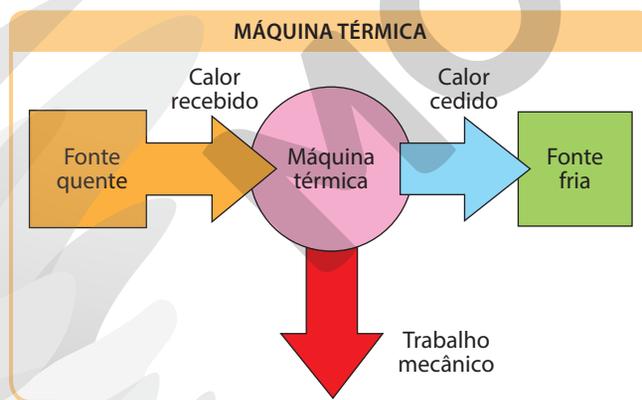
Para compreender o comportamento de máquinas térmicas, que funcionam em ciclos termodinâmicos, como os motores dos automóveis, é importante considerar que o fluxo de calor não ocorre de maneira espontânea de um corpo de menor temperatura para outro, de temperatura maior. Em outras palavras, é preciso considerar a segunda lei da Termodinâmica que, na definição elaborada pelo físico e matemático alemão considerado um dos pais da Termodinâmica, Rudolf Clausius (1822-1888), afirma que:

O calor não pode fluir, de forma espontânea, de um corpo de temperatura menor para outro corpo de temperatura mais alta.

Outra definição da mesma lei, proposta pelo matemático e físico britânico Lord Kelvin (1824-1907), afirma:

É impossível a construção de uma máquina que, operando em um ciclo termodinâmico, converta toda a quantidade de calor recebido em trabalho.

Dessa forma, chamamos de máquina térmica o dispositivo que, utilizando duas fontes térmicas, faz com que a energia térmica se converta em energia mecânica (trabalho). A figura a seguir ilustra a representação didática de uma máquina térmica.



Durante um ciclo de funcionamento de uma máquina térmica, uma quantidade de calor é retirada da fonte quente (Q_1), a máquina converte parte desse calor em trabalho mecânico e rejeita outra parcela para uma fonte fria (Q_2).

Quanto menor for a parcela rejeitada para a fonte fria, mais eficiente será essa máquina, sem que, todavia, se atinja eficiência máxima, de 100%. De acordo com essa ideia, define-se o **rendimento** (η) de uma máquina térmica da seguinte forma:

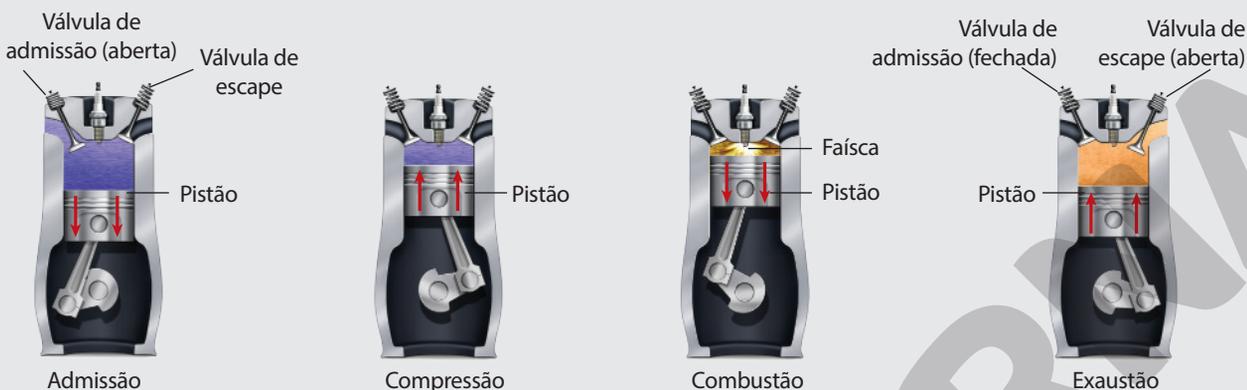
$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Note que, no caso impossível em que $Q_2 = 0$, o rendimento seria igual a 1, ou 100%.

Motor a explosão

Os motores de explosão dos automóveis, ou de combustão interna, que utilizam álcool, *diesel* ou gasolina, são máquinas térmicas desenvolvidas ao longo do século XX.

Vamos descrever sucintamente o que ocorre no interior de um motor de **quatro tempos** que funciona em ciclos e abastece a maior parte dos automóveis hoje em circulação. Acompanhe a descrição dos tempos observando o diagrama $p \times V$ do ciclo de transformações gasosas.

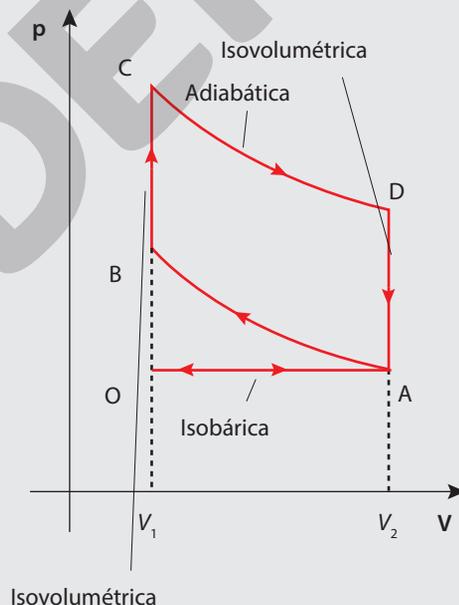


1º tempo: admissão. A válvula de admissão se abre, permitindo que a mistura gasosa de vapor e combustível entre no cilindro enquanto o pistão desce. Nessa fase, ocorre uma expansão isobárica sob pressão atmosférica (etapa OA do gráfico ao lado).

2º tempo: compressão. O pistão sobe e a massa gasosa sofre compressão na câmara. As válvulas de admissão e de escape permanecem fechadas, e a temperatura do gás eleva-se. Agora, ocorre uma compressão adiabática (etapa AB).

3º tempo: combustão, ou explosão. Nessa etapa, a vela de ignição gera uma faísca elétrica que causa a combustão explosiva da mistura gasosa. O sistema gasoso sofre expansão e produz trabalho mecânico efetivo, pois força intensamente o pistão a descer. Essa força sobre o pistão provoca o movimento de rotação do eixo do motor, que está acoplado ao pistão. Nesse estágio, ocorre uma transformação isovolumétrica durante a explosão e a absorção de calor, seguida de uma expansão adiabática durante a realização de trabalho pelo gás (etapas BC e CD, respectivamente).

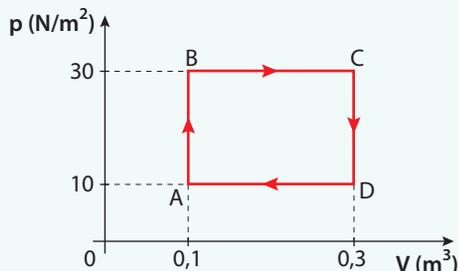
4º tempo: exaustão, ou escapamento. A válvula de escape se abre, permitindo a saída dos gases, e o pistão volta a subir. Ocorre transformação isovolumétrica seguida de compressão isobárica (etapas DA e AO, respectivamente). O ciclo então se reinicia com o fechamento da válvula de escape, nova descida do pistão e reabertura da válvula de admissão.



Fonte dos dados: *Motores de quatro tempos: etapas de funcionamento*. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~dschulz/web/motores4t_etapas.htm>. Acesso em: 5 jun. 2020.

1. Quais transformações gasosas ocorrem durante o funcionamento do motor de um automóvel?
2. O motor pode funcionar com o automóvel parado ou em movimento. Nesses casos, ocorrem as quatro etapas de funcionamento do motor. Por que, então, o consumo de combustível é maior quando o automóvel está em movimento?

- 1 O diagrama pressão (p) por volume (V) representa uma transformação cíclica de um gás perfeito.



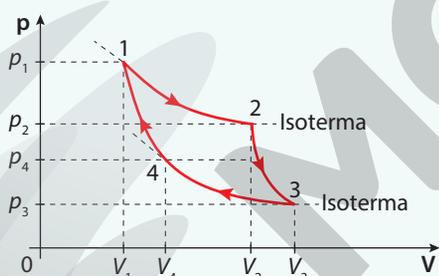
Dados fictícios.

A respeito da transformação gasosa representada no diagrama são feitas as seguintes afirmações:

- A transformação gasosa AB é isotérmica, enquanto a transformação BC é isobárica.
- Na transformação AB, o trabalho é realizado pelo gás sobre o meio externo, enquanto, na transformação CD, o trabalho é realizado do meio externo sobre o gás.
- Ao completar o ciclo, a energia interna da massa gasosa diminui.
- O trabalho realizado pelo gás no ciclo é igual a 4 J.

Avalie as afirmativas e classifique-as em verdadeiras ou falsas. Justifique suas classificações.

- 2 Um gás ideal sofre as transformações gasosas esquematizadas a seguir em um diagrama pressão (p) por volume (V).



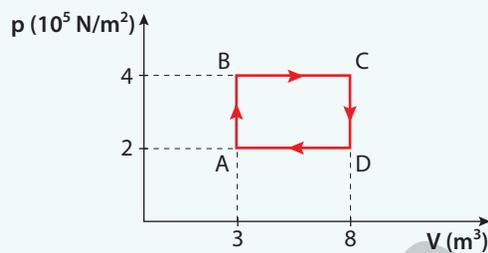
Dados fictícios.

A respeito das transformações gasosas representadas no diagrama são feitas as seguintes afirmações:

- O trabalho realizado pelo gás no ciclo é zero.
- A maior temperatura atingida pelo gás no ciclo ocorre na transformação $3 \rightarrow 4$.
- Ao longo do ciclo não há variação da temperatura e, conseqüentemente, não há variação da energia interna do gás.
- No ciclo representado, o gás realiza trabalho sobre o meio.

Avalie as afirmativas e classifique-as em verdadeiras ou falsas. Justifique suas classificações.

- 3 Uma massa de gás ideal realiza as transformações representadas no diagrama a seguir.



Dados fictícios.

- Caracterize o tipo de transformação ocorrida em cada etapa.
- Em quais etapas o trabalho é negativo, em quais é nulo e em quais é positivo?
- Calcule o trabalho realizado durante todo o ciclo.
- Qual foi a quantidade de calor trocada entre o gás e o meio externo nesse ciclo?

- 4 Basicamente, uma geladeira ou freezer funcionam cumprindo um ciclo em que o compressor comprime um gás até que este atinja o estado líquido. Isso acontece na serpentina externa (também chamada condensador). Na condensação do gás, há liberação de calor, que é transferido para o ambiente. Na etapa seguinte do ciclo, o líquido assim formado absorve calor ao passar pela serpentina interna (ou evaporador), retornando ao estado gasoso.

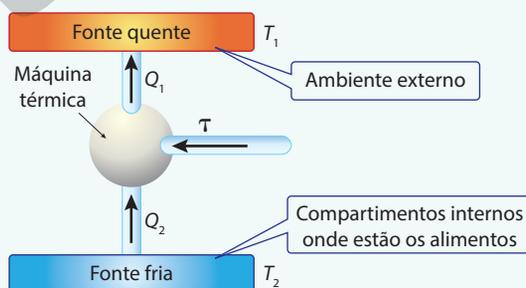


Diagrama de balanço do funcionamento de uma geladeira: a quantidade de calor cedida à fonte quente (Q_1) equivale à quantidade de calor retirada da fonte fria (Q_2) adicionada ao trabalho realizado na transferência de calor entre essas fontes.

A eficiência de uma máquina frigorífica é obtida por meio da razão entre a quantidade de calor retirada da fonte fria (Q_2) e o trabalho externo (τ) realizado ao transferir calor da fonte fria para a fonte quente.

Um refrigerador retira 40 cal do congelador em cada ciclo do gás que utiliza. Nesse processo, o local onde o refrigerador está instalado recebe 200 J a cada ciclo. Considere $1 \text{ cal} = 4 \text{ J}$. Qual é a eficiência dessa máquina térmica?

Fique por dentro

Internet

Propriedades dos gases

<https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_pt_BR.html>

Endereço eletrônico da Universidade do Colorado que possibilita realizar simulações virtuais envolvendo as transformações gasosas.

Acesso em: 5 jun. 2020.

Livro

PÁDUA, A. B.; PÁDUA, C. G.; SILVA, J. L. *A história da Termodinâmica Clássica: uma ciência fundamental*. Londrina: Edel, 2010.

Apresenta uma revisão histórica da Termodinâmica até o fim do século XIX, com relatos de fatos históricos e discussão dos conceitos envolvidos.

Filmes

A modernidade chega a vapor. Direção: Ministério da Educação (MEC). Brasil, 2002. (15 min.)

Este documentário histórico retrata a chegada da Revolução Industrial no Brasil.

Daens – um grito de justiça. Direção: Stijn Coninx. Holanda; França e Bélgica, 1992. (182 min.)

Retrata a história de Adolf Daens, que viveu no fim do século XIX em uma cidade da Bélgica. Esse período histórico foi marcado pelo domínio das ciências, com uma transição da produção artesanal para a maquinaria.

Lugar para visitar

Museu da Imigração

São Paulo, SP

<<http://museudaimigracao.org.br/>>

A visita possibilita embarcar no Trem Cultural dos Imigrantes e fazer um passeio em uma locomotiva a vapor de 1922.

Trem da Serra da Mantiqueira

Passa Quatro, MG

<<https://www.tremdaserradamantiqueira.com.br/>>

Passeio da Estação central de Passa Quatro até a estação Coronel Fulgêncio e visita a uma exposição fotográfica.

Trem dos ingleses

Paranapiacaba, SP

<<http://abpfsp.com.br/>>

Museu Ferroviário com passeio de locomotiva.

Acessos em: 19 ago. 2020.

ATIVIDADES FINAIS

Não escreva no livro.

- (Enem) No Brasil, o sistema de transporte depende do uso de combustíveis fósseis e de biomassa, cuja energia é convertida em movimento de veículos. Para esses combustíveis, a transformação de energia química em energia mecânica acontece
 - na combustão, que gera gases quentes para mover os pistões no motor.
 - nos eixos, que transferem torque às rodas e impulsionam o veículo.
 - na ignição, quando a energia elétrica é convertida em trabalho.
 - na exaustão, quando gases quentes são expelidos para trás.
 - na carburação, com a difusão do combustível no ar.

- (Enem) A invenção da geladeira proporcionou uma revolução no aproveitamento dos alimentos, ao permitir que fossem armazenados e transportados por longos períodos. A figura apresentada ilustra o processo cíclico de funcionamento de uma geladeira, em

que um gás no interior de uma tubulação é forçado a circular entre o congelador e a parte externa da geladeira. É por meio dos processos de compressão, que ocorre na parte externa, e de expansão, que ocorre na parte interna, que o gás proporciona a troca de calor entre o interior e o exterior da geladeira.



Ilustração dos componentes necessários para o funcionamento da geladeira.

Disponível em: <<http://home.howstuffworks.com>>. Acesso em: 7 ago. 2020 (adaptado).

Nos processos de transformação de energia envolvidos no funcionamento da geladeira,

- a) a expansão do gás é um processo que cede a energia necessária ao resfriamento da parte interna da geladeira.
- b) o calor flui de forma não espontânea da parte mais fria, no interior, para a mais quente, no exterior da geladeira.
- c) a quantidade de calor cedida ao meio externo é igual ao calor retirado da geladeira.
- d) a eficiência é tanto maior quanto menos isolado termicamente do ambiente externo for o seu compartimento interno.
- e) a energia retirada do interior pode ser devolvida à geladeira abrindo-se a sua porta, o que reduz seu consumo de energia.

- 3 (Enem) Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso quer dizer que há vazamento da energia em outra forma.

CARVALHO, A. X. Z. *Física Térmica*. Belo Horizonte: Pax, 2009 (adaptado).

De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes da

- a) liberação de calor dentro do motor ser impossível.
- b) realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
- c) conversão integral de calor em trabalho ser impossível.
- d) transformação de energia térmica em cinética ser impossível.
- e) utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

- 4 (Enem) A refrigeração e o congelamento de alimentos são responsáveis por uma parte significativa do consumo de energia elétrica numa residência típica.

Para diminuir as perdas térmicas de uma geladeira, podem ser tomados alguns cuidados operacionais:

- I. Distribuir os alimentos nas prateleiras deixando espaços vazios entre eles, para que ocorra a circulação do ar frio para baixo e do quente para cima.
 - II. Manter as paredes do congelador com camada bem espessa de gelo, para que o aumento da massa de gelo aumente a troca de calor no congelador.
 - III. Limpar o radiador (“grade” na parte de trás) periodicamente, para que a gordura e a poeira que nele se depositam não reduzam a transferência de calor para o ambiente.
- Para uma geladeira tradicional é correto indicar, apenas,

- a) a operação I.
- b) a operação II.
- c) as operações I e II.
- d) as operações I e III.
- e) as operações II e III.

Próximos passos

Ao estudar as transformações gasosas neste capítulo, você pôde associá-las ao funcionamento de equipamentos do cotidiano, como automóveis e geladeiras. Esse estudo esteve, portanto, voltado para o nível macroscópico, analisando as variáveis de estado, as relações entre elas, sempre com base na conservação de energia expressa na lei da Termodinâmica.

Na sequência, você terá oportunidade de se aprofundar no estudo das transformações gasosas e das trocas energéticas, agora no nível molecular das reações químicas que ocorrem nesses casos.

Transformações da matéria e calor

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

BNCC:

EM13CNT101
EM13CNT102
EM13CNT104
EM13CNT106
EM13CNT205
EM13CNT207
EM13CNT301
EM13CNT305
EM13CNT307

Para começo de conversa

Nos dois capítulos anteriores, foram abordados vários aspectos científicos relevantes sobre o calor e as possibilidades de transformação de energia térmica em outras formas de energia. Agora, você terá a oportunidade de aprender sobre o calor envolvido em processos de transformação físicos e químicos, todos eles fundamentais em nossa vida.

É provável que você tenha consciência de que uma das questões atuais que mais preocupam a população mundial é o modo de conciliar a produção de energia com um mínimo impacto ambiental.

Assim, quem vai a um posto de combustíveis abastecer um veículo encontra várias opções: óleo *diesel*, etanol, gasolina – na verdade, mistura de gasolina com teores variáveis de etanol – e GNV (gás natural veicular). Exemplificando, muitos carros de passeio possuem tecnologia *flex* e podem ser abastecidos com gasolina e/ou etanol; é deles que será obtida a energia necessária para manter o motor em funcionamento.



No Brasil, é comum carros com tecnologia *flex*, que podem ser abastecidos com gasolina e/ou etanol. São Paulo (SP).

Mas, na hora de escolher o combustível, podem surgir dúvidas, levando em conta alguns fatores – preço por litro, rendimento do motor, menor prejuízo ao ambiente.

Pensando em nossas finanças, é melhor abastecer um veículo com gasolina ou etanol? E do ponto de vista do ambiente?

Levando em conta a relação entre despesa e ambiente, como conciliar esses fatores para a escolha do combustível automotivo?

Neste capítulo, vamos abordar a **Termoquímica**, parte das Ciências Naturais que estuda a relação entre as transformações da matéria e o calor envolvido nesses processos.

Efeitos térmicos das reações químicas e seus usos no cotidiano

Quando se assa uma *pizza* em forno a lenha, o calor usado nesse processo provém de reações químicas que envolvem a combustão de substâncias presentes na madeira. Mas não é apenas para preparar alimentos que precisamos de energia térmica. Muitos processos industriais também necessitam de energia para que sejam viabilizados, e, em muitos deles, a energia térmica em forma de calor é obtida de reações químicas. Além disso, grande parte de nossos meios de transporte utiliza a energia térmica produzida em reações de combustão.

As combustões fazem parte de um grupo de reações químicas que ocorrem liberando energia. Geralmente, são reações desse tipo que fornecem a energia necessária para que outros processos químicos aconteçam. Para exemplificar, lembre-se de que é do petróleo que se obtêm o gás de cozinha, a gasolina, o óleo *diesel* e outras **frações** que, por meio da combustão, permitem o cozimento dos alimentos e têm viabilizado quase todo o nosso transporte. Trata-se, no caso, de energia não renovável e “suja”, porque a combustão desses materiais gera produtos que poluem o ambiente e agravam o efeito estufa.

Atualmente, cada vez mais se buscam **matrizes energéticas** menos agressivas ao ambiente, o que explica a importância do estudo das várias áreas das Ciências, da reflexão e da participação de todos em várias decisões a respeito desse assunto.

Observe, nas imagens, alguns exemplos de usos corriqueiros das reações químicas em nosso cotidiano:



GOODBISHOP/SHUTTERSTOCK

A combustão de gases como o metano (CH_4), o propano (C_3H_8) e o butano (C_4H_{10}) libera a energia usada no cozimento de alimentos.

BRUNO ROCHA/FOTARENA



A combustão do óleo *diesel*, utilizado como combustível de caminhões e de outros veículos, é bastante poluente. São Paulo (SP), 2018.

No caso do *diesel* produzido no Brasil, que contém alto teor de compostos de enxofre, sua combustão libera muito dióxido de enxofre (SO_2). Regulações do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) vêm procurando reduzir o teor de enxofre, o que explica os tipos de *diesel* comercializados nos postos de combustíveis: S-500 e S-10. Quanto mais baixo o número que acompanha o S, menor é a quantidade de compostos de enxofre que são liberados para a atmosfera durante a combustão do *diesel*.

Desde 2008, no Brasil, é obrigatório que todo *diesel* comercializado tenha uma porcentagem de biodiesel – um combustível renovável proveniente de biomassas que é menos poluente em relação aos combustíveis derivados do petróleo. Por determinação da Agência Nacional do Petróleo (ANP), é obrigatório que os postos de combustíveis identifiquem a fração de biodiesel adicionado. Por exemplo, o *diesel* do tipo B12 tem 12% do volume constituído de biodiesel e o restante, de *diesel* produzido nas refinarias de petróleo.

Em muitos países, a maior parte da energia elétrica vem sendo produzida em usinas termoelétricas que utilizam carvão e óleo *diesel*. No Brasil, a energia gerada em usinas termoelétricas não representa a maior parte da matriz energética, embora desde os anos 1990 o país tenha construído várias delas, que utilizam como combustível gás natural, carvão, óleo e biocombustíveis (estes empregados ainda em pequena escala). De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), no primeiro trimestre de 2018, apenas três das 3.002 termoelétricas que estão em atividade no Brasil utilizaram biocombustíveis como fonte de energia.

O gás natural é um combustível não renovável que pode ser encontrado tanto com o petróleo quanto isolado, em depósitos subterrâneos. Trata-se de uma mistura de várias substâncias que contém cerca de 75% de metano.

Considerando o tempo de existência da civilização humana, muitos dos exemplos de utilização de energia aqui analisados são recentes. No entanto, as reações químicas como fonte de energia fazem parte do cotidiano da humanidade desde antes da existência da Química como Ciência. Além disso, para o funcionamento de nosso organismo, ingerimos alimentos que nos fornecem energia, incluindo a térmica, para realizar nossas inúmeras tarefas diárias.

As mais importantes fontes de energia química para nossa vida vêm de **compostos de carbono**: carboidratos, proteínas e gorduras. Assim como os alimentos, os combustíveis mais usados também têm, entre seus constituintes, o elemento **carbono**: etanol, carvão, petróleo e gás natural.



ELL_ASENOVA/E+/GETTY IMAGES

A energia necessária à vida provém, basicamente, dos nutrientes presentes nos alimentos.



ERNESTO REGHIAN/PULSAR IMAGENS

A energia solar é essencial para o processo de fotossíntese e bom desenvolvimento de plantações como a de milho mostrada na imagem. Sertaneja (PR), 2020.

No caso dos combustíveis obtidos de fontes não renováveis – as fontes fósseis (caso do carvão, do petróleo e do gás natural) –, esses materiais se formaram de restos de seres vivos (plantas e pequenos animais marinhos, por exemplo) por meio de processos de transformação que ocorreram ao longo de séculos.

As plantas constituem uma possibilidade de armazenamento de energia química a partir da energia luminosa. Lembre-se de que, por meio do processo de fotossíntese, as plantas (bem como alguns outros seres vivos, como as algas) transformam o gás carbônico e a água em carboidratos. É graças a esse armazenamento de energia solar nas plantas e em outros seres fotossintetizantes, por meio da transformação da energia luminosa em energia química, que a vida de animais que se alimentam delas, incluindo a nossa, se torna possível.

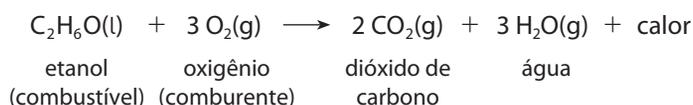
Em resumo, a energia é indispensável à vida. Para a geração de energia, seja ela térmica ou de outro tipo (elétrica, por exemplo), muitos processos químicos são fundamentais.

Processos exotérmicos e endotérmicos

Como estudamos, quando ocorre uma reação química, há certa quantidade de energia térmica envolvida; essa propriedade relacionada às transformações químicas permite classificá-las em **exotérmicas** e **endotérmicas**.

Transformações exotérmicas

As reações químicas exotérmicas são aquelas que liberam calor para o ambiente; as combustões são exemplos desse tipo de reação, sendo largamente empregadas em nosso dia a dia justamente por isso. Um exemplo de uso bastante conhecido é a queima do etanol (usado como combustível em automóveis). A equação química que representa essa transformação exotérmica é:



Nesse caso, conforme a **lei de conservação da energia**, que você estudou no capítulo anterior, a energia inicial do sistema (etanol + oxigênio) é maior do que a energia final do sistema (dióxido de carbono + água), já que certa quantidade de energia foi liberada para o ambiente na forma de calor.

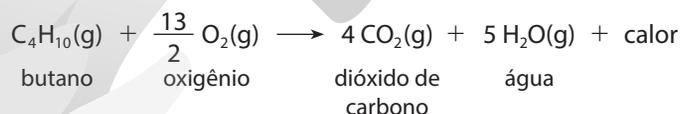


A lei de conservação da energia, ou primeira lei da Termodinâmica, foi elaborada para explicar o fato de que **a energia não pode ser criada nem destruída**, mas uma forma de energia pode ser transformada em outra, ou transferida para o meio externo ou para outro sistema. Analogamente, em um sistema fechado em que ocorre uma transformação química, a massa e o número de átomos se conservam (o que é coerente com a lei de Lavoisier).

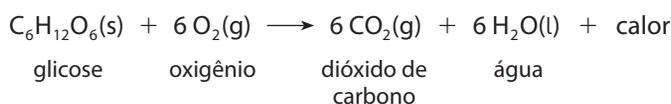
As reações químicas envolvidas na combustão da madeira também são exotérmicas: esse é um exemplo de transformação de energia química em energia térmica.

Vamos examinar outros exemplos.

O gás de botijão – que, por estar sob pressão, encontra-se liquefeito – tem sido usado como fonte de energia em sistemas de aquecimento por meio da combustão das substâncias que o constituem (propano e butano). Uma das transformações que ocorrem quando se queima essa mistura pode ser equacionada por:



Em nosso organismo, ocorrem reações que liberam energia e que têm papel importante em nossa vida. A glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), por exemplo, sofre uma reação química que pode ser equacionada, de modo simplificado, como segue:



Nessa reação química, a glicose pode ser comparada aos combustíveis das equações apresentadas anteriormente, pois, ao reagir com o oxigênio (obtido da respiração), origina dióxido de carbono, água e energia térmica.



No interior do forno, a madeira queima. As reações exotérmicas envolvidas nessa combustão fornecem energia para que a pizza asse.



PETER CADE/PHOTODISC/GETTY IMAGES

Podemos perceber que a condensação é um processo exotérmico, por exemplo, quando uma pessoa levanta a tampa de uma panela com água em ebulição (sistema aberto) e notamos a formação de gotículas de água na tampa.

Mesmo em sistemas que envolvem apenas mudanças de estado físico, podemos entender essas transformações como situações nas quais a energia térmica é absorvida ou liberada para o ambiente.

Lembre-se de que, nos exemplos que estamos estudando, a palavra **sistema** designa o conjunto das substâncias envolvidas em uma reação química ou em uma mudança de estado.

Para exemplificar, pense no processo que ocorre em uma panela com água em ebulição. Quando o vapor de água formado no processo de ebulição entra em contato com a superfície inicialmente mais fria da tampa da panela, cede calor à tampa e, dessa forma, condensa-se. Dizemos que a **condensação é um processo exotérmico**, pois o vapor de água cede calor para o ambiente – o que explica que a tampa, bem próxima do vapor, se aqueça. No caso, podemos considerar que temos um **sistema fechado**, isto é, que troca calor, mas praticamente não troca matéria, com o ambiente externo.

Transformações endotérmicas

As reações químicas que ocorrem com **absorção de calor** são chamadas **reações endotérmicas**. A obtenção de óxido de cálcio (cal virgem) a partir de carbonato de cálcio (calcário) é um exemplo desse tipo de reação. Podemos representá-la por:

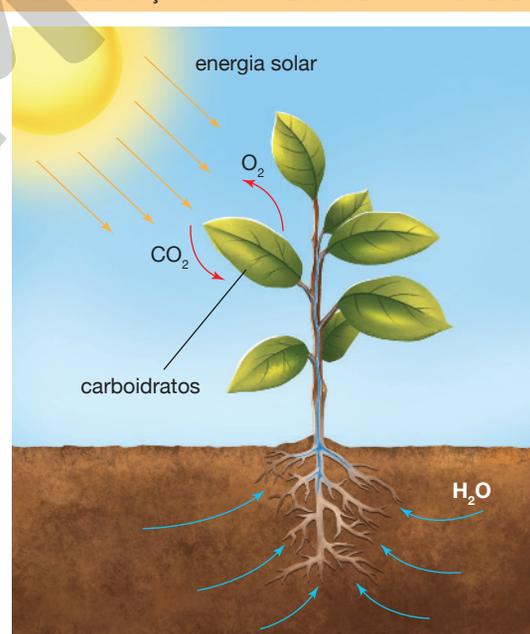


Reação química endotérmica: $E_{\text{reagentes}} < E_{\text{produtos}}$

Nesse caso, a reação química ocorre com absorção de energia. Na prática, podemos medir a quantidade de energia liberada ou absorvida pelo sistema.

As reações químicas em que o sistema recebe calor do ambiente não são, em geral, tão evidentes. Um exemplo é a fotossíntese. No cozimento de alimentos, também ocorrem reações, muitas vezes complexas, possibilitadas pela absorção de energia.

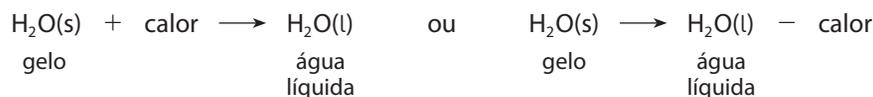
REPRESENTAÇÃO DO PROCESSO DE FOTOSSÍNTESE



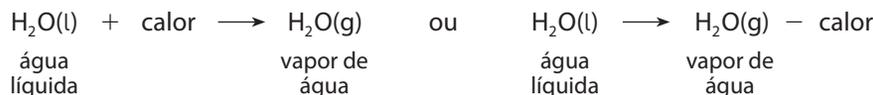
A fotossíntese é exemplo de reação química endotérmica: por meio dela, as plantas transformam gás carbônico (CO₂) e água (H₂O) em carboidratos e gás oxigênio (O₂). (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Alguns processos físicos comuns no cotidiano também são endotérmicos. É o caso da fusão da água sólida (gelo) e da evaporação da água líquida. Esquemáticamente, temos:

Fusão:



Vaporização:



Tanto na fusão quanto na vaporização, o ambiente perde calor (energia térmica), e o sistema em transformação ganha calor.

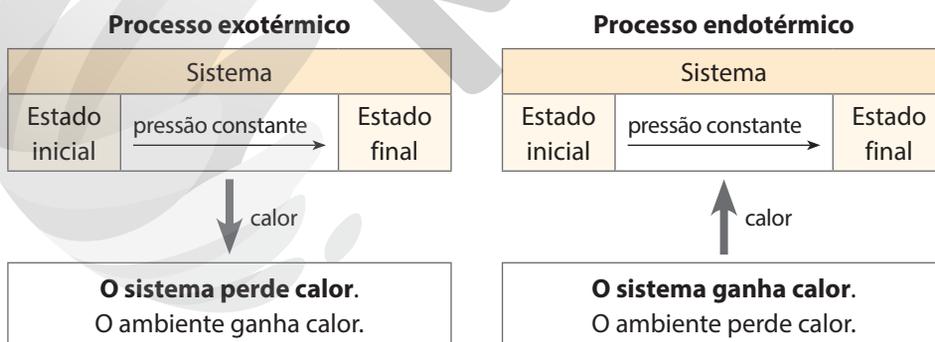
Quando um bombeiro usa um jato de água para apagar um incêndio, os materiais da combustão perdem calor, e a água ganha calor. Dessa forma, a chama pode ser apagada. É importante lembrar que o vapor de água é invisível, e a névoa que se forma à medida que a água se aproxima da chama é constituída de gotículas de água que se originam quando o vapor de água se resfria, ao atingir regiões em que a temperatura é mais baixa que a dele ao se formar.



Atuação dos bombeiros para apagar o incêndio do Museu Nacional no Rio de Janeiro (RJ), 2018, no qual foi perdida a maior parte de seu acervo.

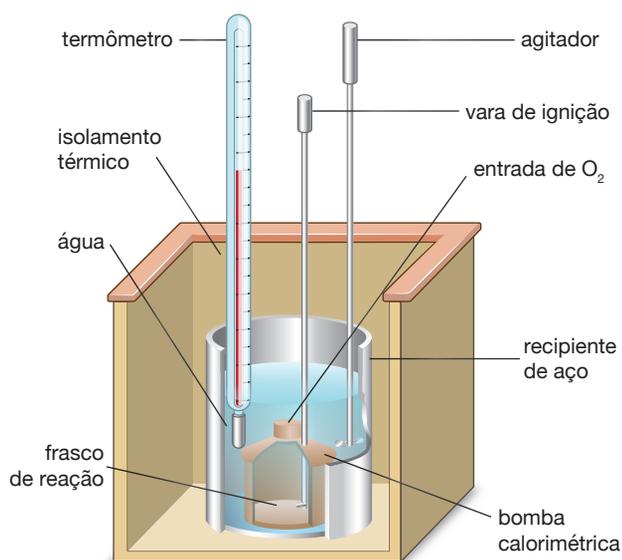
A **Termoquímica** ocupa-se do estudo de efeitos térmicos associados às reações químicas e às transformações físicas, como mudanças de estado físico e dissoluções.

Veja a seguir representação genérica das duas possibilidades de reação, em um sentido (direta) e no sentido contrário (inversa).



Talvez você se pergunte: que relação existe entre a energia liberada ou absorvida em uma reação química e as substâncias envolvidas nessa transformação? Essa relação tem a ver com um balanço do total da energia que está envolvida na quebra de ligações químicas e na formação de novas ligações, assim como nas mudanças de estado físico, entre outras transformações (químicas e físicas) que acontecem com as unidades constituintes dos reagentes nesse processo.

CALORÍMETRO



Fonte: CHANG, R.; GOLDSBY, K. *Chemistry*. 12th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2016.

Representação esquemática de um dos tipos de calorímetro em corte frontal. (Fora de proporção; cores fantasia.)

A medida do calor

No capítulo 1, foi apresentado o que é um calorímetro.

Existem vários tipos de calorímetro. Um dos tipos usados para fazer essas medidas é provido de um termômetro e possui **paredes adiabáticas**, isto é, que dificultam as trocas de calor com o ambiente. Podemos dizer que esse tipo de calorímetro é um **sistema isolado** (não troca matéria nem calor com o meio externo).

Assim, se quisermos determinar, por exemplo, o calor liberado em uma reação, podemos usar um calorímetro, como o representado ao lado.

A água que envolve a bomba calorimétrica absorve parte do calor liberado na combustão do material (frasco de reação). Pela variação de temperatura da água contida no calorímetro, medida pelo termômetro, estima-se a quantidade de calor envolvido no processo.

Se no frasco de reação ocorrer uma reação exotérmica, como uma combustão, o calor liberado provocará o aumento da temperatura da água que cerca o local da reação e de todo o sistema, porque, após algum tempo, ele entra em equilíbrio térmico.

ATIVIDADE PRÁTICA

Não escreva no livro.

Atenção

Não coma ou beba em laboratório; nunca coloque os materiais do laboratório na boca ou em contato com outra parte do corpo; mantenha os cabelos presos; use óculos de segurança e avental de mangas compridas; use luvas refratárias; não toque os reagentes com as mãos; cuidado ao manipular a lamparina a álcool ou o bico de Bunsen. Os resíduos sólidos do experimento podem ser descartados no lixo comum; a água pode ser descartada na pia.

Alimentos e valor calórico

Objetivo

- Comparar a quantidade de calor liberada na combustão de diferentes alimentos.

Materiais

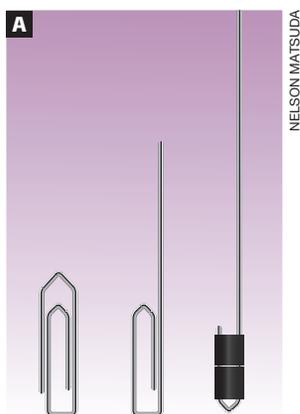
- alimentos secos (pão torrado, castanhas, bolachas etc.), de preferência com dados sobre o valor energético
- 1 a 4 tubos de ensaio idênticos
- 1 pinça de madeira
- 1 suporte universal e 1 garra
- 1 termômetro com escala de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $110\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 1 clipe para papel
- lamparina a álcool ou bico de Bunsen
- fósforos de segurança
- fita adesiva ou isolante
- água destilada (ou de torneira)
- balança (se houver)

Procedimento

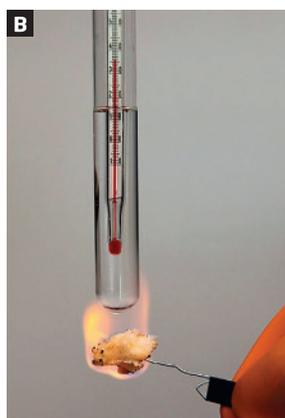
1. Se vocês dispuserem de equipamentos de laboratório (suporte e garra), prendam o tubo de ensaio no suporte utilizando a garra. Caso contrário, um de vocês pode segurar o tubo com uma pinça de madeira.
2. Adicionem a água até um terço da altura do tubo de ensaio.

Continua

- Coloquem o termômetro no tubo, aguardem alguns instantes, leiam e anotem a temperatura inicial da água.
- Abram o clipe na parte externa sem, contudo, fazer o mesmo em seu interior. Envolvam sua parte interna com a fita adesiva ou isolante, recobrando-a algumas vezes para facilitar o manuseio, como mostra a figura **A**.
- Cortem os alimentos em pedaços iguais. Pesem um dos alimentos, anotem sua massa e espetem-no no clipe aberto (sugere-se iniciar pelo pão torrado).
- Acendam a chama da lamparina, ou do bico de Bunsen, utilizando um fósforo de segurança. Aproximem da chama o alimento espetado. (Aconselha-se prender o clipe em uma pinça de madeira ou prendedor de roupas.)
- Quando o alimento estiver queimando, afastem-no do fogo e aproximem-no do fundo do tubo de ensaio com água, como mostra a imagem **B**.



NELSON MATSUDA



DOTTA2/ARQUIVO

Dois etapas do experimento: **(A)** preparo do clipe; **(B)** queima de pão e tubo de ensaio com água e termômetro. Ilustração produzida para este conteúdo.

- Quando a combustão do alimento chegar ao fim, agitem rapidamente a água do tubo de ensaio, meçam sua temperatura (temperatura final da água) e anotem o valor.
- Repitam o procedimento com os outros alimentos, lembrando de retirar a água que estava no tubo para que ele volte à temperatura ambiente. Enquanto isso, usem um novo tubo de ensaio com água e meçam a temperatura inicial da água.

Fonte: Programa Construindo Sempre, Aperfeiçoamento de Professores PEB II. *Química*: módulo 1. São Paulo: CENP/SEE, 2003. p. 17-19.

Analise suas observações

- Analise seus resultados colocando em ordem crescente os valores de temperatura que anotaram e calculem o calor liberado na combustão desses alimentos. Para isso, construam uma tabela com o nome do alimento, os valores das temperaturas inicial e final da água e os valores da quantidade de calor liberada.
 - Qual alimento provocou maior alteração de temperatura?
 - É possível relacionar as medidas anotadas com o valor energético dos alimentos? Justifiquem.
- Sugiram uma alternativa para o caso de não haver uma balança disponível. A falta de uma balança afeta os resultados?
- Por que foi necessária a troca da água no tubo de ensaio? Há necessidade de trocar o tubo de ensaio a cada teste?
- A interpretação das medidas obtidas nesse experimento deve ser relativizada, uma vez que ele foi realizado com várias limitações. Quais são elas? O que deve ter havido com parte do calor liberado na reação? Sugiram uma alternativa para minimizar essas limitações.

Caixa de ferramentas

Em processos que envolvem soluções aquosas e diluídas, consideramos que o calor específico da água é 1 cal/g °C.

Unidades de calor

Para chegar ao valor do calor envolvido em uma reação, recorremos a uma equação da Calorimetria, estudada no capítulo 1:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Para esclarecer, vamos examinar um exemplo:

- um calorímetro contém 400 g de água. Nele, ocorre uma reação que provoca o aquecimento dessa água, de uma temperatura inicial de 20 °C até 70 °C. Qual é a quantidade de calor liberada na reação? (Dado: equivalente em água do calorímetro = 20 g.)

No calorímetro, há agitador, termômetro etc. que retiram calor do sistema. Essa perda de calor equivale ao que seria absorvido por 20 g de água. É por isso que dizemos que o equivalente em água do calorímetro é 20 g. Considerando esse dado, podemos calcular o calor liberado na reação:

$$m_{\text{água}} = 400 \text{ g} + 20 \text{ g} = 420 \text{ g}$$

$$c = \frac{1 \text{ cal}}{\text{g } ^\circ\text{C}} \text{ (calor específico da água)}$$

$$\Delta T = T' - T \Rightarrow \Delta T = 70 \text{ } ^\circ\text{C} - 20 \text{ } ^\circ\text{C} = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q = 420 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ cal}}{\text{g } ^\circ\text{C}} \cdot 50 \text{ } ^\circ\text{C} = 21.000 \text{ cal} = 21 \text{ kcal}$$

Como 1 cal equivale a 4,184 J:

$$Q = 21 \text{ kcal ou } Q = 87,9 \text{ kJ}$$

As quantidades de matéria, em mol, dos reagentes e produtos envolvidos na reação química que ocorreu no calorímetro podem então ser relacionadas com o calor liberado, permitindo-nos escrever a equação química de determinado processo associando a ela a quantidade de energia correspondente. É com base nesse procedimento que são calculados os valores de energia associados às reações químicas.

Variação de entalpia (ΔH)

Suponha uma reação química que envolva reagente no estado gasoso. Se essa reação ocorrer em um sistema cujo volume seja mantido constante, o calor envolvido no processo poderá ser diferente daquele que seria obtido se ela fosse realizada sob pressão constante.

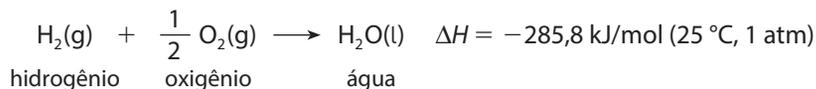
Na prática, a variação de energia liberada ou absorvida em uma reação química pode ser medida com o auxílio de calorímetros, submetidos à pressão atmosférica – a pressão, portanto, é constante.

Quando uma reação ocorre a **pressão constante** (condição usual em laboratórios e no ambiente), a energia envolvida é chamada de **variação de entalpia**. A variação de entalpia (ΔH) medida experimentalmente, a pressão constante, corresponde à diferença entre a energia térmica total dos produtos (estado final) e a dos reagentes (estado inicial).

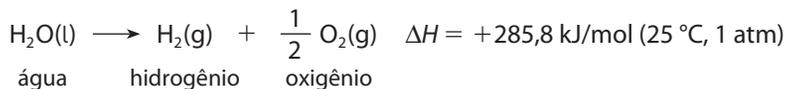
$$\Delta H = \sum H_{\text{produtos}} - \sum H_{\text{reagentes}}$$

Vamos representar graficamente a variação de energia ($H \times$ desenvolvimento da reação) recorrendo a equações que indiquem o ΔH envolvido nas reações de síntese e de decomposição da água.

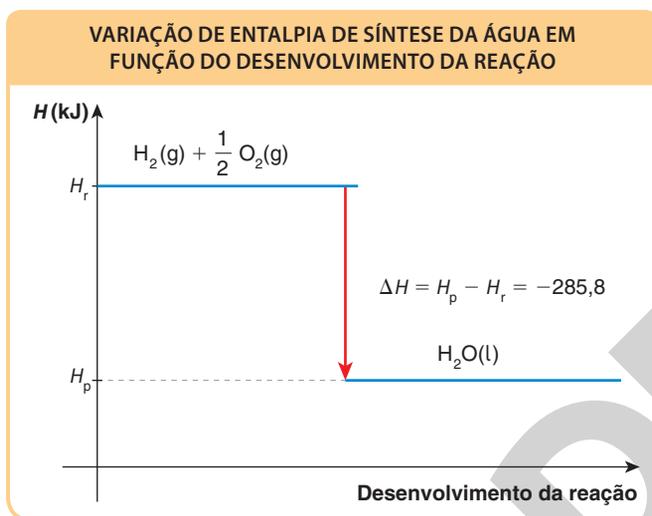
• **Síntese da água: reação exotérmica**



• **Decomposição da água: reação endotérmica**

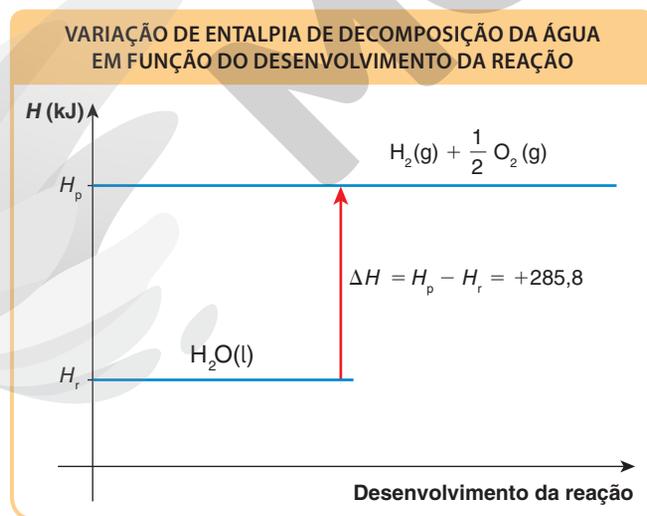


Observe que, de acordo com a convenção usada na Termoquímica, o sinal negativo de ΔH indica que a energia térmica do sistema diminuiu (reação exotérmica), e o sinal positivo de ΔH indica que a energia térmica do sistema aumentou (reação endotérmica). De qualquer forma, **a referência é sempre o sistema**, e não o ambiente.



Como interpretar a equação termoquímica de síntese da água?

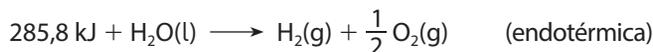
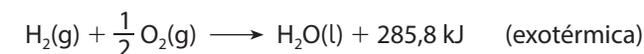
Quando 1 mol de gás H_2 e $\frac{1}{2}$ mol de gás O_2 reagem a 25°C e a 1 atm para originar 1 mol de $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$, o **sistema perde** 285,8 kJ.



Como interpretar a equação termoquímica da decomposição da água?

Quando 1 mol de $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ se decompõe a 25°C e a 1 atm para originar 1 mol de gás H_2 e $\frac{1}{2}$ mol de gás O_2 , o **sistema recebe** 285,8 kJ.

Apesar disso, ainda encontramos outra forma de representação, em que o calor aparece como se fosse produto de uma reação exotérmica ou o reagente de uma reação endotérmica:



Equação termoquímica

As equações químicas que acabamos de utilizar para representar as reações de síntese e decomposição da água são exemplos de equações termoquímicas.

Nelas são indicados os valores de entalpia de reação (ΔH).

O ΔH de uma reação química depende de uma série de fatores:

- da quantidade de matéria, em mol, das substâncias envolvidas;
- do estado físico dessas substâncias;
- da temperatura e da pressão;
- do arranjo cristalino, no caso de substância sólida.

Por isso, além da representação usual comum a todas as equações químicas, devem aparecer, nas equações termoquímicas, indicações correspondentes a todos os fatores acima. Quando a temperatura e a pressão não são mencionadas, subentendem-se condições ambientais padronizadas: 25 °C e 1 atm.

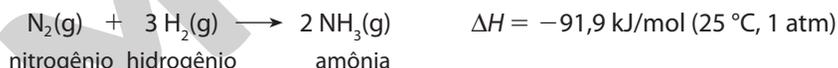
Em resumo:

$\Delta H > 0$ indica reação **endotérmica**. Na transformação endotérmica, sob pressão constante, o **sistema ganha calor** e o seu **entorno perde**.

$\Delta H < 0$ indica reação **exotérmica**. Na transformação exotérmica, sob pressão constante, o **sistema perde calor** e o seu **entorno ganha**.

Entalpia de reação

Entalpia de reação, ou calor de reação, é a variação de entalpia (ΔH) referente às quantidades de matéria, em mol, de reagentes especificados nos coeficientes de acerto da equação de reação.

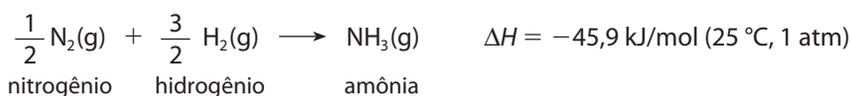


Podemos interpretar essa equação termoquímica da seguinte forma: para cada mol de nitrogênio gasoso que reage com 3 mol de hidrogênio gasoso, dando origem a 2 mol de amônia gasosa, a pressão constante, são liberados aproximadamente 92,0 kJ.

A quantidade de calor e a estequiometria

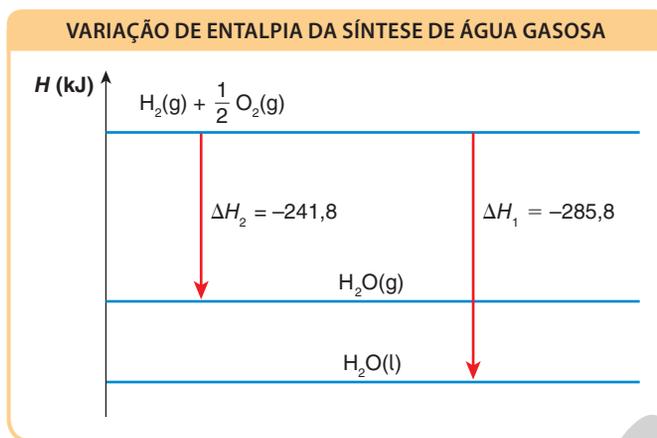
A quantidade de calor associada a uma reação é diretamente proporcional à quantidade de matéria (mol) de seus participantes.

Assim, se na síntese de 2 mol de NH_3 gasoso (34 g) são liberados cerca de 92 kJ, na síntese de 1 mol de NH_3 gasoso (17 g) são liberados aproximadamente 46 kJ. Veja outra possibilidade de representação:

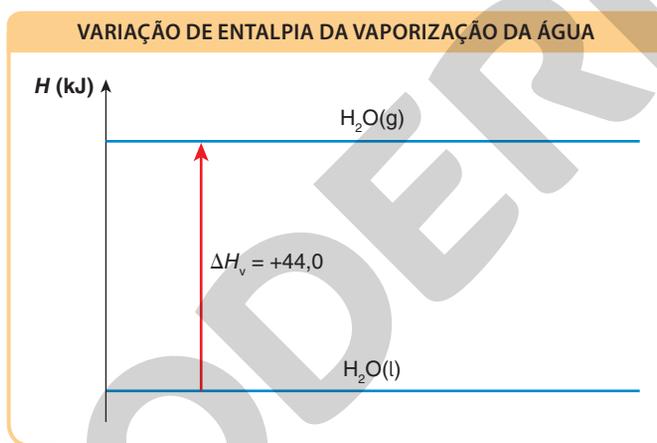


Por ser uma reação exotérmica, baixas temperaturas favorecem a obtenção da amônia, entretanto essa reação ocorre muito lentamente. Esse foi um dos desafios enfrentados pelo químico Fritz Haber (1868-1934), que desenvolveu um processo de obtenção de amônia economicamente viável. Na fotografia, Haber está em seu laboratório em Karlsruhe, Alemanha, 1905.

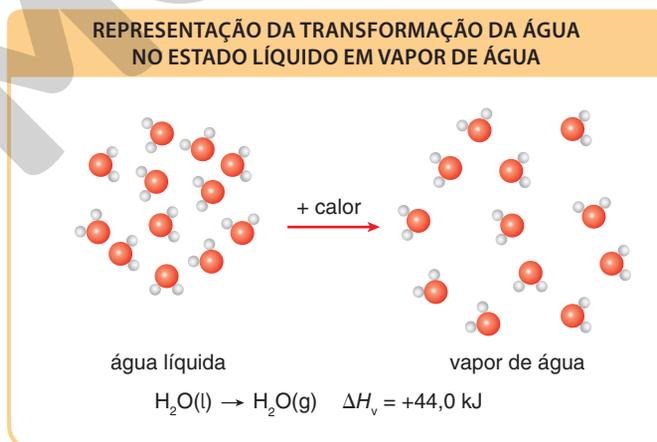
Assim, a síntese de água líquida libera mais calor do que a síntese de água gasosa, ou seja, a entalpia da síntese de $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ é, em módulo, maior do que a de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$.



Do gráfico anterior, podemos concluir que a vaporização da água é endotérmica, o que está de acordo com nossa experiência de vida.



Poderíamos representar a vaporização da água assim:



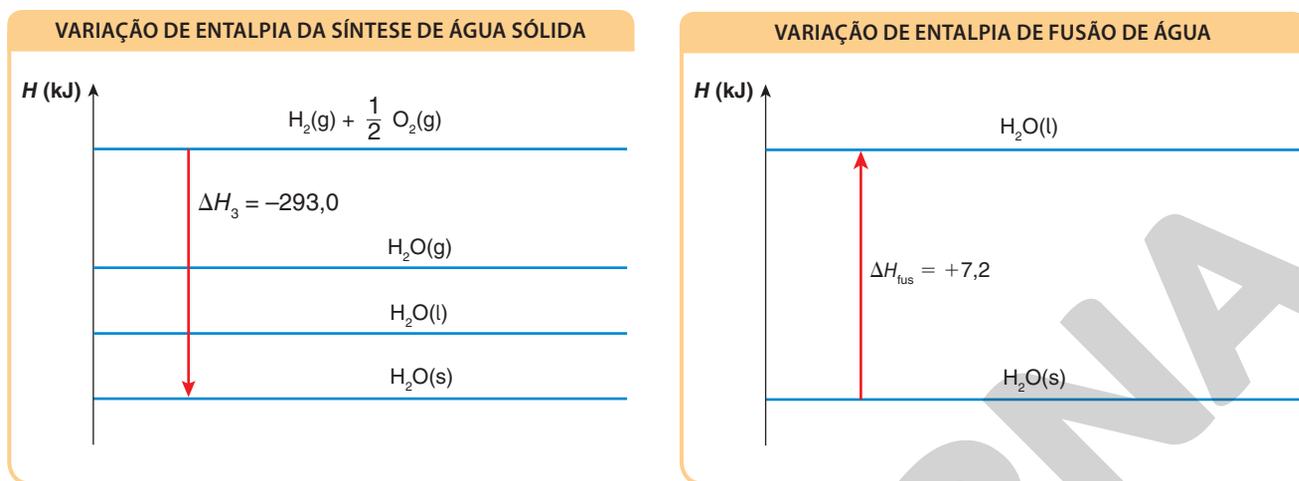
Para passar para o estado gasoso, a pressão constante, as moléculas que constituem a água precisam de energia para romper as forças que as mantêm associadas no estado líquido. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Isso significa que: $\Delta H_v = H_{\text{H}_2\text{O}(\text{g})} - H_{\text{H}_2\text{O}(\text{l})} = +44,0 \text{ kJ/mol}$

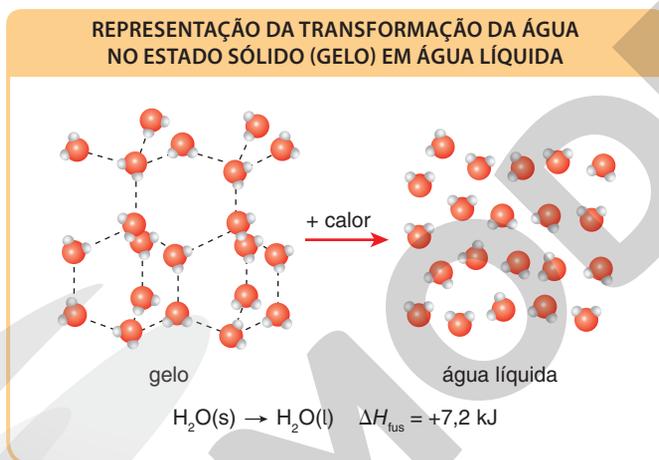
O valor $+44,0 \text{ kJ}$ é a **entalpia molar de vaporização** (ΔH_v) da água.

Podemos interpretar essa equação termoquímica da seguinte forma: para que 1 mol de H₂O líquida (18 g) vaporize, a pressão constante, temos que fornecer ao sistema 44,0 kJ.

Se a síntese da água líquida é mais exotérmica do que a da água gasosa, pode-se concluir que a síntese da água sólida (gelo) é ainda mais exotérmica:



Analogamente, no caso da fusão da água, temos:



Para passar para o estado líquido, as moléculas precisam de energia térmica para romper as forças que as mantêm associadas no estado sólido. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

O valor 7,2 kJ é a **entalpia molar de fusão** (ΔH_{fus}) da água.

Usam-se como sinônimos de **entalpia molar de vaporização** e **entalpia molar de fusão** os termos **calor molar de vaporização** e **calor molar de fusão**, respectivamente.

Vale lembrar que, em Física, é empregado o conceito de calor latente (calor envolvido em mudança de estado), tomando-se como referência 1 g da substância.

A conversão de qualquer calor latente (*L*) de mudança de estado em entalpia de mudança de estado pode ser feita levando-se em conta que a massa molar da água é 18 g/mol. Assim:

$$\begin{array}{l}
 1 \text{ mol de H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow 1 \text{ mol de H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_v = +44,0 \text{ kJ/mol} \\
 18 \text{ g} \quad \text{---} \quad 44,0 \text{ kJ} \\
 1 \text{ g} \quad \text{---} \quad L_{\text{ebulição da água}} \\
 L_{\text{ebulição da água}} = 2,44 \text{ kJ/g} \\
 \text{(calor latente de ebulição da água)}
 \end{array}$$

Entalpia de substâncias simples

Antes de analisar o significado do conceito de “entalpia de uma substância simples”, vamos apresentar o conceito de alotropia.

Alótropos

Embora seja um caso limitado a alguns elementos químicos – entre eles destacam-se carbono, oxigênio, enxofre e fósforo –, a possibilidade de substâncias simples diferentes serem formadas por um mesmo elemento químico é fenômeno importante, ao qual se dá o nome de **alotropia**. Já as substâncias simples que ele constitui são chamadas **formas alotrópicas** desse elemento químico. Vejamos alguns exemplos.

Formas alotrópicas do oxigênio

A seguir, estão algumas propriedades das duas substâncias simples que o elemento oxigênio forma no estado gasoso: oxigênio, constituído por moléculas diatômicas, e ozônio, formado por moléculas triatômicas.

Gás oxigênio: O_2

- Cor: não tem (incolor).
- Essencial à respiração. Por isso, em balões de oxigênio, de uso médico, o teor de oxigênio é bem maior do que o presente no ar (cerca de 20% em volume) para aumentar a concentração de oxigênio no sangue do paciente.
- É o comburente presente na atmosfera, isto é, é o constituinte do ar indispensável para que algum material combustível queime na presença do ar.



Paciente recebendo gás oxigênio, 2018.

Gás ozônio: O_3

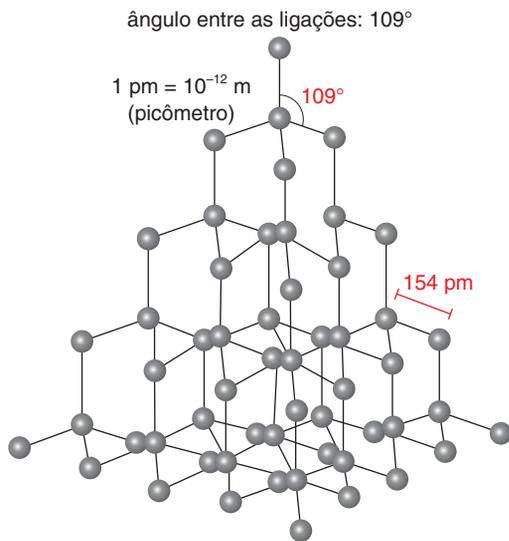
- Cor: levemente azulada; odor: característico.
- Bactericida.
- Na estratosfera, que fica entre 30 km e 50 km de altitude, há uma região com alto teor desse gás, conhecida por “camada de ozônio”, que absorve parte da radiação ultravioleta que vem do Sol. A incidência direta dessa radiação em nossa pele nos predispõe ao câncer de pele (é carcinogênica); o ozônio nessa região funciona como um protetor contra esse tipo de radiação.
- Na baixa atmosfera, o ozônio é capaz de agir como bactericida – quando em concentração relativamente baixa – e é um poluente do ar – quando em concentrações elevadas.
- Em dias ensolarados, a formação de ozônio é favorecida em locais de tráfego intenso porque ele é produzido por reações químicas entre gases emitidos por veículos automotivos. Trata-se de um problema ambiental sério em grandes centros urbanos.

Formas alotrópicas do carbono: diamante e grafita

Na natureza, é possível encontrar duas formas alotrópicas do carbono: o diamante e a grafita (ou grafite). O diamante, usado em objetos de adorno, é o material mais duro da natureza. Por essa razão, tem grande emprego industrial. A grafita que usamos para escrever é cinza-escura, apresenta brilho metálico e pode ser quebrada com pouco esforço. Por ser boa condutora elétrica, é empregada em pilhas elétricas e pode também ser usada como lubrificante.

ESTRUTURA CRISTALINA DO DIAMANTE

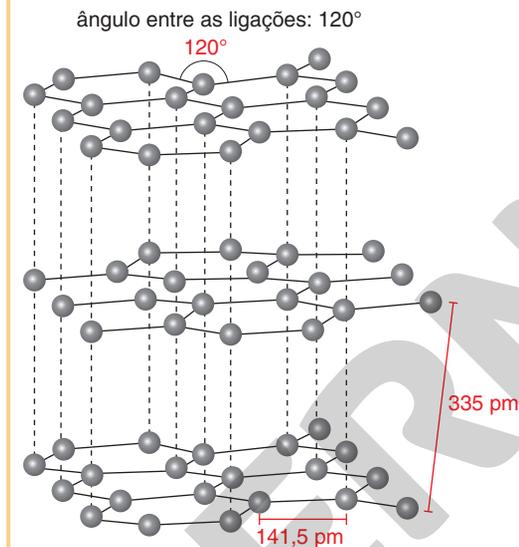
ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA



Fonte: DUTCH, S. Diamond Structure. *Natural and Applied Sciences*. University of Wisconsin, Green Bay.

Representações fora de proporção; cores fantasia.

ESTRUTURA CRISTALINA DA GRAFITA



Fonte: KOTZ, J. C. et al. *Chemistry & Chemical Reactivity*. 10th ed. Boston: Cengage Learning, 2019.

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

MXW STOCK/ISTOCKPHOTO/GETTY IMAGES



Diamante bruto.

MATTEO GABRIELI / ISTOCKPHOTO/GETTY IMAGES



BOSCHETTIPHOTOGRAPHY / ISTOCKPHOTO/GETTY IMAGES



À esquerda, amostra de grafita mineral. À direita, a grafita como a conhecemos, usada na escrita.

Desde meados do século XX, cientistas vêm obtendo diamantes artificiais que, apesar de serem formados por cristais irregulares, têm encontrado emprego industrial por sua elevada dureza (diamante vem do grego *adâmas*: "indomável"), por conduzirem bem o calor, terem baixa resistência à passagem do som – o que possibilita seu uso em alto-falantes – e por serem pouco reativos – o que permite seu uso em próteses no corpo humano.

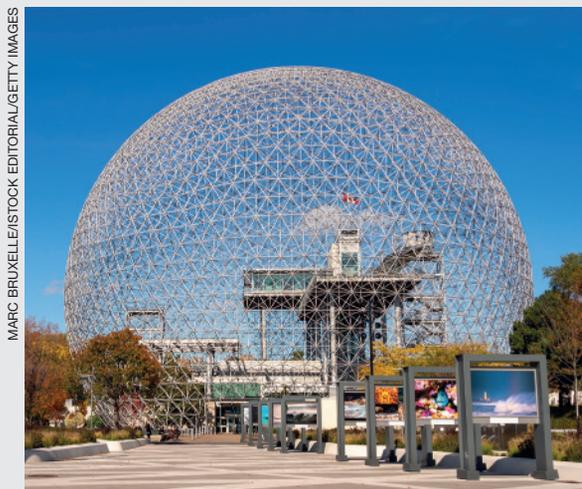
Mais recentemente, equipes de cientistas, incluindo brasileiros, têm se dedicado a pesquisar novas formas de diamantes artificiais e suas possibilidades de aplicação. Entre elas, podemos mencionar o uso de diamantes sintéticos em brocas adequadas a vários tipos de técnicas utilizadas em odontologia, para recobrimento de instrumentos médicos e peças de transplantes, funcionando como bactericida e inibidor da formação de coágulos sanguíneos, em ferramentas utilizadas em implantes ósseos e para o revestimento de bandejas usadas para transportar instrumental cirúrgico em hospitais.

A tecnologia e as buckybolás

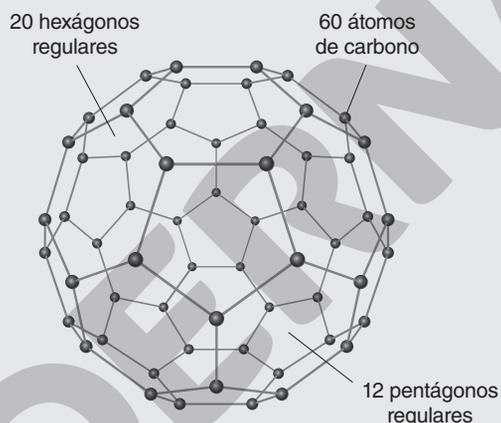
Uma terceira forma alotrópica do carbono foi obtida em laboratório pelas equipes de Richard Errett Smalley (1943-2005), dos Estados Unidos, e Harold (Harry) Walter Kroto (1939-2016), da Inglaterra, em meados dos anos 1980.

A disposição dos átomos de carbono dessa forma alotrópica, conhecida por buckybolás (do inglês, *buckyballs*) ou fulereno, lembra uma bola de futebol profissional. Essa forma de carbono, de fórmula C_{60} , é a mais simples de uma família de fulerenos, cujos arranjos moleculares fechados podem atingir até 960 átomos de carbono.

Pesquisas sobre buckybolás têm sido realizadas devido à enorme possibilidade de aplicações dessas substâncias, tanto na área médica como em lubrificantes, combustíveis, baterias, entre outras.



As buckybolás assemelham-se a estruturas geodésicas, como a que vemos na fotografia do museu em homenagem ao meio ambiente. *The Biosphere*, na cidade de Montreal, Canadá, 2019.

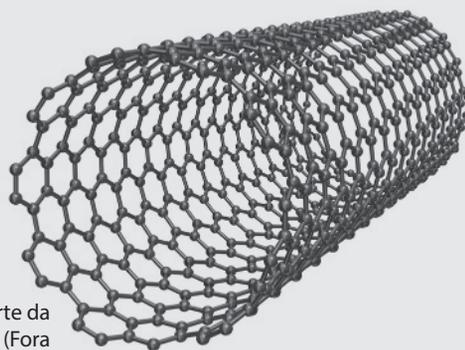


Fonte: KOTZ, J. C. et al. *Chemistry & Chemical Reactivity*, 10th ed. Boston: Cengage Learning, 2019.

Representação da estrutura das buckybolás. Cada uma delas é formada por 60 átomos de carbono, dispostos em 20 hexágonos regulares e 12 pentágonos regulares. (Fora de proporção; cores fantasia.)

Nanotubos de carbono

Os nanotubos são um tipo de fulereno. Descritos pela primeira vez em 1952, foram amplamente divulgados na comunidade científica apenas em 1991. A palavra nanotubo remete tanto à forma quanto à dimensão (o prefixo nano vem do grego e significa “excessiva pequenez”): 100 mil vezes mais fino do que um fio de cabelo.



Representação de parte da estrutura de um nanotubo. (Fora de proporção; cores fantasia.)

Grafenos

Considerado revolucionário no campo dos materiais e da tecnologia, o grafeno, assim como a grafita e o diamante, é uma outra forma alotrópica do carbono.

Se você comparar a representação da grafita da página anterior e a imagem acima, notará que elas são bem semelhantes. Cada folha ou camada individual na grafita recebe o nome de **grafeno**, ou, em outras palavras, a estrutura da grafita é formada por várias camadas de grafeno sobrepostas e que interagem entre si.

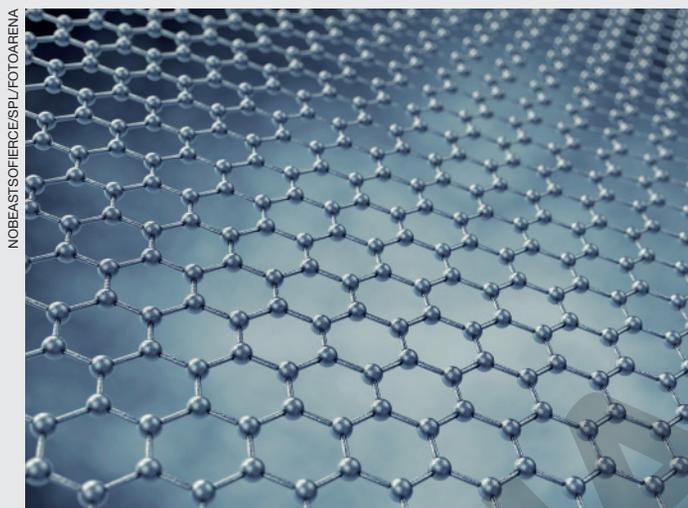
MARC BRUXELLE/ISTOCK EDITORIAL/GETTY IMAGES

NELSON MATSUDA

FOTORESEARCH/AGB PHOTO LIBRARY

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

O grafeno foi objeto de estudos teóricos desde meados do século XX, época em que se acreditava ser impossível obtê-lo de forma isolada. Foi o químico alemão Hanns-Peter Boehm (1928-) que, ao descrever folhas de grafeno, em 1962, deu a esse novo material o nome de grafeno (combinação do termo grafite com o sufixo -eno). Após décadas de estudos científicos, uma descoberta fez com que o grafeno ganhasse destaque. Em 2004, Andre Geim (1958-) e Konstantin Novoselov (1974-), físicos de origem russa, desenvolveram na Universidade de Manchester, na Inglaterra, um método de isolar o grafeno esfoliando a grafita, por exemplo, com uma simples fita adesiva. Por seus inúmeros trabalhos de pesquisa com películas finíssimas desse material, eles foram agraciados com o Prêmio Nobel de Física em 2010.



Modelo de parte da estrutura do grafeno: esferas representam átomos de carbono e os fios, as ligações químicas que os unem. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Devido a suas distintas propriedades (espessura, resistência, flexibilidade, boa condutividade térmica e elétrica), o grafeno tem um grande potencial para a produção de novos materiais (baterias flexíveis e de carregamento ultrarrápido, cabos de transmissão, sensores, roupas, células solares, materiais esportivos, entre outros).

1. Com base em seus conhecimentos e no que leu sobre os alótropos de carbono e em outras fontes de pesquisa, escreva um resumo sobre alguns empregos das formas de carbono naturais e artificiais. Compartilhe o texto produzido com seus colegas e identifique as diferenças e semelhanças encontradas nos resumos.
2. Nesta seção, foram mencionados dois trabalhos sobre formas alotrópicas do carbono que renderam Prêmios Nobel, um de Química e outro de Física. Você já ouviu falar do Prêmio Nobel? O que ele representa? Faça uma pesquisa em livros e sites sobre esse assunto. Em grupos de quatro estudantes, elaborem uma apresentação que aborde uma pesquisa, descoberta ou contribuição para a humanidade que recebeu esse prêmio.
3. As duas principais substâncias simples constituídas pelo elemento fósforo são o **fósforo vermelho** e o **fósforo branco**. O primeiro, cujas moléculas são formadas pela união de um grande e variável número de grupos de 4 átomos de fósforo, $(P_4)_n$, é bastante conhecido por seu uso cotidiano em lixas de caixas de fósforos de segurança; já o segundo é constituinte de **armas químicas**. Faça uma pesquisa sobre as propriedades dessas duas formas de fósforo. Explique por que, embora ambos sejam combustíveis, o branco pode ter efeito devastador. Pesquise para dar exemplos desse uso bélico.

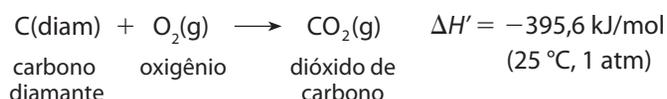
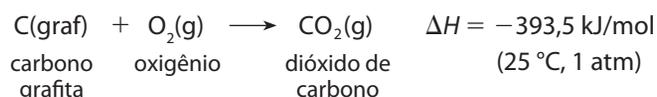
Comunicando ideias

Não escreva no livro.

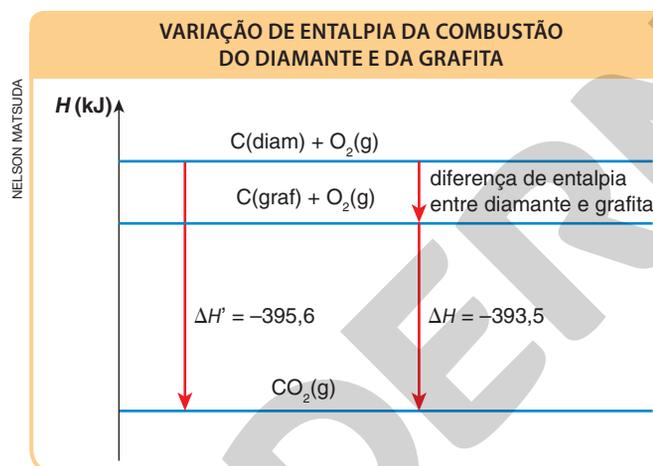
1. Na seção anterior e em outros momentos de seus estudos nas Ciências da Natureza, você deve ter se deparado com o bom uso do conhecimento científico para o desenvolvimento da sociedade e o mau uso que se fez com ele, como as descobertas para fins bélicos. Faça uma pesquisa sobre o bom e o mau uso da Ciência e debata, sob orientação do professor, se os cientistas são ou não responsáveis pelas consequências sociais de suas descobertas. É importante, nesse debate, que você escute e respeite as opiniões dos colegas.

Mas qual é a entalpia do C(graf)? E a do C(diam)?

Analise as equações termoquímicas:



As duas equações químicas representadas são bastante semelhantes, diferindo apenas quanto à forma como os átomos de carbono se ligam para constituir essas duas substâncias simples. Como vimos, a grafita e o diamante são formas alotrópicas do carbono. Abaixo, os dois processos são representados graficamente:



A diferença entre os valores de ΔH e $\Delta H'$ está na diferença de entalpia das formas alotrópicas do carbono. Pelo gráfico, fica claro que:

$$\Delta H_{\text{C(diam)}} > \Delta H_{\text{C(graf)}}$$

Até agora discutimos a variação de entalpia (ΔH) sem mencionar o valor da entalpia específica de uma dada substância, já que é impossível medi-la.

Assim como no estudo da queda de um corpo atribuímos arbitrariamente o valor zero à energia potencial gravitacional do solo, também por convenção fixamos que a entalpia de substâncias simples, na forma alotrópica mais estável, nas condições-padrão (25 °C e 1 atm), é zero: $H = 0$.

Entalpia de substâncias simples de C, S e O	
$H = 0$ (25 °C e 1 atm)	$H > 0$ (25 °C e 1 atm)
carbono grafita: C(graf)	carbono diamante: C(diam)
enxofre rômbo: S(rômb)	enxofre monoclinico: S(mon)
oxigênio: O ₂ (g)	ozônio: O ₃ (g)

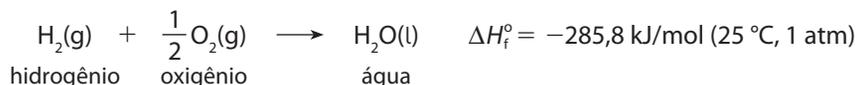
Ou seja, nessas condições, oxigênio, grafita e enxofre rômbo têm entalpia zero, enquanto formas alotrópicas menos estáveis dos mesmos elementos químicos (ozônio, diamante, enxofre monoclinico etc.) têm entalpia diferente de zero.

Vale ressaltar que substâncias simples de elementos químicos que só se apresentam de uma forma têm entalpia zero a 25 °C. É o caso dos metais (Fe(s), Ni(s), Cu(s) etc.), do hidrogênio, H₂(g), e do nitrogênio, N₂(g).

Entalpia de formação

Entalpia-padrão de formação ou **calor de formação** de uma substância é a variação de entalpia (ΔH_f°) associada à reação de síntese de 1 mol da substância, a partir de seus elementos químicos constituintes na forma mais estável, a 25 °C e 1 atm.

Por exemplo:



Essa equação indica que a entalpia de formação da água líquida é -285,8 kJ. Mas:

$$\Delta H = H_f(\text{produtos}) - H_f(\text{reagentes})$$

$$\Delta H_f(\text{H}_2\text{O, l}) = H_f(\text{H}_2\text{O, l}) - [H_f(\text{H}_2, \text{g}) + H_f(\text{O}_2, \text{g})]$$

Considerando que H_2 e O_2 estão nas condições-padrão (25 °C e 1 atm), temos:

$$H_f(\text{H}_2, \text{g}) = 0 \text{ e } H_f(\text{O}_2, \text{g}) = 0$$

$$\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O, l}) = H_f(\text{H}_2\text{O, l}) \text{ ou } H_f(\text{H}_2\text{O, l}) = -285,8 \text{ kJ/mol}$$

Na tabela abaixo, estão os valores da entalpia-padrão de formação de algumas substâncias, a 25 °C e 1 atm.

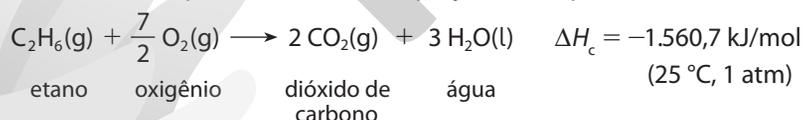
Entalpia-padrão de formação (25 °C e 1 atm)					
Substância	Estado físico	$\Delta H_f^\circ(\text{kJ/mol})$	Substância	Estado físico	$\Delta H_f^\circ(\text{kJ/mol})$
H_2O	g	-241,8	H_2SO_4	l	-814,0
H_2O	l	-285,8	CO	g	-110,5
H_2O	s	-293,0	CO_2	g	-393,5
H_2O_2	l	-187,8	NO	g	+91,3
SO_2	g	-296,8	NO_2	g	+34,2
SO_3	g	-395,8	NH_3	g	-45,9

Fonte: HAYNES, W. M. (ed.). Standard Thermodynamic Properties of Chemical Substances. In: *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 97th ed. Boca Raton: CRC Press, 2017.

Entalpia de combustão

Entalpia de combustão ou **calor de combustão** de uma substância é a variação de entalpia (ΔH_c) associada à combustão de 1 mol da substância, estando os participantes da reação a 25 °C e 1 atm (estado-padrão).

Por exemplo, a informação "A entalpia de combustão do etano (C_2H_6 gasoso) é -1.560,7 kJ/mol" nos permite escrever a equação termoquímica:



Podemos interpretar essa equação termoquímica: quando 1 mol de $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$ sofre combustão, formam-se 2 mol de gás carbônico, 3 mol de água líquida e são liberados 1.560,7 kJ (ou 373,0 kcal) nas condições-padrão (25 °C e 1 atm).

Repare que, no caso da combustão de compostos orgânicos, supõe-se que ela seja completa, isto é, formando gás carbônico, $\text{CO}_2(\text{g})$, e água, $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$.

Alguns esclarecimentos:

- No caso da **entalpia de formação** de um composto, a referência é a **quantidade de produto**, ou seja, 1 mol da substância sintetizada, enquanto na **entalpia de combustão** toma-se por base o **combustível** -, isto é, a quantidade fixada, 1 mol, refere-se a um reagente.
- Lembre-se: toda reação de combustão é uma fonte de energia térmica. Isso significa que teremos sempre $\Delta H_c < 0$ (processo exotérmico).

- 1 Indique quais são os processos exotérmicos, quais têm ΔH positivo e represente-os por equação termoquímica.
 - a) Condensação do vapor de álcool.
 - b) Vaporização do mercúrio líquido.
 - c) Sublimação do iodo.
 - d) Formação do gelo a partir da água líquida.

- 2 Consulte a tabela com as entalpias-padrão de formação, acima, para resolver as questões seguintes.
 - a) Dê o valor correspondente à formação de $\text{SO}_2(\text{g})$.
 - b) Represente a formação de $\text{SO}_2(\text{g})$ por meio de equação termoquímica.
 - c) Faça sua representação em gráfico de entalpia (H) em função do desenvolvimento da reação química.

- 3 Com base nos valores da tabela de entalpias-padrão de formação, represente a equação termoquímica relativa à formação do:
 - a) monóxido de carbono;
 - b) gás carbônico.

- 4 Represente as respostas dadas à questão anterior em um único gráfico de entalpia (H) em função do desenvolvimento da reação química.

- 5 Com base nos dados obtidos na atividade 4, qual é a diferença entre os valores do calor liberado na síntese do $\text{CO}_2(\text{g})$ a partir da grafita (síntese total) e do $\text{CO}(\text{g})$?

- 6 Com base na atividade 4, escreva a equação termoquímica da síntese de 2 mol de $\text{CO}(\text{g})$.

- 7 Considere a equação termoquímica:

$$\text{Ca}(\text{s}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CaO}(\text{s}) \quad \Delta H = 635,6 \text{ kJ}$$

Qual é o valor de $H(\text{CaO}, \text{s})$?

- 8 Consulte a tabela "Entalpia-padrão de formação (25 °C e 1 atm)", na página anterior, e responda ao que se pede.
 - a) Escreva a equação termoquímica correspondente à formação do dióxido de enxofre.
 - b) A equação termoquímica mencionada pode representar a entalpia de combustão? Explique.

- 9 A entalpia de combustão do enxofre rômico é igual à do enxofre monoclinico? Justifique graficamente.

- 10 Conhecidas as entalpias de formação das substâncias abaixo, determine a entalpia de combustão do metano, $\text{CH}_4(\text{g})$, a 25 °C e 1 atm.

Substância	H_f (kJ/mol)
CH_4	-74,6
CO_2	-393,5
H_2O	-285,8

Química e saúde – Os alimentos e seu valor calórico

Observe os dados da tabela abaixo, que informa a energia fornecida por alguns alimentos em quilocalorias (kcal), e a representação de parte do rótulo de um cereal matinal, à direita da tabela.

Energia fornecida a cada 100 g de alimento	
Alimento	Energia (kcal)
tomate <i>in natura</i>	74
alface lisa	12
queijo tipo muçarela	320
manteiga	673
batata-inglesa cozida	51
pão francês	299
bife bovino grelhado	265
ovo frito (com óleo de soja)	234
açúcar refinado	269

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.0. São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://www.tbca.net.br/>>. Acesso em: 9 jun. 2020.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porção de 30 g (3/4 xícara)			30 g produto + 125 mL de leite semidesnatado
Quantidade por porção	% VD (*)		
Valor energético	116 kcal = 487 kJ	6	173 kcal = 727 kJ
Carboidratos	25 g dos quais	8	31 g
açúcares	12 g	**	18 g
Proteínas	1,2 g	2	5,4 g
Gorduras totais	1,1 g	2	2,8 g
gorduras saturadas	0,4 g	2	1,4 g
gorduras <i>trans</i>	não contém	**	0 g
Fibra alimentar	1 g	4	1 g

* % Valores diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Esses podem ser maiores ou menores, dependendo das necessidades energéticas.

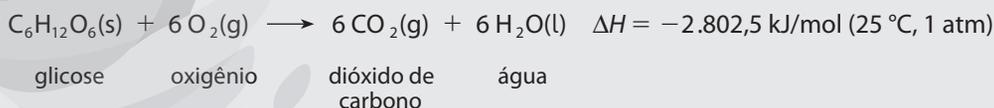
** VD não estabelecidos.

Repare na representação do rótulo do cereal matinal (acima à direita), que em "Informação nutricional", não constam informações relativas a nutrientes importantes, como vitaminas e sais minerais.

Os alimentos e o corpo

Os alimentos que ingerimos passam por uma série de processos em nosso organismo, que se iniciam pela transformação de moléculas mais complexas em outras mais simples. De cada reação participam catalisadores que são biologicamente fundamentais, as enzimas, capazes de reduzir o tempo necessário para que as transformações sejam efetivadas.

A energia liberada nessas transformações químicas é utilizada por nosso organismo no desempenho de diversas funções essenciais. O excedente de energia é acumulado no organismo na forma de gordura. Um aspecto interessante do metabolismo de um nutriente no organismo humano é que o total de energia envolvido em tal processo (após todas as etapas) é igual ao que seria obtido por combustão desse nutriente. Por exemplo, considere a combustão da glicose:

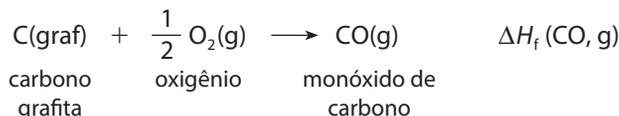


1. Que alimentos da tabela fornecida têm valor calórico mais baixo? E quais têm valor calórico mais alto?
2. Transforme em kJ/g o valor calórico do tomate *in natura*, o da batata-inglesa cozida e o da manteiga.
3. Você tem o costume de ler os rótulos dos alimentos que consome? Além do valor calórico, quais as informações do rótulo você considera que são mais importantes? Explique suas respostas.

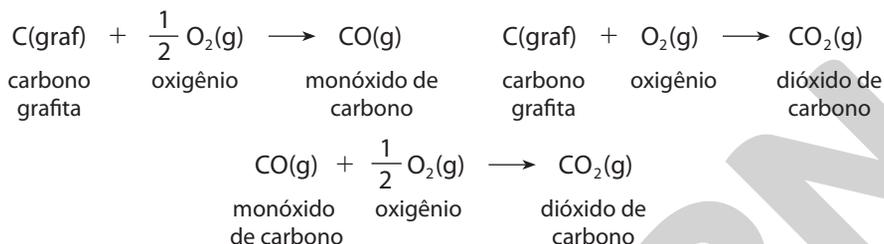
Lei de Hess

Considere a seguinte situação prática: um químico precisa determinar a entalpia de formação do monóxido de carbono. Como pode fazer isso?

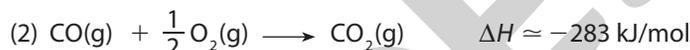
Inicialmente, vamos indicar a equação termoquímica de formação do CO:



No entanto, procedendo à reação da grafita com o oxigênio, poderemos obter a mistura CO(g) + CO₂(g) ou somente CO₂(g), uma vez que a reação de combustão ocorre em etapas e cada uma delas é mais ou menos favorecida pelas condições experimentais:



As informações relativas às entalpias de combustão da grafita e do CO (25 °C e 1 atm) podem ser assim representadas:



A determinação da **entalpia de combustão da grafita** originando CO(g) é a própria **entalpia de formação do CO(g)** e pode ser calculada de duas formas:

- **pela expressão:**

$$\Delta H = H_{\text{produtos}} - H_{\text{reagentes}}$$

Da equação 1, acima, deduzimos o valor da entalpia de formação do CO₂, pois, como a entalpia de formação dos reagentes é zero, $\Delta H_f(\text{CO}_2, \text{g}) = -394 \text{ kJ/mol}$.

Da equação 2, obtemos a entalpia do CO:

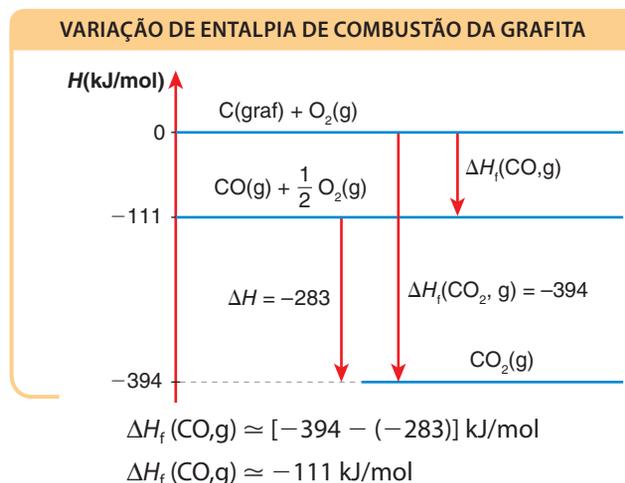
$$\Delta H \approx -283 \text{ kJ/mol} = \Delta H_f(\text{CO}_2, \text{g}) - \Delta H_f(\text{CO, g})$$

$$\Delta H \approx -283 \text{ kJ/mol} = -394 \text{ kJ/mol} - \Delta H_f(\text{CO, g})$$

$$\Delta H_f(\text{CO, g}) \approx -111 \text{ kJ/mol}$$

- **graficamente:**

Analisando graficamente as energias envolvidas na combustão da grafita e do monóxido de carbono, é possível determinar a energia de combustão da grafita, que tem como produto o monóxido de carbono gasoso.

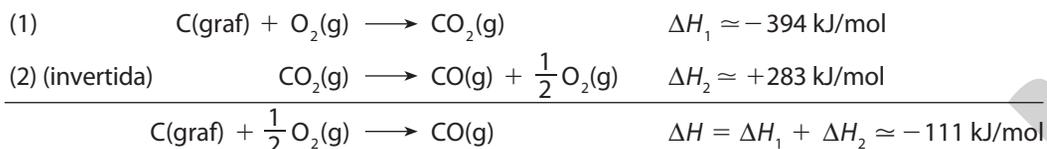


Na **Atividade prática** deste capítulo, você teve oportunidade de comparar a quantidade de energia liberada na combustão de alguns alimentos. O valor calórico de um nutriente determinado em laboratório é igual ao da energia que nosso organismo obtém desse nutriente, apesar de, no organismo, a obtenção de energia ocorrer por processos mais complexos, que envolvem uma série de reações metabólicas.

Isso pode ser justificado da seguinte maneira: se o sistema inicial (reagentes) e o final (produtos) de duas transformações forem idênticos, a energia envolvida também o será, independentemente de essas transformações não envolverem as mesmas etapas.

Voltando à nossa questão inicial: como resolver o problema de determinar a entalpia de formação do monóxido de carbono?

Podemos calcular o ΔH da transformação do C(graf) em CO recorrendo a um caminho hipotético:



Evidentemente, esse raciocínio está de acordo com a lei da conservação da energia e é semelhante ao da solução gráfica.

No entanto, o químico e médico suíço Germain Henri Hess (1802-1850) foi quem testou em experimentos a possibilidade de realizar um processo variando as etapas intermediárias. Ou seja, os reagentes (ponto de partida) e os produtos (obtidos no final) eram os mesmos, porém o “caminho” para chegar a esses produtos variava. De qualquer modo, o total de energia térmica envolvido em todos os processos era igual. Por suas contribuições, Hess é considerado por muitos historiadores um dos responsáveis pelos avanços da Termoquímica. Em 1840, com base em suas pesquisas, ele apresentou a lei que ficou conhecida como **lei de Hess**:

“A quantidade de calor associada a um dado processo depende somente dos estados inicial e final, e não dos estados intermediários”.

Adaptando esse enunciado ao conceito de variação de entalpia, pode-se dizer que:

“A variação de entalpia associada a um dado processo depende somente da entalpia dos estados inicial e final, e não dos estados intermediários”.

Germain Henri Hess trabalhou com pesquisas sobre minerais, açúcares e principalmente com o calor envolvido nas reações químicas. Litografia de P.A. Smirnov, c. 1850.

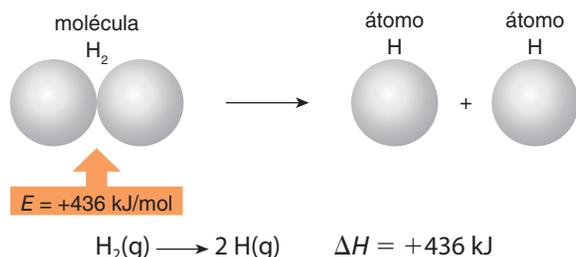


THE HISTORY COLLECTION/ALAMY/FOTORENA - COLEÇÃO PARTICULAR

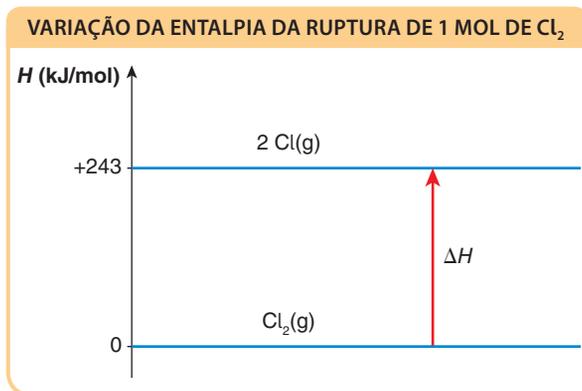
Observações:

- Na resolução de problemas, de acordo com a lei de Hess, você deverá procurar obter como soma a equação cujo ΔH se quer determinar. Comece por escrever as equações termoquímicas com base nos dados.
- Se, para chegar a essa soma, for necessário inverter alguma equação, o valor correspondente de ΔH também terá o sinal invertido.
- Se, para chegar à equação global, uma das reações tiver seus coeficientes multiplicados por n , seu ΔH também terá que ser multiplicado por n .

Energia de ligação



Modelo que ilustra a quebra da ligação covalente entre dois átomos de hidrogênio em uma molécula de hidrogênio. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)



Em termos de energia, o que acontece com dois átomos de hidrogênio que se unem por ligação covalente para formar a molécula H_2 ?

A molécula de H_2 corresponde à situação de maior estabilidade, em que a energia do conjunto é a mínima (-436 kJ por mol). Isso significa que devemos fornecer 436 kJ a 1 mol de moléculas de H_2 no estado gasoso, para separá-las em átomos, ou seja, a ruptura de ligações químicas é um processo endotérmico. Dizemos que a energia de ligação $H-H$ é 436 kJ .

Energia de ligação é a energia absorvida por um sistema gasoso, a $25^\circ C$ e 1 atm , de modo que 1 mol de ligações entre 2 átomos seja **quebrado**.

Apesar do nome – **energia de ligação** –, o processo ao qual o conceito está associado corresponde ao de **quebra de ligação** ($\Delta H > 0$). Quando os átomos se unem por meio do compartilhamento de pares de elétrons, isto é, ao ocorrer a ligação propriamente dita, há liberação de energia ($\Delta H < 0$).

A energia de ligação ou entalpia de ligação é sempre positiva, porque a ruptura de ligações químicas é um processo endotérmico.

Considere o exemplo da equação química a seguir e sua representação gráfica ao lado:



A energia de ligação e os modelos explicativos da ligação covalente

É importante destacar que, independentemente da natureza das ligações químicas, quando átomos se unem para formar uma substância é porque o novo conjunto será mais estável do que aquele constituído pelos átomos isolados. Isso implica que, após o estabelecimento das ligações químicas, o conjunto obtido tenha menor energia potencial.

Imaginemos dois átomos de H isolados:



À medida que esses átomos se aproximam, surgem interações de natureza elétrica, de atração (entre cargas de sinal oposto) e de repulsão (entre cargas de mesmo sinal).

Na molécula de H_2 , na qual os átomos de H estão ligados por um par de elétrons, a energia potencial do conjunto é mínima.

Quando a distância entre os dois núcleos de átomos de hidrogênio atinge o valor 74 pm (lembre-se, a unidade picômetro equivale a 10^{-12} m), a energia do sistema corresponde ao mínimo de energia potencial (-436 kJ por mol de H_2). Nessas condições, o conjunto atinge a máxima estabilidade, de modo que os átomos de H se unem, formando moléculas H_2 . O valor 74 pm corresponde à distância internuclear na molécula, quando há equilíbrio entre as forças de atração e repulsão entre as cargas elétricas.

Então, é necessário **fornecer 436 kJ a 1 mol de moléculas H_2 para separá-las em seus átomos constituintes**.

Essa energia necessária para a quebra de 1 mol de ligações corresponde à energia de ligação $H-H$ ($\Delta H = +436 \text{ kJ/mol}$).

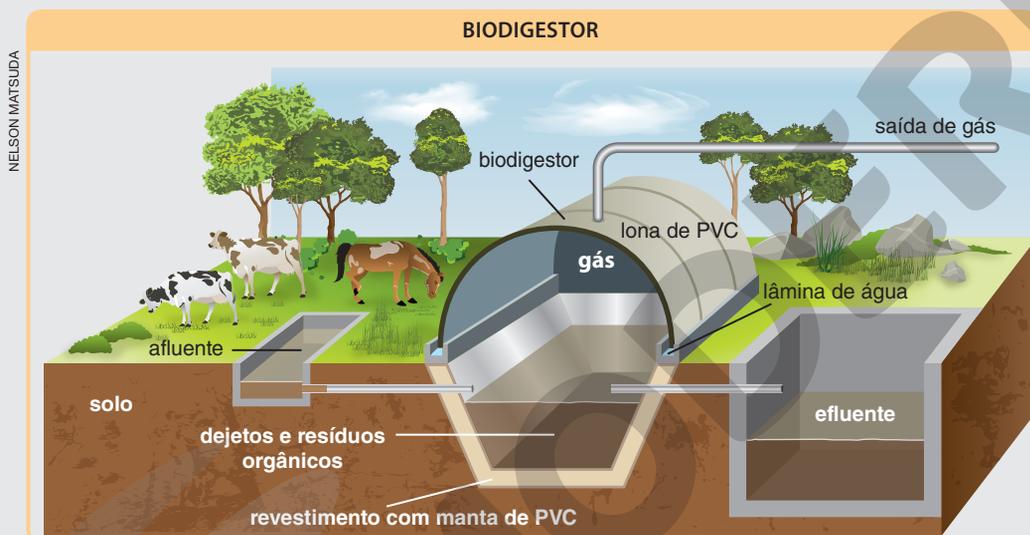
Produção de “energia limpa”

O biogás é um exemplo de aplicação da Termoquímica abordada neste capítulo e que é interessante na produção de “energia limpa”. A **decomposição anaeróbia** (que ocorre na ausência de ar) de lixo orgânico – restos de alimentos, cascas de frutas, pedaços de folhas etc. – produz gases que causam impacto ambiental porque são ricos em gás metano (CH_4), substância que tem poder maior que o dióxido de carbono de intensificar o efeito estufa. Uma maneira de viabilizar a obtenção de energia com base nesse lixo consiste em recobri-lo com água, de modo que não tenha contato com elevada concentração de gás oxigênio – se tal recobrimento não fosse realizado, outro tipo de decomposição ocorreria, a aeróbia. Com isso, a matéria orgânica se degrada, produzindo gás combustível,

o biogás, constituído principalmente por metano (CH_4). Se o processo ocorrer em recipiente fechado – o **biodigestor**, dotado apenas de uma válvula de segurança para evitar que a pressão interna comprometa a estrutura do equipamento (veja figura a seguir) –, o gás formado poderá ser usado como combustível. O gás metano produzido nesse processo, em determinadas condições, forma com o ar uma mistura explosiva, por isso deve ser armazenado e manuseado com cuidado.

A queima do biogás é um processo exotérmico. A energia liberada nessa queima pode ser utilizada, por exemplo, para cozinhar alimentos, ou aquecer a água.

Existem vários tipos de biodigestor. Os mais comuns utilizam dejetos de animais e lixo orgânico.



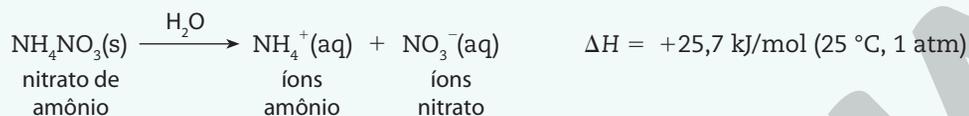
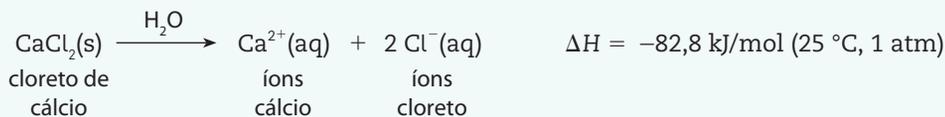
Fonte: EMBRAPA. *Sistemas de tratamento de dejetos suínos: inventário tecnológico*. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/invtec/09.html>>. Acesso em: 4 jun. 2020.

Representação esquemática de biodigestor. (Fora de proporção; cores fantasia.)

1. Nos debates entre economistas ou políticos sobre as questões relacionadas ao desenvolvimento de nosso país, são comuns as referências às crescentes demandas de energia e, portanto, à necessidade de ampliar a capacidade instalada de “gerar” energia e à busca por novas alternativas para “produzi-la”. Explique a relação entre a capacidade de um país de “gerar” energia e o seu desenvolvimento econômico.
2. Na atividade 1, a palavra **gerar** foi grafada entre aspas. Por que, se fosse escrita sem as aspas, ela poderia dar uma ideia distorcida da capacidade humana de obter determinada forma de energia?
3. Em sua opinião, de que forma o uso de biodigestores pode contribuir para minimizar o impacto ambiental causado pela “geração” de energia?
 - a) Por que se usou a expressão “energia limpa” para se referir à energia assim obtida?
 - b) Dê exemplo de uma matriz energética “suja”.
 - c) Em que medida a adição de etanol à gasolina, feita em quantidades variáveis há algum tempo, tornou esse combustível mais “limpo”?
4. Mencione usos que a energia obtida pelo processo de degradação da matéria orgânica pode ter no cotidiano.
5. Observe o esquema ilustrado acima e procure explicar por que se retira o gás metano pela parte superior do biodigestor.

Professor, explique que contusão é uma lesão causada por um impacto, uma "pancada". Entretanto, não fere a pele nem causa fratura óssea.

- 1 Muitos atletas, quando sofrem uma contusão, recorrem a compressas quentes ou frias para evitar consequências mais sérias da lesão. Na falta de gelo ou de água quente, podem usar bolsas plásticas que contêm água e um sólido – cloreto de cálcio anidro (CaCl_2) ou nitrato de amônio (NH_4NO_3) –, mantidos separados dentro dela (a água pode estar dentro de uma ampola, por exemplo). Quando, no momento de usar a bolsa, se provoca o contato do sólido com o líquido, ocorrem as transformações representadas abaixo:



- a) Por meio da dissolução, que substância permite esfriar a parte do corpo que sofreu contusão?
- b) Nas bolsas instantâneas que usam o cloreto de cálcio, o rótulo especifica que se trata do cloreto de cálcio anidro. O que quer dizer o adjetivo **anidro** e por que ele é incluído, nesse caso?
- c) Qual é a quantidade de calor liberada na dissolução de 55,5 g de CaCl_2 ?
 Dado: $M_{\text{CaCl}_2} = 111 \text{ g/mol}$.

DOTTA2/ARQUIVO



Nas bolsas térmicas são usadas, em geral, dissoluções endotérmicas (bolsas frias) ou exotérmicas (bolsas quentes) de um sólido. O contato do sólido com a água provoca o resfriamento de bolsas como a mostrada na fotografia.

- Para resolver as atividades 2 a 4, considere o seguinte dado:
 energia de ligação $\text{F} - \text{F} = 159 \text{ kJ/mol}$.

- 2 Represente graficamente a informação fornecida sobre a energia de ligação $\text{F} - \text{F}$.
- 3 Escreva a equação termoquímica relativa à ligação de átomos de F para formar 1 mol de $\text{F}_2(\text{g})$.
- 4 Represente graficamente a equação da atividade 3.
- 5 Considere a afirmação:
 “A equação $\text{N}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{N}_2\text{H}_4(\text{l})$ representa um processo cujo ΔH é certamente negativo, ou seja, é exotérmico, uma vez que nesse processo há uniões de átomos através de ligações covalentes”.

Você concorda com essa afirmação? Justifique.

Fique por dentro

Internet

Série Bioenergia – Biomassa

<<https://www.youtube.com/embed/pkRogMpVVQo>>

Série produzida pela Rádio e Televisão Educativa do Paraná sobre fontes de energia alternativas denominadas Bioenergia. Esta edição trata especificamente de biomassa.

Como os cientistas contam calorias

<<https://sciam.com.br/como-os-cientistas-contam-calorias/>>

Texto em que é descrito um sistema de determinação do valor calórico de pratos de refeição elaborados em restaurantes.

Como se faz grafeno

<<https://revistapesquisa.fapesp.br/como-se-faz-grafeno/#&gid51&pid515>>

A reportagem apresenta imagens de processos realizados pelo centro de pesquisas de uma universidade brasileira para a obtenção de grafeno.

Acessos em: 9 jun. 2020.

2. Nessa atividade é importante ficar atento e evitar possíveis comportamentos preconceituosos dos estudantes em relação à obesidade. Caso julgue interessante, converse com eles sobre gordofobia explícita e implícita, procurando desmistificar estereótipos de beleza e promovendo a valorização dos diferentes biotipos.

ATIVIDADES FINAIS

Não escreva no livro.

1 Para medir o conteúdo calórico de um nutriente, realizamos sua combustão em um calorímetro. No organismo, para gerar essa mesma energia medida no calorímetro, o nutriente passa por processos metabólicos, que envolvem várias etapas. O que a combustão tem em comum com o processo ocorrido no organismo que permite medir no calorímetro a energia fornecida por um alimento?

2 Considere as informações.

.....
A obesidade é caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal no indivíduo. Para o diagnóstico em adultos, o parâmetro utilizado mais comumente é o índice de massa corporal (IMC).

O IMC é calculado dividindo-se o peso do paciente pela sua altura elevada ao quadrado. É o padrão utilizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que identifica o peso normal quando o resultado do cálculo do IMC está entre 18,5 e 24,9. [...]

Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia. *Obesidade*. Disponível em: <<https://www.endocrino.org.br/obesidade/>>. Acesso em: 15 maio 2020.

Brasileiros atingem maior índice de obesidade nos últimos treze anos

A prevalência da obesidade volta a crescer no Brasil, é o que aponta a Pesquisa de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças crônicas por Inquérito Telefônico (Vigitel), de 2018, do Ministério da Saúde. Sobre esse índice, houve aumento de 67,8% nos últimos treze anos, saindo de 11,8% em 2006 para 19,8% em 2018. [...]

"Nós temos um aumento maior da obesidade em decorrência do consumo muito elevado de alimentos ultraprocessados, de alto teor de gordura e açúcar.

Então, o incentivo ao consumo de hortaliça entre as crianças e os adultos é fundamental. [...]", afirmou o secretário de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde, Wanderson Oliveira.

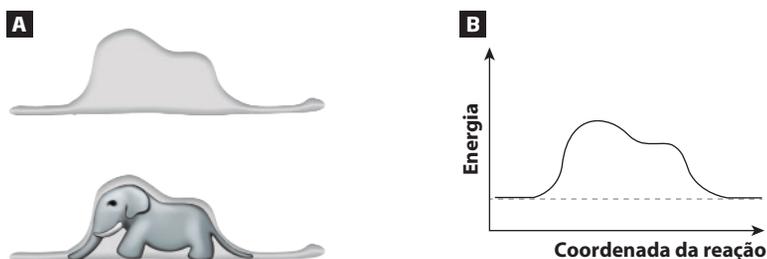
[...] Por meio dele [IMC], é possível classificar um indivíduo em relação ao seu próprio peso, bem como saber de complicações metabólicas e outros riscos para a saúde.

[...]

Ministério da Saúde. Disponível em: <<https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/45612-brasileiros-atingem-maior-indice-de-obesidade-nos-ultimos-treze-anos>>. Acesso em: 19 jul. 2020.

- Calcule seu IMC. Ele está na faixa adequada de acordo com a OMS?
- Segundo um trecho do primeiro texto citado, a obesidade "é fator de risco para uma série de doenças". Pesquise:
 - O que significa dizer que a obesidade é um fator de risco para doenças?
 - Para quais doenças a obesidade é fator de risco?
- Por ocasião da pandemia da covid-19, em 2020, pacientes acometidos pelo novo coronavírus tiveram um agravamento de sua saúde, devido a algumas comorbidades. Pesquise:
 - no dicionário o significado de comorbidade, registrando-o;
 - se a obesidade foi um desses fatores agravantes. Anote quais foram as principais comorbidades que causaram problemas aos pacientes infectados por esse vírus.
- Órgãos nacionais e internacionais voltados à promoção da saúde estudam formas de reduzir os índices de obesidade entre a população. De que forma a redução desses índices poderia repercutir nos gastos financeiros com saúde pública do Brasil? Por quê?

- 3 (Unicamp-SP) O livro *O Pequeno Príncipe*, de Antoine de Saint-Exupéry, uma das obras literárias mais traduzidas no mundo, traz ilustrações inspiradas na experiência do autor como aviador no norte da África. Uma delas, a figura (A), parece representar um chapéu ou um elefante engolido por uma jiboia, dependendo de quem a interpreta.



Para um químico, no entanto, essa figura pode se assemelhar a um diagrama de entalpia, em função da coordenada da reação (figura B). Se a comparação for válida, a variação de entalpia dessa reação seria:

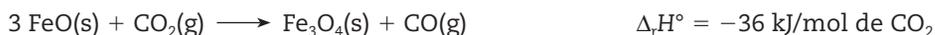
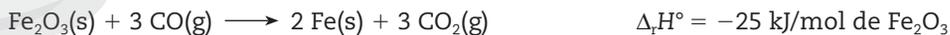
- praticamente nula, com a formação de dois produtos.
 - altamente exotérmica, com a formação de dois produtos.
 - altamente exotérmica, mas nada se poderia afirmar sobre a quantidade de espécies no produto.
 - praticamente nula, mas nada se poderia afirmar sobre a quantidade de espécies no produto.
- 4 (Unicamp-SP) Em 12 de maio de 2017 o Metrô de São Paulo trocou 240 metros de trilhos de suas linhas, numa operação feita de madrugada, em apenas três horas. Na solda entre o trilho novo e o usado empregou-se uma reação química denominada térmita, que permite a obtenção de uma temperatura local de cerca de 2.000 °C. A reação utilizada foi entre um óxido de ferro e o alumínio metálico. De acordo com essas informações, uma possível equação termoquímica do processo utilizado seria:

- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{Al} \longrightarrow 2 \text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3; \Delta H = +852 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $\text{FeO}_3 + \text{Al} \longrightarrow \text{Fe} + \text{AlO}_3; \Delta H = -852 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $\text{FeO}_3 + \text{Al} \longrightarrow \text{Fe} + \text{AlO}_3; \Delta H = +852 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{Al} \longrightarrow 2 \text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3; \Delta H = -852 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

- 5 (Enem) O ferro é encontrado na natureza na forma de seus minérios, tais como a hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), a magnetita (Fe_3O_4) e a wustita (FeO). Na siderurgia, o ferro-gusa é obtido pela fusão de minérios de ferro em altos-fornos em condições adequadas. Uma das etapas nesse processo é a formação de monóxido de carbono. O CO (gasoso) é utilizado para reduzir o FeO (sólido), conforme a equação química:



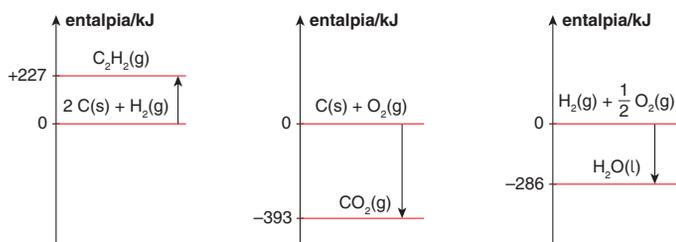
Considere as seguintes equações termoquímicas:



O valor mais próximo de $\Delta_r H^\circ$, em kJ/mol de FeO, para a reação indicada do FeO (sólido) com o CO (gasoso), é:

- 14
- 17
- 50
- 64
- 100

6 (Unesp) Analise os três diagramas de entalpia.



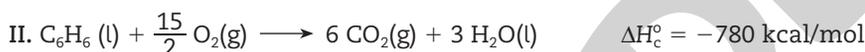
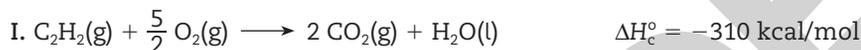
O ΔH da combustão completa de 1 mol de acetileno, $C_2H_2(g)$, produzindo $CO_2(g)$ e $H_2O(l)$ é:

- a) + 1.140 kJ c) - 1.299 kJ e) - 635 kJ
 b) + 820 kJ d) - 510 kJ

7 (Enem) O benzeno, um importante solvente para a indústria química, é obtido industrialmente pela destilação do petróleo. Contudo, também pode ser sintetizado pela trimerização do acetileno catalisada por ferro metálico sob altas temperaturas, conforme a equação química:



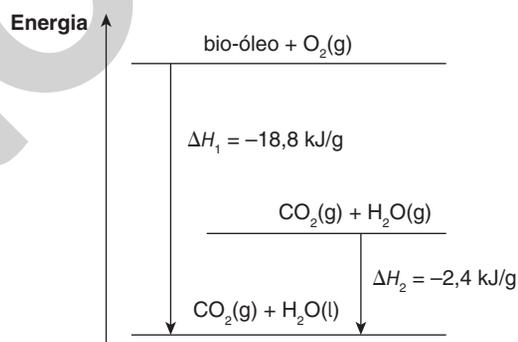
A energia envolvida nesse processo pode ser calculada indiretamente pela variação de entalpia das reações de combustão das substâncias participantes, nas mesmas condições experimentais:



A variação de entalpia do processo de trimerização, em kcal, para a formação de um mol de benzeno é mais próxima de:

- a) - 1.090 b) - 150 c) - 50 d) + 157 e) + 470

8 (Enem) O aproveitamento de resíduos florestais vem se tornando cada dia mais atrativo, pois eles são uma fonte renovável de energia. A figura representa a queima de um bio-óleo extraído do resíduo de madeira, sendo ΔH_1 a variação de entalpia devido à queima de 1 g desse bio-óleo, resultando em gás carbônico e água líquida, e ΔH_2 a variação de entalpia envolvida na conversão de 1 g de água no estado gasoso para o estado líquido.



A variação de entalpia, em kJ, para a queima de 5 g desse bio-óleo resultando em CO_2 (gasoso) e H_2O (gasoso) é:

- a) - 106 b) - 94,0 c) - 82,0 d) - 21,2 e) - 16,4

Próximos passos

Neste capítulo, estudamos de que forma o calor está relacionado às transformações, sejam físicas, como no caso das mudanças de estado físico, ou químicas, como a combustão. Ora, no caso dos nutrientes que constituem nossos alimentos, fizemos um estudo de alguns deles do ponto de vista energético, uma vez que eles são fonte de energia para o funcionamento do organismo. No próximo capítulo, serão aprofundados os processos químicos que ocorrem nos organismos vivos.

As moléculas da vida

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

BNCC:
EM13CNT101
EM13CNT301
EM13CNT302

Para começo de conversa

É lugar-comum falarmos que nosso corpo é composto principalmente de água. De fato, cerca de 70% de nosso organismo é formado por essa substância. A proporção varia entre espécies, mas a água continua sendo o componente predominante nos seres vivos. Certas propriedades dessa substância garantem a estabilidade das estruturas e do metabolismo celular, por isso são imprescindíveis à vida.

E se imaginássemos que outra substância pudesse substituir a água? Uma das principais candidatas seria a amônia. Dada sua abundância na atmosfera primitiva da Terra, seria uma ótima opção como matéria-prima para as primeiras células do planeta. A amônia, de acordo com suas propriedades físicas, poderia ser um bom solvente para a vida.

Macromoléculas como proteínas, aminoácidos e ácidos nucleicos contêm átomos de nitrogênio e hidrogênio, presentes também na amônia. No entanto, para que a amônia fosse o principal solvente celular, a atmosfera terrestre não poderia ser rica em oxigênio, uma vez que o oxigênio dissocia as moléculas de amônia.

Evidências astronômicas sugerem que o oceano interno de Titã, satélite natural de Saturno, contém amônia misturada com água, formando uma camada líquida abaixo de uma crosta de gelo. Esse ambiente livre de gás oxigênio poderia proporcionar uma oportunidade para encontrar seres vivos que utilizam amônia como solvente. Nesses ambientes, o metabolismo anaeróbico seria a alternativa.

Quais são os constituintes comuns a todos os seres vivos? Quais são as funções que eles exercem nos organismos? Como os seres vivos obtêm essas substâncias?

Neste capítulo, vamos estudar as principais substâncias que compõem os seres vivos. Nos aprofundaremos um pouco nas propriedades da água que são essenciais para a manutenção da vida.

COMPONENTES DO CORPO HUMANO

Carboidratos

1%

Sais minerais

4%

Lipídios

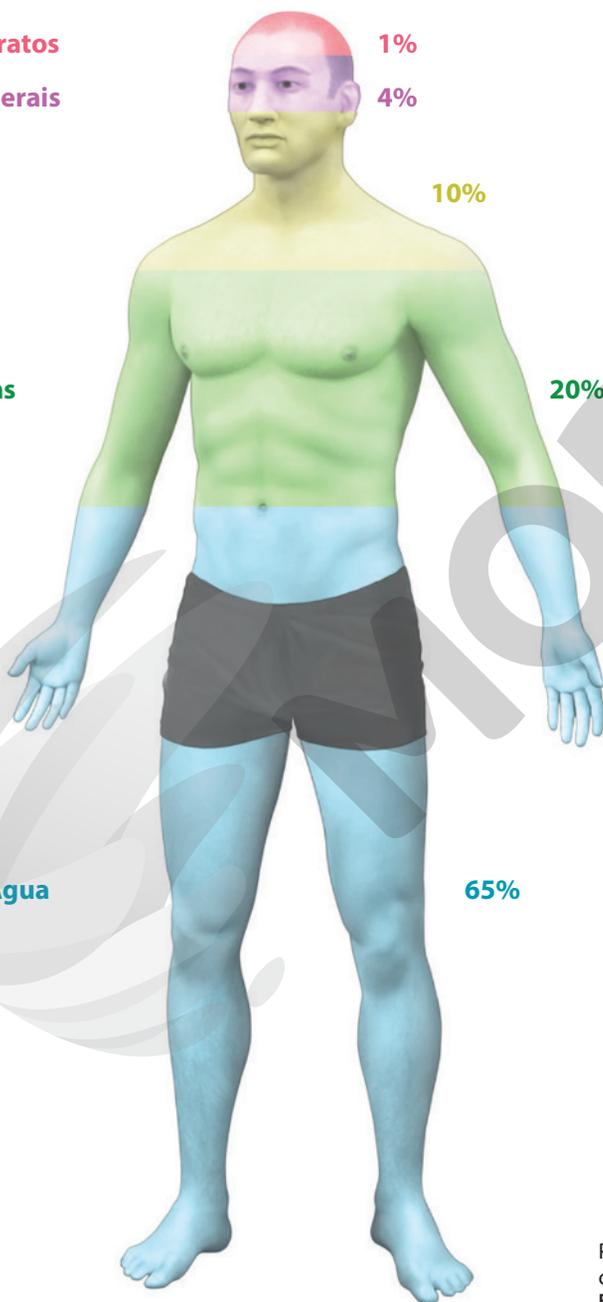
10%

Proteínas

20%

Água

65%

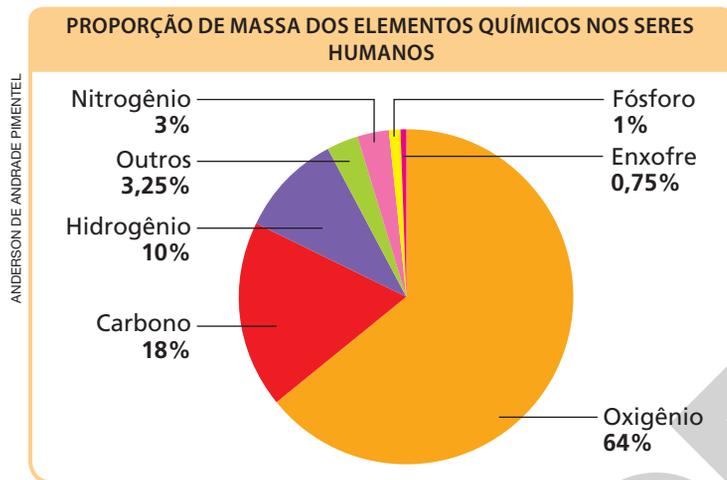


Proporção aproximada dos principais componentes do corpo humano. (Cores fantasia.)
Fonte: KIRSCHMANN, J. D. *Nutrition Almanac*. McGraw-Hill, 1975.

De que os seres vivos são formados?

Todos os seres vivos apresentam uma composição semelhante que os difere da matéria não viva. O que caracteriza essa composição?

As células que compõem os seres vivos são constituídas por relativamente poucos elementos químicos – cerca de 30 –, que estão em diferentes proporções nos organismos: alguns se encontram em maiores quantidades, como carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) e nitrogênio (N); outros estão presentes em menores quantidades, como sódio (Na), potássio (K), magnésio (Mg), cálcio (Ca), manganês (Mn), ferro (Fe), fósforo (P) e enxofre (S). Veja no gráfico abaixo em que proporção os elementos químicos podem ser encontrados nos seres humanos.



Caixa de ferramentas

Cada elemento químico é representado por um **símbolo**, composto de uma ou duas letras. Esse símbolo químico é sempre o mesmo em qualquer idioma e geralmente deriva do nome do elemento em latim ou grego. Por exemplo, o símbolo do sódio é Na, que vem do nome em latim desse elemento: *natrium*.

Quando os átomos dos elementos são unidos mediante ligações químicas, eles formam compostos químicos, como **íons** e **moléculas**. As moléculas que compõem os seres vivos interagem entre si e podem ser orgânicas ou inorgânicas.

- **Moléculas orgânicas:** formadas basicamente por átomos de carbono e de hidrogênio, podem também conter oxigênio, nitrogênio, fósforo e enxofre. Alguns exemplos são os carboidratos (glicose, amido), os lipídios (colesterol), as proteínas (enzimas, hemoglobina) e os ácidos nucleicos (DNA e RNA). Algumas moléculas orgânicas correspondem a grandes moléculas formadas pela ligação de várias menores. Por exemplo, o amido é formado por diversas unidades de glicose, e as proteínas são formadas pela ligação entre aminoácidos.
- **Moléculas inorgânicas:** são aquelas que ocorrem tanto nos seres vivos como na matéria não viva. Exemplos: água (H₂O), gás oxigênio (O₂), gás carbônico (CO₂) e sais minerais.

Funções das moléculas orgânicas

Nas células e nos organismos, as moléculas orgânicas, ou biomoléculas podem exercer diversas funções:

- **Estrutural:** sustentam e protegem o interior das células.
- **Protetora:** defendem contra organismos invasores, neutralizam substâncias, entre outras funções protetoras.
- **Energética:** armazenam e aportam a energia necessária para manter o funcionamento do organismo.
- **Reguladora:** realizam o controle e a regulação de reações químicas que ocorrem nos organismos.
- **Hereditária:** armazenam informações relacionadas às características individuais e da espécie e as transmitem de uma geração para outra.

Atividades

Não escreva no livro.

- 1 Analise o gráfico da página anterior, que mostra a composição química de seres humanos, e identifique os três elementos químicos presentes em maior quantidade. Dê exemplos de moléculas que apresentam esses elementos em sua composição.
- 2 Classifique, de acordo com suas funções, as moléculas descritas a seguir.
 - a) A glicose é a principal fonte de energia das células.
 - b) Moléculas de DNA são passadas de pais para filhos e contêm as informações para a expressão das características.
 - c) A amilase é uma enzima que acelera a reação da quebra do amido em substâncias menores.
 - d) Anticorpos são tipos de proteínas que reagem a substâncias estranhas e assim ajudam na defesa do organismo.
- 3 Observe o rótulo de uma embalagem de leite ou de outro alimento e faça o que se pede.
 - a) Quais são os componentes descritos nos ingredientes e nas informações nutricionais?
 - b) Quais desses componentes são moléculas orgânicas?
- 4 Escreva um parágrafo em que sejam relacionados os conceitos de átomo, molécula, matéria e elemento químico.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

Faça uma pesquisa sobre a busca de vida em outros planetas, relacionando-a ao assunto tratado neste item. Escreva um texto resumindo os principais pontos de sua pesquisa. Em seguida, troquem os textos que vocês elaboraram e leiam o que cada um escreveu. Depois, discutam sobre os pontos comuns e divergentes entre os textos.

A água e os sais minerais

Ao procurar evidências de vida em outros lugares do Universo, os pesquisadores atentam para a existência de água. De maneira geral, ela é um indicador da presença de vida como a conhecemos.

A água é a substância mais abundante na superfície do planeta Terra. O mesmo ocorre na composição dos seres vivos: usualmente, ela ocupa mais da metade da massa do organismo. Esse número pode variar de espécie para espécie, atingindo até cerca de 98% no caso das águas-vivas e aproximadamente 65% nos seres humanos.

Nos organismos pluricelulares, a maior parte da água é encontrada no interior das células, mas ela também pode se alojar em espaços extracelulares (fora das células), como dentro dos vasos sanguíneos.

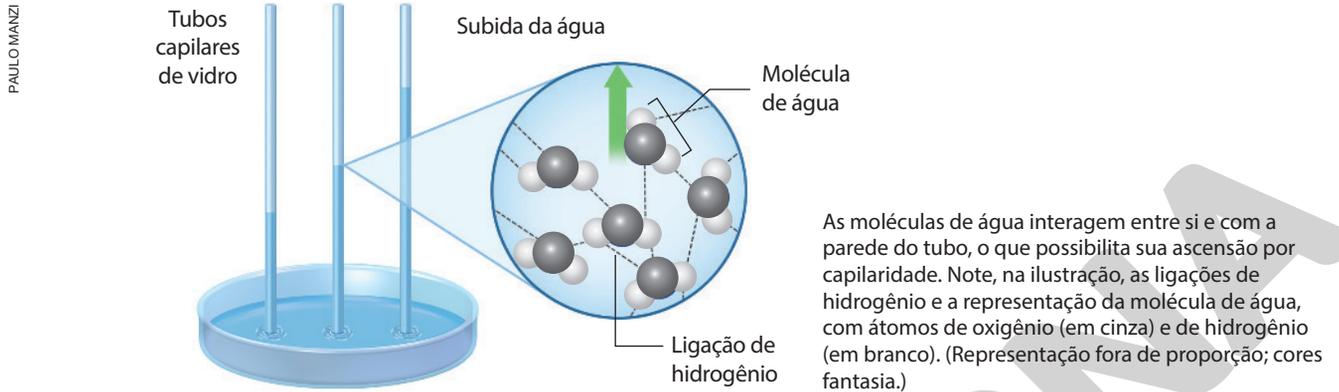
A água tem propriedades estruturais e químicas relacionadas à sua função nas células. A molécula de água (H_2O) é formada por um átomo de oxigênio ligado a dois átomos de hidrogênio. A interação do oxigênio de uma molécula de água com o hidrogênio de outra é chamada **ligação de hidrogênio**. As propriedades da água, essenciais à manutenção da vida, podem ser explicadas a partir da estrutura dessa molécula e das interações químicas que ela é capaz de estabelecer.

As ligações de hidrogênio estão relacionadas às propriedades da água, entre as quais destacamos:

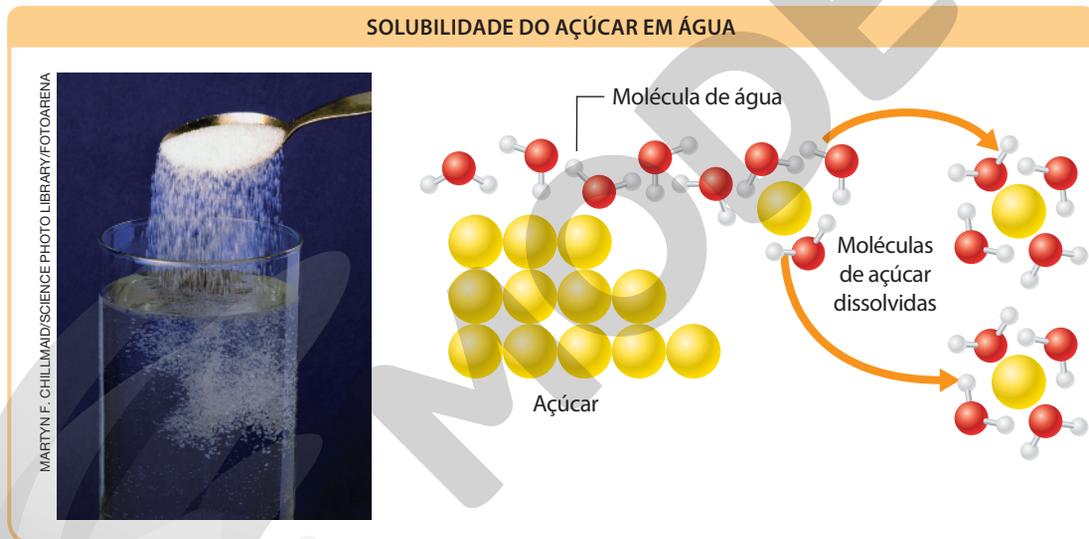
- **Coesão:** corresponde à tendência de as moléculas de água se manterem unidas por ligações de hidrogênio, resistindo a se separar umas das outras quando colocadas sob tensão. Essa propriedade confere à superfície da água certa resistência, chamada **tensão superficial**.

- **Adesão:** propriedade da água relacionada à interação de suas moléculas com outras moléculas, permitindo sua adesão a determinadas superfícies.

As propriedades de coesão e de adesão em conjunto explicam o fato de a água subir em tubos finos, mesmo contra a força da gravidade, em um fenômeno chamado **capilaridade**. Esse é um dos fenômenos associados ao transporte de água desde as raízes até as folhas da copa de uma árvore de grande porte.



- **Capacidade de dissolução:** a água é um excelente meio de dissolução, sendo por isso conhecida como **solvente universal**. As substâncias que têm afinidade com a água são chamadas **hidrofílicas** e, em geral, se dissolvem no meio aquoso; as que não têm afinidade chamam-se **hidrofóbicas** e não se dissolvem em meio aquoso.



Os cristais de açúcar são formados por moléculas muito unidas entre si (representadas em amarelo). As moléculas de açúcar começam a se separar à medida que interagem com as moléculas de água. Não é mais possível distinguir o açúcar da água a partir do ponto em que as moléculas de açúcar se separam por completo e se distribuem entre as de água. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: ALBERTS, B. et al. *Molecular biology of the cell*. 5. ed. New York: Garland Science, 2008.

- **Calor específico:** corresponde à quantidade de energia necessária para elevar em 1 °C a temperatura de uma substância. A água possui calor específico relativamente alto. É preciso um grande ganho de energia para aumentar a temperatura de determinada quantidade de água e grande perda de energia para reduzi-la. Essa característica da água ajuda os organismos a manterem uma temperatura interna relativamente constante e a sofrerem menor influência das mudanças bruscas na temperatura ambiental. A manutenção da temperatura dentro de determinada faixa é necessária para a ocorrência das reações metabólicas dos organismos. Portanto, é fundamental para garantir a sobrevivência.

Importância da água para a vida

A água participa de diversas funções nos seres vivos. Algumas delas são descritas a seguir.

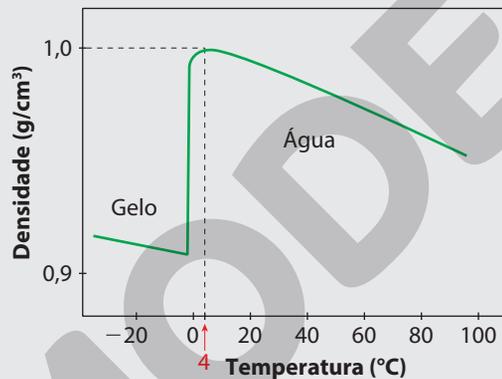
- **Participação em reações químicas:** a água pode ser tanto reagente quanto produto em diversas reações químicas nos organismos. Por exemplo, é um dos reagentes da fotossíntese e um dos produtos da respiração celular.
- **Solvente:** dissolve diversas substâncias, como nutrientes, hormônios e sais minerais. Dessa forma, possibilita o transporte de substâncias pelo organismo, sua absorção do meio externo, a eliminação de resíduos e a ocorrência de reações químicas.
- **Sustentação:** sustenta o corpo de muitos seres vivos, proporcionando volume e rigidez.
- **Manutenção da temperatura corpórea:** nos mamíferos, o suor contribui para a diminuição da temperatura do organismo, mantendo o equilíbrio térmico.

Interligações

Não escreva no livro.

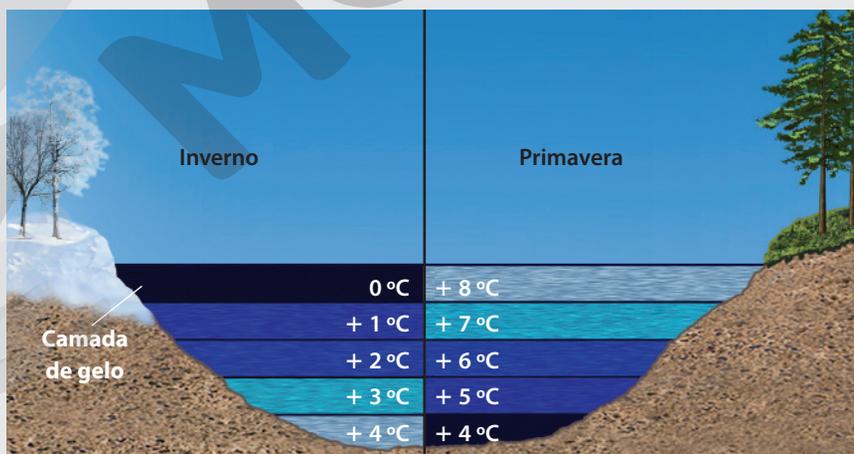
Por que um lago não congela por inteiro no inverno?

Você já deve ter reparado que o gelo flutua ao ser colocado num copo com bebida. Isso se deve ao fato de o gelo ser menos denso que a água líquida. Essa propriedade é imprescindível à vida em regiões temperadas e polares: nas épocas mais frias do ano, apenas a superfície dos lagos congela, permitindo a vida nas camadas inferiores. A densidade da água tem seu valor máximo a 4 °C.



Varição da densidade da água de acordo com a temperatura.

Fonte dos dados: West Texas A&M University. Disponível em: <<https://wtamu.edu/%7Ecbaire/sq/2013/12/05/why-does-ice-form-on-the-top-of-a-lake/>>. Acesso em: 7 ago. 2020.



Esquema representando o perfil de temperatura em um lago de região temperada em duas épocas do ano: inverno e primavera. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte dos dados: West Texas A&M University. Disponível em: <<https://wtamu.edu/%7Ecbaire/sq/2013/12/05/why-does-ice-form-on-the-top-of-a-lake/>>. Acesso em: 7 ago. 2020.

1. O que aconteceria nos ecossistemas aquáticos de regiões temperadas e polares se a densidade do gelo fosse maior que a da água líquida?

ERICSON GUILHERME LUCIANO

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

A importância da água para os seres vivos é um dos motivos pelos quais devemos nos preocupar com sua preservação. Apesar de ocupar aproximadamente 70% da superfície terrestre, a maior parte dessa água é salgada, imprópria para o consumo de muitos seres vivos, inclusive dos seres humanos. Uma parcela mínima, menos de 1%, corresponde à água disponível para consumo. O desperdício, o consumo excessivo e a poluição são fatores que podem contribuir para diminuir ainda mais essa quantidade, causando prejuízos irreversíveis aos seres vivos e ao ambiente.

O Brasil é o país que possui a maior quantidade de água doce disponível no planeta, cerca de 15%. No entanto, essa água não está igualmente distribuída pelo território brasileiro. Por exemplo, a região do semiárido passa por períodos de intensa seca, com dificuldade na obtenção de água adequada para consumo tanto para os seres humanos como para os outros seres vivos que a habitam.

Uma crise hídrica pode ser até mais grave para a população mundial do que uma pandemia. Discuta com seus colegas sobre esse assunto e escreva um texto dissertativo para expressar suas ideias.

Sais minerais

Os **sais minerais** incluem íons importantes no funcionamento e na constituição dos organismos. Os seres vivos não são capazes de fabricá-los, de modo que precisam ser obtidos dos alimentos ou da água.

Veja a seguir alguns exemplos de íons e sua importância para os seres vivos.

- **Íons de cálcio (Ca^{2+}):** compõem esqueletos interno e externo de muitos organismos. Além disso, participam da coagulação do sangue e da contração muscular.
- **Íons de sódio (Na^+) e de potássio (K^+):** são necessários para a transmissão de impulsos nervosos nos animais e para o transporte de substâncias através das membranas celulares.
- **Íons de magnésio (Mg^{2+}):** são importantes componentes da clorofila, pigmento responsável pela captação de luz no processo de fotossíntese das plantas e de outros organismos fotossintetizantes.
- **Íons de ferro (Fe^{2+}):** fazem parte da composição da hemoglobina, pigmento presente nos glóbulos vermelhos, células do sangue dos vertebrados que se ligam ao gás oxigênio promovendo seu transporte no organismo.



JOHN KAPRIELIAN/SCIENCE SOURCE/FOTORAENA



HAVESEEN/ALAMY/FOTORAENA

Os íons de cálcio têm a função de sustentação, quando compõem o esqueleto interno dos vertebrados (A), e de proteção, quando compõem as conchas de alguns invertebrados (B).

Atividades

Não escreva no livro.

- 1 Indique a propriedade da água relacionada a cada uma das situações descritas a seguir.
 - a) Uma aranha é capaz de caminhar sobre uma poça de água.
 - b) Um guardanapo de papel absorve água.
 - c) Ao misturar uma pequena quantidade de sal de cozinha em um copo com água, não é possível distinguir essas duas substâncias.
- 2 Homeostase consiste na capacidade de manter estáveis as condições internas do organismo, independentemente das variações externas. De que forma o calor específico da água contribui para a homeostase de um ser vivo? Justifique.
- 3 Pesquise um sal mineral não citado no texto e faça uma ficha indicando sua fórmula, sua importância para os seres humanos, de quais processos ele participa, o que sua falta pode ocasionar para o organismo, entre outras informações.

1. Leia o texto abaixo e, em seguida, discuta com seus colegas o que significa e se vocês concordam com ele.

Existem pelo menos 20 trilhões de galáxias no universo e uma média de 100 bilhões de estrelas em cada galáxia. As análises de probabilidade desses números sugerem que muitos planetas desconhecidos devam existir e que alguns provavelmente possuam água; sendo assim, a possibilidade de vida é uma hipótese plausível.

Fonte: SADAVA, D. et al. *Vida: a ciência da Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

2. O semiárido brasileiro é afetado pelas épocas de seca. Escreva um texto sobre os problemas enfrentados pela população dessa região do país e as medidas que poderiam ser tomadas para minimizá-los. Em seguida, troque seu texto com o de um colega e conversem sobre os pontos em comum e divergentes nos textos.

Carboidratos

Os **carboidratos** são a principal fonte de energia para os seres vivos e estão presentes em diversos tipos de alimento, como mel, cana-de-açúcar, leite, pães e frutas. Genericamente são chamados de açúcares, apesar de nem todos terem sabor adocicado.

Carboidratos ou glicídios são um grupo variado de substâncias constituídas principalmente de carbono, hidrogênio e oxigênio e, em alguns casos, também de nitrogênio, fósforo e enxofre.

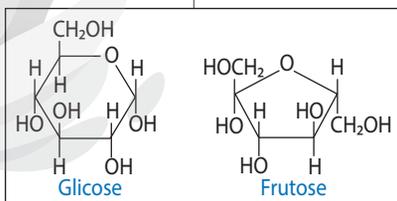
Eles podem ser classificados em três grupos: **monossacarídeos**, **dissacarídeos** e **polissacarídeos**.

- **Monossacarídeos:** são monômeros formados por uma única unidade molecular, que pode conter de três a dez carbonos, recebendo nomes genéricos diferentes, como pentoses (no caso de cinco carbonos) e hexoses (no caso de seis). A glicose, principal fonte de energia dos seres vivos, é um exemplo de monossacarídeo e é uma hexose produzida pelos seres autótrofos.
- **Dissacarídeos:** são moléculas formadas pela união de dois monossacarídeos, que podem ser iguais ou diferentes. Os mais comuns são a sacarose, a lactose e a maltose. A ligação entre dois monossacarídeos recebe o nome de ligação glicosídica.
- **Polissacarídeos:** são macromoléculas formadas pela união de vários monossacarídeos. O amido, o glicogênio, a quitina e a celulose são exemplos de polissacarídeos constituídos por muitas unidades de glicose. O que varia entre eles é a maneira como os monômeros de glicose estão organizados.

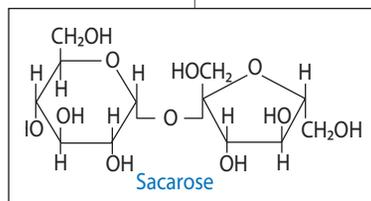
Nomes de grupos de monossacarídeos estão relacionados ao número de átomos de carbono por molécula. Assim, por exemplo, a glicose é uma hexose (açúcar com 6 carbonos na fórmula molecular).



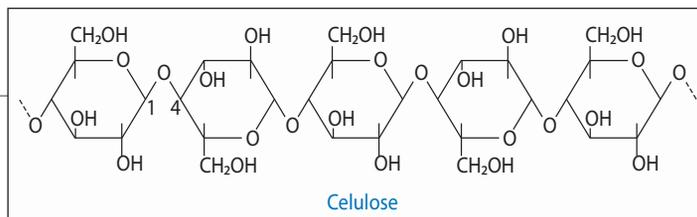
AFRICA STUDIO/SHUTTERSTOCK



SWAPAN PHOTOGRAPHY/SHUTTERSTOCK



BOONCHUAY1970/SHUTTERSTOCK



Proponha uma discussão sobre a ingestão de carboidratos. Enfatize a importância da presença de carboidratos na alimentação e também o cuidado para que a ingestão não seja excessiva.

Importância dos carboidratos para os seres vivos

Os carboidratos apresentam funções variadas nos seres vivos. Entre as principais estão a energética e a estrutural.

- **Energética:** a glicose é a principal fonte de energia para a respiração celular. Muitos organismos contêm polissacarídeos, como o amido (presente nas plantas) e o glicogênio (encontrado nos animais), que constituem reservas de energia e podem ser armazenados e usados pelas células quando necessário.
- **Estrutural:** alguns polissacarídeos fazem parte da estrutura dos seres vivos. Por exemplo, a celulose compõe a parede das células vegetais e as partes fibrosas e lenhosas das plantas, dando forma e sustentação ao organismo. A quitina compõe o esqueleto externo de animais como insetos e crustáceos.



EDWARD WESTMACOTT/SHUTTERSTOCK

As batatas (*Solanum tuberosum*) contêm grande quantidade de amido, polissacarídeo com função energética.

Alguns carboidratos e suas fontes	
Carboidrato	Fonte
Glicose	Mel, frutas
Frutose	Mel, frutas
Ribose	RNA
Desoxirribose	DNA
Sacarose	Cana-de-açúcar, beterraba
Maltose	Semente da cevada
Lactose	Leite
Amido	Batata, aveia, milho, trigo, arroz, mandioca
Glicogênio	Fígado e músculo de mamíferos
Celulose	Cereais, frutas e verduras
Quitina	Carapaça de crustáceos, esqueleto externo de insetos

IVAN KUZMIN/IMAGEBROKER/AGE PHOTO LIBRARY/KEystone BRASIL



A quitina é um polissacarídeo estrutural que forma o esqueleto externo do caranguejo maria-farinha (*Ocypode quadrata*).

Atividades

Não escreva no livro.

- 1 Identifique o carboidrato citado no trecho a seguir e classifique-o quanto à sua função. Os fungos são seres vivos formados por uma ou várias células eucariontes, que apresentam parede celular de quitina, o que lhes dá sustentação.
- 2 Atletas costumam se alimentar de grande quantidade de carboidratos antes de participar de corridas de longa distância. Como essa dieta pode afetar o desempenho desses atletas?

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

Em grupo, façam um estudo comparativo da quantidade de açúcar de diferentes tipos de bebida (refrigerantes, sucos industrializados, água, chás etc.). Analisem a tabela nutricional de cada bebida e façam cartazes ou representações da melhor forma de demonstrar a variação na quantidade de açúcar (por exemplo, colocando em potes transparentes a quantidade correspondente de açúcar refinado). Discutam quais bebidas contêm mais açúcar, que problemas seu consumo excessivo pode trazer para a saúde e se vocês mudariam algum hábito após a realização desta atividade.

Proteínas

As **proteínas** são as moléculas orgânicas mais abundantes nas células. Além da importância estrutural, são fundamentais em diversas funções celulares. Essas moléculas são compostas fundamentalmente por átomos de carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, mas pode haver também enxofre em sua composição. Elas são formadas por diversas subunidades repetidas chamadas **aminoácidos** e podem variar em forma, tamanho e função biológica.

São conhecidos cerca de 150 aminoácidos diferentes, porém somente 20 fazem parte da composição de proteínas nos seres vivos. As proteínas podem variar quanto ao tipo, ao número e à sequência de aminoácidos.

Todos os aminoácidos possuem a mesma estrutura básica: um átomo de carbono (chamado de carbono-alfa), ligado simultaneamente a um átomo de hidrogênio (H), a uma cadeia lateral chamada radical, a um grupo amina (NH₂) e a um grupo carboxila (COOH). Estes dois últimos grupamentos, responsáveis pela denominação "aminoácido", são sempre os mesmos; já o radical varia de um aminoácido para outro, podendo ser de um simples átomo de hidrogênio até uma longa cadeia carbônica.

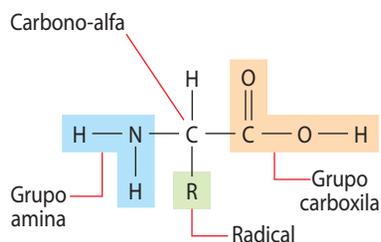
Os aminoácidos ligam-se entre si por meio de **ligações peptídicas**, que ocorrem entre o grupo amina de um aminoácido e o grupo carboxila do seguinte.

Caixa de ferramentas

Dois aminoácidos unidos constituem um **dipeptídeo**. Os **oligopeptídios** correspondem à união de até 30 aminoácidos, e os **polipeptídios** são formados pela união de um número ainda maior deles. As proteínas são formadas por uma ou várias cadeias polipeptídicas.

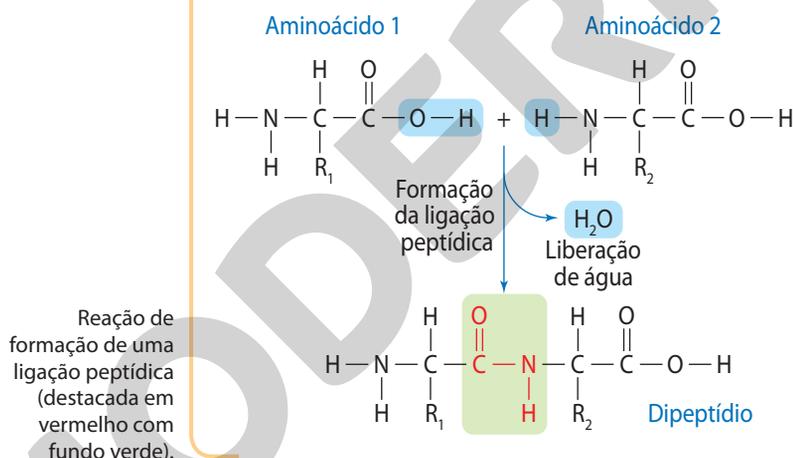
ILUSTRAÇÕES: SIRIO CANÇADO

ESTRUTURA DOS AMINOÁCIDOS



A letra "R" indica o radical e deve ser substituída na fórmula de cada aminoácido pela sequência específica.

LIGAÇÃO PEPTÍDICA



Interligações

Não escreva no livro.

Dieta completa em aminoácidos

Todas as proteínas que compõem o corpo humano são formadas pela combinação de 20 tipos de aminoácidos. Onze desses aminoácidos são produzidos pelo nosso próprio organismo — são os chamados aminoácidos não essenciais. Os outros nove aminoácidos precisam ser ingeridos na alimentação para que possamos sintetizar todas as proteínas de que precisamos para viver — são os aminoácidos essenciais.

Os aminoácidos essenciais variam de espécie para espécie: o que é um aminoácido essencial para uma espécie pode ser produzido pelo organismo de outra. A maioria dos alimentos de origem animal inclui todos os aminoácidos essenciais para a dieta humana. O mesmo não ocorre com alimentos de origem vegetal: nem todos contêm os nove aminoácidos essenciais.

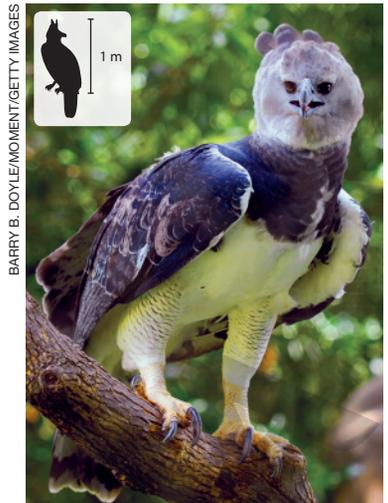
Assim, para garantir a ingestão de todos os aminoácidos, é necessária uma dieta balanceada. Mesmo antes de esse assunto ser abordado pela Ciência, muitos povos já conheciam a importância de compor refeições balanceadas. Na América Central, por exemplo, alguns povos nativos incluem em suas dietas alimentos à base de milho e feijão, uma combinação que fornece todos os aminoácidos essenciais. No Brasil, uma combinação comum é de arroz e feijão.

1. Pesquise quais são os nove aminoácidos essenciais mencionados no texto e verifique quais deles estão presentes no arroz e quais estão presentes no feijão. Após a pesquisa, explique se do ponto de vista dos aminoácidos essenciais esse prato brasileiro pode ser considerado uma refeição completa.

Funções das proteínas

As proteínas desempenham diversas funções nos seres vivos, como as descritas a seguir.

- **Enzimática:** atuam acelerando a velocidade das reações químicas. Quase todas as reações que ocorrem nos seres vivos envolvem a participação de proteínas conhecidas como **enzimas**.
- **Reguladora:** atuam regulando a atividade fisiológica e metabólica das células. Um exemplo muito conhecido de proteínas com essa função são os hormônios, como a insulina, que regula a concentração de glicose no sangue.
- **Estrutural:** fazem parte da estrutura de diversas partes dos seres vivos, como da membrana celular e de grande parte dos tecidos. O colágeno, por exemplo, está presente no tecido cartilaginoso e nos tendões; já a elastina é encontrada nos ligamentos; e a queratina, em diferentes tecidos de revestimento, como pele, pelos, unhas, garras, entre outros.
- **Transportadora:** realizam o transporte de substâncias através da membrana plasmática em líquidos extracelulares, como o sangue. A hemoglobina, por exemplo, é uma proteína presente no sangue dos animais que realiza o transporte de gases pelo organismo.
- **Protetora:** são responsáveis pela defesa imunitária do organismo, e o principal exemplo são os anticorpos.



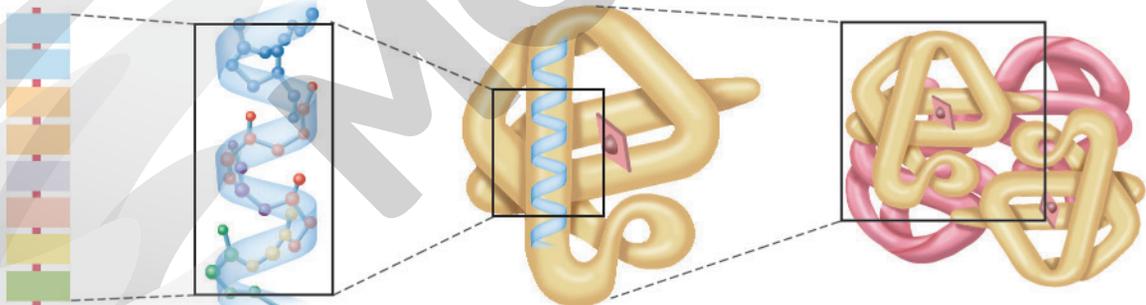
A queratina é encontrada nas garras de alguns animais, como as da harpia (*Harpia harpyja*).

Estrutura das proteínas

Além da sequência linear de aminoácidos, as proteínas são caracterizadas por sua estrutura espacial. Uma vez formados, os polipeptídeos passam por um processo de enrolamento, dobramento e condensação, que possibilita sua interação com outras moléculas e o desempenho de suas funções específicas. Somente quando um polipeptídeo adquire sua estrutura espacial é que se fala em proteína.

As proteínas podem apresentar quatro níveis de organização, como descrito a seguir.

NÍVEIS DE ORGANIZAÇÃO DAS PROTEÍNAS



Estrutura primária

Consiste na sequência linear específica de aminoácidos que formam a cadeia polipeptídica de uma proteína. Número, tipo e ordem de aminoácidos constituem a estrutura primária da proteína.

Estrutura secundária

Corresponde aos primeiros enrolamentos e dobramentos na cadeia polipeptídica.

Estrutura terciária

Corresponde aos dobramentos tridimensionais na estrutura secundária, resultantes, principalmente, de interações entre partes da molécula.

Estrutura quaternária

Está presente apenas nas proteínas constituídas por mais de uma cadeia polipeptídica. Cada uma, ao adquirir sua estrutura terciária, forma uma subunidade espacial e, juntas, formam a proteína.

Fonte: NELSON, D. L.; COX, M. M. *Lehninger principles of Biochemistry*. 4. ed. Nova York: Worth Publishers, 2004. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Ao adotar uma forma espacial, sua estrutura tridimensional permite à proteína reconhecer e integrar com determinadas substâncias. Por exemplo, uma proteína com função enzimática precisa ter um formato que favoreça uma ligação específica do substrato à região da enzima denominada **sítio ativo**. O reconhecimento do “encaixe” específico entre a enzima e o substrato permite que a primeira cumpra sua função. Esse mecanismo é chamado de funcionamento enzimático.

A denominação das enzimas é definida por essa especificidade. Ela é formada pelo nome do substrato sobre o qual a enzima atua mais o sufixo **-ase**. Por exemplo, a enzima que atua acelerando a degradação da maltose recebe o nome de maltase.

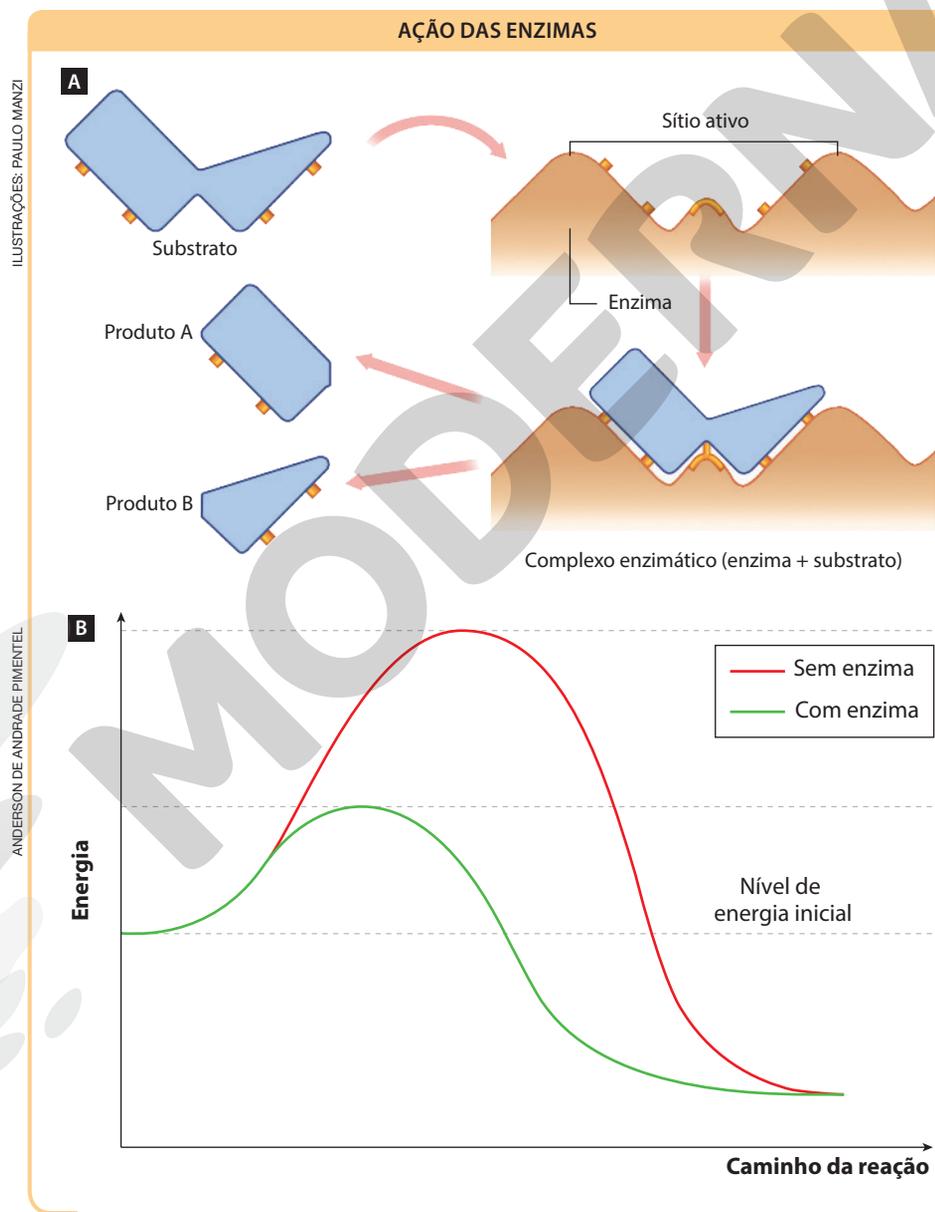
Sem a participação das enzimas, as reações químicas relacionadas ao metabolismo não ocorreriam de forma ordenada e seriam bastante lentas. Assim, as enzimas atuam como **catalisadores biológicos**, aumentando a velocidade das reações, porém sem serem consumidas nelas. Na ilustração a seguir, podemos observar, de maneira simplificada, a atuação das enzimas no controle do metabolismo de um organismo.

O modelo conhecido como “chave-fechadura”, tradicionalmente utilizado para explicar a interação de enzimas com o substrato, vem caindo em desuso. Modelos mais aceitos atualmente são conhecidos como “ajuste induzido” ou “encaixe” e sugerem que o substrato induz mudanças conformacionais nas enzimas.

Caixa de ferramentas

As **coenzimas** são moléculas que, diferentemente das enzimas, não têm natureza proteica, mas também participam das reações químicas. Alguns exemplos de coenzimas são NAD⁺ (nicotinamida adenina dinucleotídeo), NADP (nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato), FAD (flavina adenina dinucleotídeo) e CoA (coenzima A).

Elas funcionam como transportadoras de energia, principalmente pelo recebimento ou pela doação de elétrons e de prótons provenientes das reações de oxirredução do metabolismo celular. Essa energia pode ser utilizada imediatamente, ser transportada ou ficar armazenada para ser utilizada posteriormente, com o mínimo de perda possível (uma fração sempre é dissipada como calor). O principal armazenador energético da célula é o ATP (adenosina trifosfato).



(A) Durante uma reação química, a enzima entra em contato com seu substrato, forma o complexo enzimático e, ao final, os produtos são liberados. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)
 (B) As enzimas também permitem a diminuição da energia de ativação necessária para a ocorrência de uma reação química, fazendo com que ela ocorra mais rápido.

Fonte: CAMPBELL, N. A. et al. *Biology*. 5. ed. Menlo Park: Benjamin Cummings, 1999.

• Fatores que interferem na estrutura das proteínas

Certas condições ambientais, como temperatura, pH e concentração de sais, podem alterar a estrutura tridimensional das proteínas, afetando sua atividade. Cada enzima, por exemplo, possui condições ótimas de temperatura e pH para seu funcionamento. As enzimas que atuam no corpo humano têm em geral temperaturas ótimas em torno de 37 °C, temperatura média do nosso organismo.

A **desnaturação** corresponde a uma alteração da estrutura espacial da proteína, podendo ser ocasionada por altas temperaturas ou por determinados processos químicos. Esse fenômeno provoca a perda da função biológica da proteína.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

Converse com um colega e elaborem uma justificativa para a afirmação: “Toda proteína é um polipeptídeo, porém nem todo polipeptídeo é uma proteína”.

Atividades

Não escreva no livro.

1 Leia e responda:

A proteína presente nos alimentos que ingerimos é processada no organismo e “quebrada” em moléculas simples, que podem ser absorvidas pelo nosso corpo.

- Com base na nomenclatura geralmente adotada para as enzimas, qual é o substrato que atua no processo descrito no texto acima?
- Como são chamadas as subunidades liberadas pela “quebra” das proteínas?

2 Leia a informação a seguir e faça o que se pede.

A deficiência de proteínas no organismo pode

ocasionar sintomas diversos, como deficiência de crescimento nas crianças, perda de tecidos corpóreos, alterações do sistema imunitário, alterações no cabelo e na pele e funcionamento inadequado de vários órgãos.

- Escreva um texto relacionando os sintomas apresentados e as funções das proteínas.
- Algumas pessoas optam por não incluir em sua dieta alimentos de origem animal. Que cuidados elas devem ter para evitar desenvolver sintomas da deficiência de proteínas? Complemente seu texto com essas informações.

Lipídios

Os **lipídios** são importantes fontes de energia para o ser humano. Eles constituem substâncias peculiares, cuja principal característica é a baixa solubilidade em água. São constituídos basicamente por muitos átomos de carbono e hidrogênio, uma proporção menor de átomos de oxigênio e também de nitrogênio, de fósforo e de enxofre, em alguns casos.

Os principais tipos de lipídios são os **glicerídios**, as **ceras**, os **fosfolipídios**, os **carotenoides** e os **esteroides**. De maneira geral, eles podem ser classificados em dois grandes grupos: lipídios com ácidos graxos e lipídios sem ácidos graxos. Ácidos graxos são moléculas formadas por cadeias longas de carbono com um grupo carboxila na extremidade. Muitos ácidos graxos são encontrados associados a outros componentes, formando moléculas de gordura. Contudo, alguns são encontrados livres no corpo humano, considerados um tipo de lipídio.



SEBASTIAN DUDA/SHUTTERSTOCK



GAMZOVA OLGA/SHUTTERSTOCK

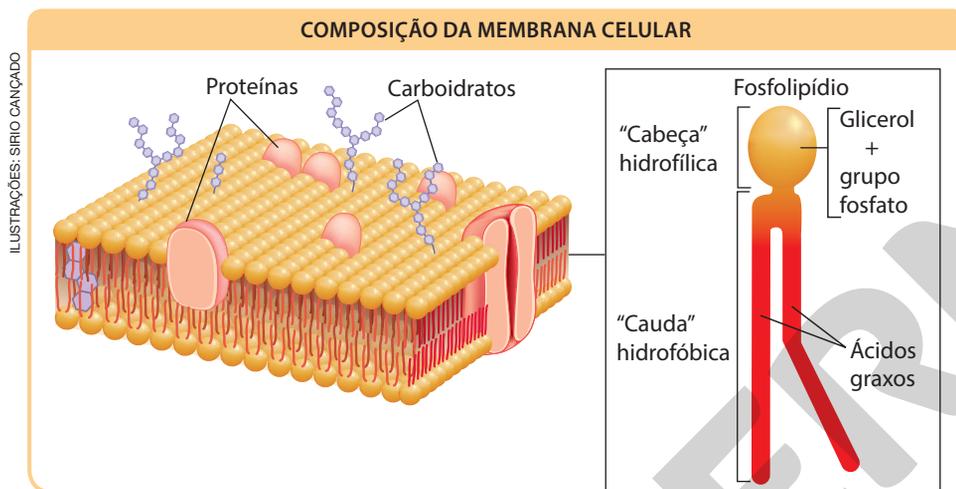
À temperatura ambiente, os glicerídios dos óleos vegetais, como os do azeite (A), são líquidos, e os glicerídios das gorduras animais, como os da manteiga (B), são sólidos.

Lipídios com ácidos graxos

- **Glicerídios:** são formados por uma combinação de até três longas cadeias de ácido graxo com uma molécula de glicerol (um álcool). Alguns exemplos são as gorduras animais e os óleos vegetais.
- **Ceras:** são constituídas por moléculas de ácido graxo unidas a uma molécula de álcool diferente do glicerol. As substâncias que recobrem a superfície das plantas, tornando-as impermeáveis e evitando a

perda de água, e a cera produzida pelas abelhas são exemplos desse tipo de lipídio.

- **Fosfolipídios:** têm em sua composição um grupo fosfato associado a ácidos graxos e glicerol. São constituídos por longas cadeias de ácidos graxos ligadas ao glicerol, que formam uma “cauda” hidrofóbica e uma “cabeça” hidrofílica. Desse modo, os fosfolipídios presentes nas membranas celulares dos seres vivos separam os ambientes extracelular e intracelular.



Representações esquemáticas da composição da membrana celular e, em detalhe, da estrutura de um fosfolipídio. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: CAMPBELL, N. A. et al. *Biology*. 5. ed. Menlo Park: Benjamin Cummings, 1999. **Proponha uma discussão sobre a ingestão de lipídios, destacando a importância da presença desses compostos, em quantidade adequada, na alimentação.**

Lipídios sem ácidos graxos

- **Carotenoides:** correspondem a um grupo de pigmentos encontrados nas plantas, que participa do processo de fotossíntese e confere a cor avermelhada ou alaranjada a determinadas estruturas. Alguns carotenoides são convertidos pelo corpo humano em vitamina A.
- **Esteroides:** constituem uma ampla variedade de substâncias, entre elas o colesterol, encontrado em alimentos de origem animal, como a manteiga e o leite. O colesterol pode ser sintetizado no fígado de animais e também faz parte da composição das membranas celulares, além de contribuir para a produção de hormônios como a testosterona (responsável pelas características sexuais masculinas) e a progesterona (hormônio feminino que participa do ciclo ovariano mensal e que é essencial para a manutenção da gravidez).

Funções dos lipídios

Os lipídios cumprem diferentes funções no organismo. Veja algumas a seguir.

- **Estrutural:** alguns lipídios, como os fosfolipídios e o colesterol, são componentes fundamentais das membranas celulares.
- **Energética:** os glicerídios (gorduras e óleos) armazenam energia e são usados quando há pouca disponibilidade de carboidratos no organismo. Eles ficam concentrados principalmente no tecido adiposo de animais e em sementes e frutos de plantas.
- **Protetora:** óleos e ceras formam coberturas protetoras na superfície de folhas, sementes e frutos das plantas e também na superfície da pele, de pelos e penas de muitos animais, evitando a perda de água.
- **Reguladora:** os esteroides e os ácidos graxos modificados constituem muitos hormônios e vitaminas que regulam alguns processos metabólicos.
- **Isolante:** a gordura funciona como um isolante térmico no corpo dos animais e um tipo específico de revestimento lipídico envolve os nervos, agindo como isolante elétrico.

NATIKA/SHUTTERSTOCK



A cenoura é um alimento rico em betacaroteno, um exemplo de carotenoide que, ao ser ingerido pelo ser humano, é transformado em vitamina A, essencial à visão.

Sabão em pó proteico



Gravura retratando uma fábrica de sabão do século XIX nos subúrbios de Paris, França. (Autoria desconhecida. *Fabricação de sabão*. 1870. Xilogravura.)

Os detergentes para roupas são produtos que retiram a sujeira dos tecidos. Isso é possível porque essas substâncias são capazes de diminuir a tensão superficial da água, facilitando a entrada nos tecidos e auxiliando na remoção das partículas de sujeira em suspensão.

O sabão em barra foi o primeiro detergente inventado pela humanidade. Ele era produzido a partir de óleos vegetais e gorduras animais. Existem registros históricos do uso de sabão na Mesopotâmia anteriores a 2000 a.C. Na Idade Média, o sabão era artigo de luxo, mas a partir do século XIX ele se tornou popular, sendo utilizado por todos os segmentos sociais.

Do século XIX até a década de 1960, os detergentes eram compostos de substâncias cáusticas ácidas e solventes, todas consideradas poluentes. No entanto, nessa década, surgiu uma nova geração de detergentes: o sabão em pó com enzimas (detergentes biológicos).

As enzimas mais comumente utilizadas nos sabões em pó são proteases, amilases, lipases e celulases. As proteases atuam removendo impurezas proteicas, por exemplo, degradando proteínas de pele descamada. As amilases atuam em manchas que contêm amido, como molhos, transformando a cadeia longa de amido em oligossacarídeos de cadeia curta, solúveis em água. As lipases atuam em manchas que contêm gordura, transformando os triglicerídios em ácidos graxos, solúveis em solução de pH baixo. E as celulases atuam nas

ligações glicosídicas da celulose das fibras de algodão, degradando-as, o que facilita a remoção da sujeira, promove maciez e brilho do tecido e intensifica a cor.

As grandes empresas desenvolvedoras dos sabões em pó investem muito na pesquisa de novas enzimas para aumentar ainda mais a eficiência de limpeza, mas principalmente para garantir um produto menos impactante ao meio ambiente.

1. De que forma os detergentes biológicos são mais sustentáveis do que os detergentes convencionais?
2. Muitos dos detergentes comercializados atualmente contêm em seus rótulos a especificação de serem biodegradáveis. Contudo, houve um tempo em que os detergentes não eram biodegradáveis e, ao serem eliminados, ficavam concentrados em corpos de água. Como a presença dessas substâncias influencia negativamente todo o ecossistema?
3. Nas etiquetas de roupas de seda natural e de lã não se recomenda a utilização de detergentes biológicos com risco de dano irreversível. Explique.
4. Em grupo, pesquisem o que é a tensão superficial da água. Na sequência, discutam como o tipo de ligação entre os átomos que compõem a molécula de água e a interação intermolecular estão relacionados à tensão superficial.

Atividades

Não escreva no livro.

- 1 Imagine que você está em um mercado comprando óleo de girassol e lê no rótulo do produto o seguinte aviso: “Não contém colesterol”. Explique por que esse aviso é desnecessário nesse produto.
- 2 Uma dieta que elimine completamente o consumo de açúcares e de gorduras pode ser considerada saudável? Por quê?
- 3 Pesquise o que são gorduras trans e suas principais características. Na sequência, converse com um colega sobre a importância de controlar a quantidade consumida desse tipo de gordura.

Comunicando ideias

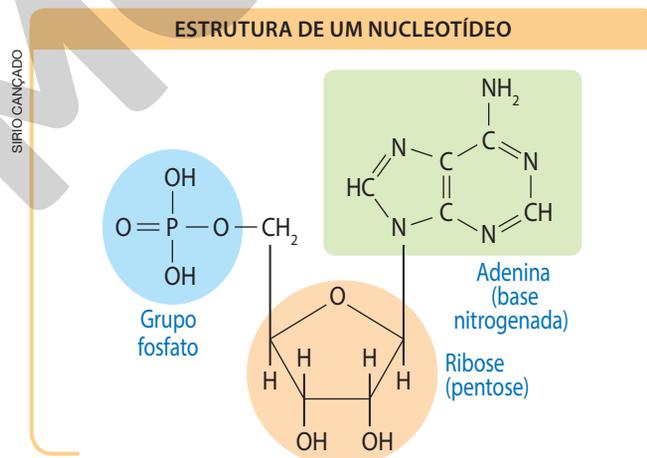
Não escreva no livro.

Na população brasileira, tem ocorrido um aumento no número de pessoas com excesso de massa corpórea e obesas. Muitos alimentos excessivamente calóricos e ricos em lipídios, como as bolachas recheadas e os salgadinhos, apresentam um custo relativamente baixo. Relacione esses dois fatos, discutindo de que modo aspectos sociais e econômicos podem estar relacionados a essa situação. Em grupo, proponham alternativas para amenizar essa situação e elaborem um vídeo curto sobre o assunto.

Ácidos nucleicos

Os **ácidos nucleicos** são macromoléculas relacionadas com o armazenamento, a transmissão e o uso da informação genética. Essas moléculas são constituídas por átomos de carbono, oxigênio, nitrogênio e fósforo. Há dois tipos de ácidos nucleicos: o **DNA** (ácido desoxirribonucleico) e o **RNA** (ácido ribonucleico).

Eles são compostos de cadeias com várias unidades denominadas **nucleotídeos**, cada um dos quais formado por um grupo fosfato, uma pentose e uma base nitrogenada.



Os nucleotídeos são formados por um grupo fosfato, uma pentose e uma base nitrogenada.

- **Grupo fosfato:** contém o elemento fósforo (P) e se liga à pentose do nucleotídeo. É responsável por ligar nucleotídeos adjacentes de uma mesma cadeia de ácido nucleico.
- **Pentose:** açúcar que, em um mesmo nucleotídeo, se liga ao grupo fosfato e à base nitrogenada. A pentose presente no DNA é a **desoxirribose**, e a presente no RNA é a **ribose**; daí o nome dos respectivos ácidos nucleicos.

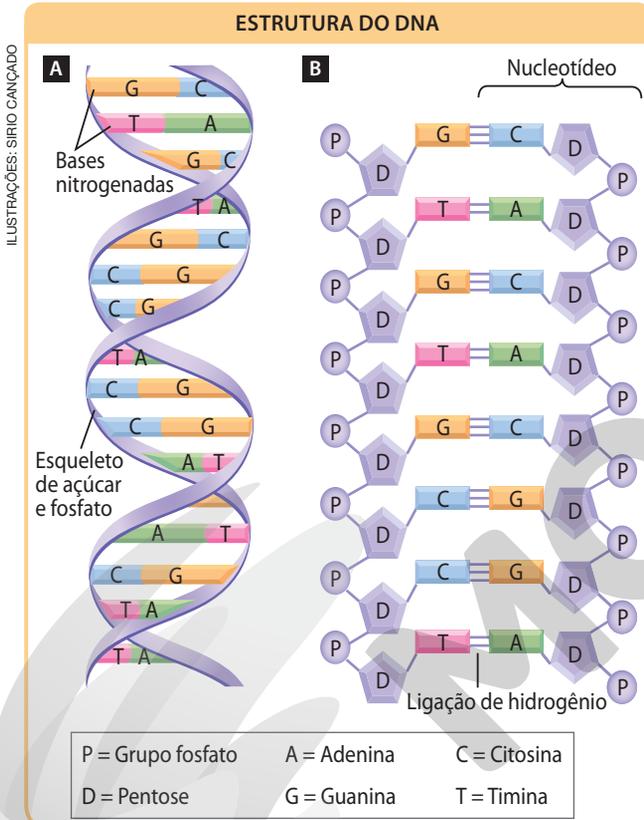
- **Base nitrogenada:** possui nitrogênio em sua composição. Os tipos são: **citossina (C)**, **guanina (G)**, **adenina (A)**, **timina (T)** e **uracila (U)**.

A molécula de DNA é constituída por duas longas cadeias, ou fitas, de nucleotídeos unidos em sequência. Apresenta uma estrutura espacial helicoidal, assemelhando-se a uma escada na forma de hélice ou "caracol". As bases nitrogenadas dos nucleotídeos estão orientadas para o interior da molécula, formando os "degraus da escada". As duas cadeias paralelas mantêm-se unidas por ligações de hidrogênio formadas entre as bases nitrogenadas de cada cadeia.

Na cadeia de DNA, estão presentes as seguintes bases nitrogenadas: adenina, timina, citosina e guanina. Elas são chamadas complementares, uma vez que sempre se ligam pelo mesmo padrão de pareamento: adenina com timina e citosina com guanina.

Diferentemente da molécula de DNA, a molécula de RNA é composta de apenas uma cadeia nucleotídica. As bases presentes são: adenina, uracila, citosina e guanina. O padrão de pareamento é adenina com uracila e citosina com guanina. Essa cadeia pode se dobrar sobre si mesma e assim formar ligações de hidrogênio entre bases nitrogenadas complementares distantes na molécula, gerando diferentes configurações tridimensionais.

Sugira aos estudantes a montagem de um modelo em dupla-hélice da molécula de DNA. Incentive-os a usar diferentes materiais.



Principais diferenças entre as moléculas de DNA e RNA	
DNA	RNA
Formada por duas cadeias de nucleotídeos.	Formada por uma única cadeia de nucleotídeos.
Contém as seguintes bases nitrogenadas: adenina, timina , citosina, guanina.	Contém as seguintes bases nitrogenadas: adenina, uracila , citosina, guanina.
A pentose é do tipo desoxirribose .	A pentose é do tipo ribose .
Forma tridimensionalmente uma dupla-hélice.	Forma diferentes configurações tridimensionais.

Representações esquemáticas da estrutura em dupla-hélice (A) e da estrutura plana (B) da molécula de DNA. Note na representação da estrutura plana as diferenças na quantidade de ligações de hidrogênio entre os pares de bases, duas no caso de timina e adenina e três no caso de citosina e guanina. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al. Biology*, 5. ed. Menlo Park: Benjamin Cummings, 1999.

Funções dos ácidos nucleicos

O DNA é o portador da informação genética transmitida dos progenitores aos descendentes. As moléculas de RNA são responsáveis pela expressão da informação contida no DNA e, na maioria dos casos, codificam a síntese das proteínas.

Esse processo tem duas etapas: a primeira é a **transcrição** da informação contida na molécula de DNA em RNA; a segunda é a **tradução** da informação contida no RNA em proteínas, que participam da expressão das características dos organismos.



- 1 Considere a seguinte sequência de bases nitrogenadas em uma cadeia de ácido nucleico:
ACGTTTAACGACAAGTATTAAGACAAGTATTAA
a) Esse ácido nucleico é um RNA ou um DNA? Justifique.
b) Qual seria a sequência complementar a essa cadeia?
- 2 Sabendo que uma molécula de DNA apresenta guanina a uma proporção de 20%, determine a porcentagem das outras três bases nitrogenadas que a compõem. Construa um gráfico que represente essas proporções.
- 3 Elabore um esquema explicando por que os ácidos nucleicos são fundamentais para os seres vivos.

Vitaminas

Vitaminas são substâncias orgânicas que constituem um grupo muito heterogêneo, diferenciando-se umas das outras tanto em suas estruturas químicas como em suas funções.

Algumas características comuns à maioria das vitaminas estão apresentadas a seguir.

- São moléculas pequenas, que devem ser adquiridas pela alimentação, pois não são sintetizadas pelo organismo, ou sintetizadas em quantidade insuficiente.
- São essenciais em quantidades ínfimas para manter a saúde do organismo.
- Grande parte funciona como coenzima, ou seja, participa de reações químicas em associação com as enzimas.
- Não são usadas como fonte de energia e não cumprem, em geral, funções estruturais.

As vitaminas podem ser classificadas em dois grupos, **lipossolúveis** e **hidrossolúveis**, de acordo com sua solubilidade e a quantidade recomendada.

- **Lipossolúveis:** solúveis em lipídios, como as vitaminas A, D, E e K, essas vitaminas ficam depositadas nos tecidos adiposos até serem usadas. Não necessitam ser ingeridas diariamente.
- **Hidrossolúveis:** solúveis em água, como as vitaminas do complexo B e a vitamina C. São armazenadas em quantidades pequenas no organismo e devem ser ingeridas frequentemente. Quando em excesso, são excretadas na urina.

Fontes naturais de vitaminas

As vitaminas não são sintetizadas pelos animais ou então são produzidas em quantidades muito pequenas, como é o caso da vitamina D. Assim, é preciso ingeri-las na dieta. Muitas são produzidas pelas plantas, o que torna importante o consumo de frutas, hortaliças e outros alimentos de origem vegetal, fontes naturais de diversas vitaminas necessárias ao nosso organismo. Algumas vitaminas, principalmente as lipossolúveis, também podem ser obtidas pelo consumo de alimentos de origem animal.

Muitas vitaminas são facilmente destruídas pela exposição ao calor e ao gás oxigênio do ar. Então, é necessário preservar ao máximo o valor vitamínico de frutas e hortaliças, consumindo-as cruas ou cozidas por pouco tempo, com a menor quantidade de água possível e cortadas próximo do momento de seu consumo, para evitar oxidação.

A quantidade necessária de cada vitamina para o corpo varia de espécie para espécie, e tanto a carência quanto o excesso, em alguns casos, podem causar transtornos ao organismo.



Frutas e hortaliças são importantes fontes naturais de vitaminas.

Importância das vitaminas		
Vitamina	Sintomas de sua deficiência	Principais fontes
Vitamina A (retinol)	Problemas de visão, pele seca, dores de cabeça, perda de cabelo.	Leite, hortaliças verde-escuras e cenouras.
Vitamina B2 (riboflavina)	Rachaduras na mucosa da boca.	Hortaliças verdes, carnes magras, ovos, fígado e leite.
Vitamina B3 (niacina)	Falta de energia e nervosismo extremo.	Nozes, carnes magras, ovos, fígado e leite.
Vitamina B6 (piridoxina)	Distúrbios nervosos, apatia.	Cereais integrais, fígado, carnes e leite.
Vitamina B8 (biotina)	Distúrbios neuromusculares.	Carnes, legumes e hortaliças.
Vitamina B9 (ácido fólico)	Anemia, problemas gastrointestinais.	Hortaliças verdes, laranja, nozes, legumes e grãos integrais.
Vitamina B12 (cobalamina)	Anemia perniciosa, distúrbios nervosos.	Carnes, ovos, leite e derivados.
Vitamina C (ácido ascórbico)	Fadiga, problemas de cicatrização e escorbuto.	Frutas como limão, laranja, kiwi e maracujá.
Vitamina D (calciferol)	Problemas nos dentes e ossos, raquitismo nas crianças.	Leite e gema de ovo; também produzida pelo organismo quando exposto à luz solar.
Vitamina E (tocoferol)	Anemia.	Óleos vegetais, nozes e sementes.
Vitamina K (filoquinona)	Hemorragias.	Hortaliças verdes.

A pele produz vitamina D quando exposta aos raios UV. O ideal é se expor diariamente durante, em média, 15 minutos, até às 10 horas ou após às 15 horas. É importante o uso de protetor solar no rosto, mas pernas e braços podem ser deixados livres, pois o protetor limita a absorção da luz.

Fonte: CAMPBELL, N. A. et al. *Biology: concepts and connections*. 6. ed. São Francisco: Benjamin Cummings, 2009.

Atividades

Não escreva no livro.

- Algumas pessoas costumam ingerir grandes quantidades de vitamina C na tentativa de evitar gripes e resfriados. Sabendo que essa é uma vitamina hidrossolúvel, explique por que essa prática pode não ser eficaz.
- Em um experimento realizado com ratos, observou-se que, ao receberem uma dieta com todo tipo de nutriente, exceto vitaminas, eles não cresciam. Ao adicionar à sua alimentação o suplemento de uma pequena quantidade de vitaminas, promovia-se o crescimento.
Se as vitaminas não apresentam função estrutural, como é possível explicar sua influência no processo de crescimento desses animais?
- Pesquise o que é escorbuto e como essa condição foi relacionada à carência de frutas cítricas na alimentação. Escreva um texto resumido com as principais informações obtidas com sua pesquisa.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

Entreviste familiares, amigos e vizinhos de variadas idades para saber se algum deles ingere diariamente suplementos vitamínicos, o porquê desse uso e se foi recomendado por um médico ou profissional da saúde. Comente os resultados de sua entrevista com seus colegas e compare com as informações obtidas por eles. A que conclusões vocês chegaram?

Nutrição Peça aos estudantes que tragam receitas tradicionais de suas famílias, passadas de geração para geração. Identifique e compare os ingredientes e as diferentes influências culturais.

A **nutrição** envolve diversos processos pelos quais os seres vivos assimilam as substâncias presentes nos alimentos. Os **nutrientes** obtidos da alimentação, como proteínas, lipídios, carboidratos, vitaminas e sais minerais, são distribuídos às células. Cada nutriente é fundamental para a manutenção do organismo, apresentando funções diversas, como vimos anteriormente.

Uma das principais funções dos nutrientes é fornecer a energia que mantém as atividades vitais do organismo. Cada alimento apresenta determinado valor energético, geralmente medido em **quilocalorias** (kcal) ou **quilojoules** (kJ). A alimentação deve suprir a necessidade energética do organismo e ser composta de diferentes nutrientes.

A caloria é uma unidade de medida de energia. A quantidade de calorias de um alimento corresponde à energia que ele fornece, o que depende da sua composição, ou seja, da quantidade de carboidratos, lipídios e proteínas presentes nele.

Para calcular o valor calórico de um alimento, deve-se multiplicar a quantidade de cada nutriente contida nele pelo valor energético que ele fornece por grama. Os carboidratos fornecem cerca de 4 kcal/g, os lipídios fornecem cerca de 9 kcal/g e as proteínas fornecem cerca de 4 kcal/g.

Origens da culinária brasileira



RENATO SOARES/PULSAR IMAGENS

A culinária brasileira é resultante da influência europeia (principalmente portuguesa), indígena e africana, o que reflete a história do país.

Na época da chegada dos portugueses ao Brasil, a dieta dos indígenas, os habitantes nativos, era constituída principalmente de diversas partes de plantas, como palmitos, sementes, frutas, e também de carne proveniente de caça. O principal alimento consumido pelos indígenas era a mandioca (*Manihot esculenta*). Dela obtinha-se farinha, tapioca, beiju e também bebidas alcoólicas.

Como o trigo europeu não estava adaptado às condições climáticas brasileiras, os portugueses passaram a usar a farinha de mandioca no preparo de vários pratos, como bolos, caldos, cozidos e outros.

A influência africana na alimentação brasileira ocorreu após a implementação da escravidão e chegada dos negros escravizados, traficados de vários países africanos. Essa cultura influenciou principalmente o modo de preparar e temperar os alimentos. Também introduziu novos ingredientes, como o coco, a banana, o café, a pimenta-malagueta e o azeite de dendê.

Nos engenhos de açúcar, as cozinhas eram entregues aos cuidados das negras africanas escravizadas, que passaram a adaptar seus hábitos culinários aos dos europeus, utilizando ingredientes encontrados no Brasil. O modo africano de cozinhar e temperar incorporou elementos culinários e pratos típicos portugueses e indígenas, transformando as receitas originais e dando forma à cozinha brasileira.

Nas casas-grandes dos engenhos, o açúcar era sinal de riqueza. Assim surgiu quase uma centena de variações de receitas de doces, como o pé de moleque, a cocada, a pamonha, a canjica, o mingau, as compotas e as frutas secas. Os doces já conhecidos pelos portugueses passaram por algumas modificações locais: é o caso do arroz-doce, originalmente feito com gemas de ovo, que passou a ser preparado com leite de coco.

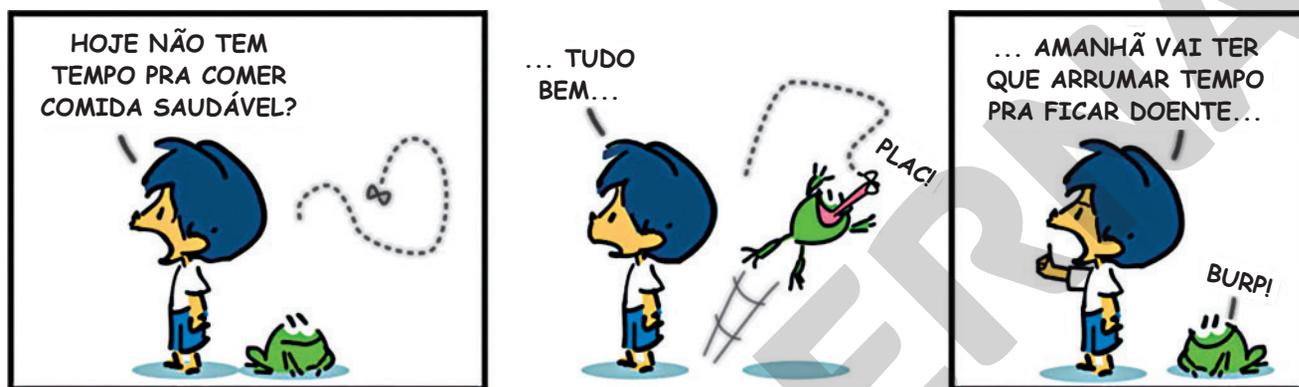
Pirâmides alimentares

Uma alimentação balanceada caracteriza-se pela ingestão de nutrientes variados, em quantidades adequadas. A composição desse tipo de alimentação é motivo de muito estudo.

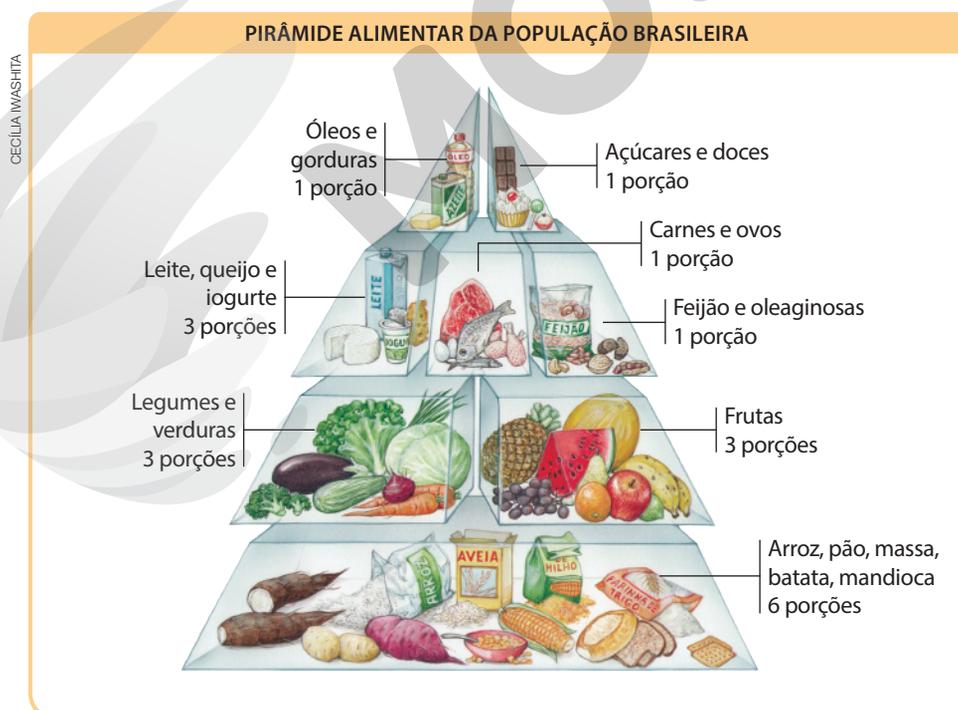
Com o intuito de auxiliar a população a desenvolver uma alimentação equilibrada, órgãos governamentais pelo mundo todo vêm criando guias de alimentação, nos quais agrupam os alimentos de acordo com seus nutrientes. Esses guias apresentam sugestões do consumo diário de cada um dos grupos alimentares. É comum o uso da representação na forma de **pirâmides alimentares**, aprovadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Elas sugerem a quantidade diária de cada grupo alimentar que uma pessoa deve ingerir: quanto mais próximo da base, maior é essa quantidade.

A primeira pirâmide alimentar foi sugerida pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), em 1992. Segundo essa pirâmide, o consumo de gorduras e óleos deveria ser diminuído ao máximo, enquanto o consumo de carboidratos (presentes em pães, arroz branco, massas, cereais em flocos, biscoitos etc.) deveria constituir a base da alimentação diária.

Outras propostas foram apresentadas, e uma delas é a pirâmide da alimentação saudável, sugerida em 2002 por pesquisadores da Universidade Harvard, também nos Estados Unidos. Nessa proposta, foram considerados alimentos que previnem o aparecimento de doenças como o câncer, que aumentam o HDL (“colesterol bom”) e que diminuem o LDL (“colesterol ruim”), entre outras importantes funções. Pães, arroz branco, massas e batatas passaram para o topo, com carnes vermelhas e manteigas, enquanto os óleos vegetais foram para a base, com os cereais integrais. Além das recomendações alimentares, abaixo da base da pirâmide foi incluída a sugestão de realização de atividades físicas frequentes, procurando combater o sedentarismo, que pode contribuir para o aparecimento de uma série de doenças crônicas.



Diferentes versões de pirâmides alimentares foram elaboradas especificamente para diversos países do mundo, considerando as características da população, de modo a aprimorar esse recurso de orientação e de informação. No Brasil, em 2014, foi lançado pelo Ministério da Saúde um guia alimentar para a população brasileira.



Aqui poderão surgir várias questões sobre dieta alimentar e diferentes regimes para emagrecimento. Oriente os estudantes na leitura das tabelas nutricionais e, principalmente, na compreensão das pirâmides alimentares. É importante ressaltar que tabelas nutricionais, pirâmides e guias alimentares são sugestões e podem servir de referência na escolha dos alimentos que o indivíduo vai consumir.

(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte dos dados: Guia alimentar para a população brasileira. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

Os quadros a seguir apresentam a classificação dos tipos de alimentos e as recomendações para uma alimentação saudável.

Tipos de alimentos	O que são?	Exemplos
<i>In natura</i>	Alimentos obtidos diretamente de plantas ou de animais e que não sofrem alteração alguma após deixar a natureza.	Legumes, frutas, raízes e tubérculos.
Minimamente processados	Alimentos submetidos a processos de limpeza, remoção de partes não comestíveis ou indesejáveis, moagem, secagem, fermentação, pasteurização, refrigeração, congelamento e processos similares.	Arroz, feijão, leite pasteurizado e farinha de mandioca.
Processados	Alimentos fabricados pela indústria com a adição de sal, açúcar ou outra substância de uso culinário, para torná-los duráveis e mais agradáveis ao paladar.	Extrato de tomate, frutas em calda, carne-seca e atum enlatado.
Ultraprocessados	Formulações industriais feitas inteiramente ou majoritariamente de substâncias extraídas de alimentos, derivadas de constituintes de alimentos ou sintetizadas em laboratório com base em matérias orgânicas, como petróleo e carvão.	Biscoitos, sorvetes, balas, refrigerantes e salsichas.

Fonte dos dados: *Guia alimentar para a população brasileira*. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

Dez passos para uma alimentação adequada e saudável	
1. Fazer de alimentos <i>in natura</i> ou minimamente processados a base da alimentação.	6. Fazer compras em locais que ofertem variedades de alimentos <i>in natura</i> ou minimamente processados.
2. Utilizar óleos, gorduras, sal e açúcar em pequenas quantidades ao temperar e cozinhar alimentos e criar preparações culinárias.	7. Desenvolver, exercitar e partilhar habilidades culinárias.
3. Limitar o consumo de alimentos processados.	8. Planejar para dar à alimentação o tempo que ela merece.
4. Evitar o consumo de alimentos ultraprocessados.	9. Dar preferência, quando fora de casa, a locais que servem refeições feitas na hora.
5. Comer com regularidade e atenção, em ambientes apropriados e, sempre que possível, com companhia.	10. Ser crítico quanto a informações, orientações e mensagens sobre alimentação veiculadas em propagandas comerciais.

Fonte dos dados: *Guia alimentar para a população brasileira*. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

Além das recomendações quanto à quantidade e ao tipo de nutrientes que devem ser ingeridos, outras atitudes são incentivadas, visando à melhoria da saúde da população.

Algumas delas estão descritas a seguir.

- **Realização de atividades físicas regulares:** reduz o risco de diversas doenças relacionadas ao sedentarismo. Além disso, contribui para o controle da massa corpórea, para a saúde dos ossos, das articulações e dos músculos, além de diminuir sintomas de ansiedade e depressão, entre outros benefícios.



EDUSMAY2566/SHUTTERSTOCK

- **Consumo de água:** é indispensável ao funcionamento adequado do organismo. Independentemente de outros líquidos, é recomendado ingerir uma quantidade adequada de água por dia, preferencialmente entre as refeições.
- **Diminuição do consumo de alimentos processados:** reduz o risco de ocorrência de obesidade, hipertensão arterial, diabetes e doenças cardiovasculares, pois esses alimentos geralmente apresentam alta concentração de sal, açúcar e gordura.

A prática regular de atividades físicas faz parte das recomendações para uma vida saudável. (Brasília, DF, 2019.)

Atividades

Não escreva no livro.

- 1 O glúten é uma proteína encontrada no trigo, na cevada, na aveia e no centeio. Algumas pessoas apresentam intolerância permanente ao glúten, conhecida como doença celíaca. Para os celíacos, o consumo dessa proteína provoca uma reação do sistema imunitário que danifica a estrutura da mucosa do intestino delgado, impossibilitando a absorção de nutrientes.
Explique como isso pode ser prejudicial ao portador dessa intolerância.
- 2 Em relação às recomendações para uma alimentação balanceada, qual é a importância de

o arroz e o feijão serem a base da alimentação da população brasileira? Pesquise os nutrientes que compõem esses alimentos.

- 3 Comente a frase a seguir relacionando-a com a pirâmide alimentar ilustrada neste item.
Nem toda gordura é maléfica, nem todo carboidrato é benéfico.
- 4 Calcule o valor calórico de 100 g de batata cozida, sabendo que ela contém 20 g de carboidratos, 1,9 g de proteínas e 0,1 g de lipídios. Em seguida, faça a conversão para quilojoules (1 kcal corresponde a 4,19 kJ).

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

1. Suponha que você e um grupo de amigos estivessem analisando os rótulos de diversos alimentos e se deparassem com um que não continha informações nutricionais completas. Redija com um colega uma carta ou um e-mail para a empresa responsável pela produção desse alimento, apontando o problema e destacando a importância dessa informação para a população.
2. Escolha um prato que costuma ser preparado em sua casa. Pesquise a sua origem, assim como a dos ingredientes. Apresente oralmente a receita para os seus colegas e as curiosidades que você encontrou na pesquisa sobre a sua história.

Fique por dentro

Internet

Organização Mundial da Saúde alerta: nutrição pode salvar vidas até 2025

<<https://jornal.usp.br/atualidades/organizacao-mundial-da-saude-alerta-nutricao-pode-salvar-vidas-ate-2025/>>

Áudio da entrevista com Nídia Pucci, nutricionista-chefe do Hospital das Clínicas, destaca a importância da prevenção em nutrição.

Diabetes no Brasil e no mundo

<<https://www.diabetes.org.br/profissionais/images/2018/poster-atlas-idf-2017.pdf>>

Material produzido pela Federação Internacional de Diabetes com informações sobre o número de pessoas com diabetes em diferentes regiões do mundo e do Brasil em 2017 e previsão para 2045.

Da cozinha para o tanque de combustível

<<http://cienciahoje.org.br/da-cozinha-para-o-tanque-de-combustivel/>>

Artigo que discute a produção do biodiesel a partir do óleo de fritura como uma alternativa para reduzir o impacto ambiental causado pelos combustíveis fósseis.

Acessos em: 10 abr. 2021.

Livros

BERGALLO, Laura. *Alice no espelho*. São Paulo: SM, 2007.

Para enfrentar seus problemas, que passam pela ausência do pai e pelo descaso da mãe, Alice começa a se autodestruir, entrando num processo de anorexia e bulimia. Mesclando a história de Alice com a de *Alice no país do espelho*, clássico de Lewis Carroll, a autora retrata de modo sensível um drama presente na vida de muitos jovens.

CASCUDO, Luís da Câmara. *A história da alimentação no Brasil*. São Paulo: Global, 2011.

O autor reuniu, durante mais de 20 anos, informações sobre a alimentação no Brasil, analisando o tríplice legado que formou a cozinha brasileira típica: as heranças indígena, africana e portuguesa.

KOWALTOWSKI, Alicia. *O que é metabolismo?* São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

Em formato de perguntas e respostas, o livro explica como os alimentos que ingerimos são transformados em moléculas essenciais ao nosso organismo e em energia.

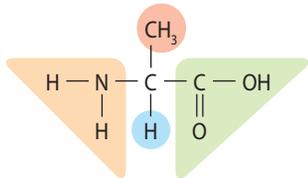
Filme

Muito além do peso. Direção: Estela Renner. Brasil, 2012. (84 min.)

Documentário que trata da maior epidemia infantil da história: a obesidade. Apresenta depoimentos de crianças, pais, professores e especialistas nacionais e internacionais.

ATIVIDADES FINAIS

- 1 Identifique o tipo de molécula representado abaixo. O que cada cor está destacando? Quais desses grupamentos são sempre os mesmos nesse tipo de molécula?



- 2 O rompimento das ligações peptídicas de uma proteína ocasiona liberação de:
- seus aminoácidos constituintes.
 - seus monossacarídeos constituintes.
 - seus nucleotídeos constituintes.
 - ácido graxo e glicerol.

- 3 Que modelo está sendo representado na imagem abaixo? Explique-o e descreva sua importância.



- 4 Redija um pequeno texto explicando o esquema abaixo para um colega.



- 5 A castanheira-do-pará é uma árvore de grande porte encontrada no Brasil, cuja semente, a castanha-do-pará, é muito apreciada na culinária. Assim como a maioria das árvores, a castanheira absorve água do solo pela raiz, e essa água precisa ser transportada para todas as partes da planta, incluindo as folhas da copa, que podem estar a uma distância de 50 metros do solo. Explique qual propriedade da água possibilita esse transporte e como ele acontece.

- 6 A tabela abaixo apresenta a quantidade de dois tipos de base nitrogenada em duas moléculas de ácido nucleico. Determine qual ácido nucleico corresponde a cada coluna, levando em consideração a estrutura característica de cada uma dessas moléculas.

Bases nitrogenadas	Ácidos nucleicos	
	I	II
Citosina	20%	10%
Guanina	20%	35%

Fonte: Dados fictícios.

- 7 A deficiência de ferro no organismo pode provocar um tipo de anemia, que se caracteriza pela diminuição de glóbulos vermelhos e pela falta de energia no organismo. Explique a relação entre essas características e a função do ferro no organismo.

Compare as porcentagens dos componentes nutricionais encontrados na gema do ovo de uma galinha e responda às questões de 8 a 10.

Composição nutricional aproximada do ovo de uma galinha (a cada 100 g)					
Porção	Água (g)	Proteínas (g)	Lipídios (g)	Carboidratos (g)	Sais minerais, vitaminas e outros componentes (g)
Gema	48,81	16,76	32,15	1,78	0,5
Clara	87,81	10,52	0	1,03	0,6

Fonte dos dados: Enciclopédia Britannica. Disponível em: <<https://www.britannica.com/topic/egg-food>>. Acesso em: 15 jul. 2020.

- 8 Quais são os componentes com maior representatividade na gema do ovo?
- 9 Quais são os componentes com maior representatividade na clara do ovo?
- 10 Proponha uma explicação que relacione a proporção das moléculas presentes na gema do ovo com a função de nutrir o embrião da ave.

Alguns alimentos ora são inimigos, ora são aliados da alimentação saudável. Leia o texto a seguir, que trata dessa discussão, e responda às questões de 11 a 16.

Agora essa. Descobriram que ovo, afinal, não faz mal. Durante anos, nos aterrorizaram. Ovos eram bombas de colesterol. Não eram apenas desaconselháveis, eram mortais. Você podia calcular em dias o tempo de vida perdido cada vez que comia uma gema. Cardíacos deviam desviar o olhar se um ovo fosse servido num prato vizinho: ver ovo fazia mal. E agora estão dizendo que foi tudo um engano, o ovo é inofensivo. O ovo é incapaz de matar uma mosca. A próxima notícia será que *bacon* limpa as artérias. Sei não, mas me devem algum tipo de indenização. [...] O fato é que quero ser ressarcido de todos os ovos fritos que não comi nestes anos de medo inútil. E os ovos mexidos, e os ovos quentes, e as omeletes babadas, e os toucinhos do céu, e, meu Deus, os fios de ovos. Os fios de ovos que não comi para não morrer dariam várias voltas no globo. Quem os trará de volta? [...] Ovo frito na manteiga! O rendado marrom das bordas tostadas da clara, o amarelo provençal da gema... Eu sei, eu sei. Manteiga ainda não foi liberada. Mas é só uma questão de tempo.

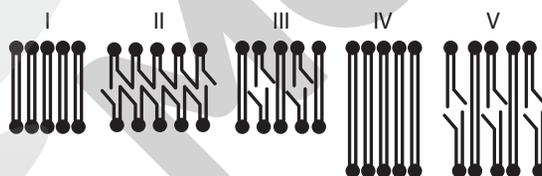
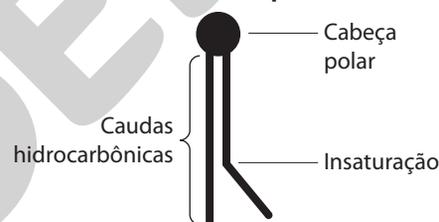
Fonte: VERISSIMO, L. F. *A mesa voadora*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

- 11 O texto é uma crônica que faz crítica com humor a partir do exagero e da ironia. Retire dele frases que comprovem esse posicionamento.
- 12 A partir do texto, é possível reconhecer que o autor gosta ou não gosta de ovo? Qual é a principal reclamação do autor?
- 13 Que alternativa explica, de acordo com o texto, a principal conclusão em relação ao ovo?
- O ovo é uma das principais causas de obesidade e ataques cardíacos.
 - Comparado a outros alimentos, o ovo não contém colesterol.
 - O ovo era considerado um vilão da alimentação e agora não mais.
 - O ovo sempre foi visto como vilão e vai continuar sendo, porque é um alimento de origem animal, que contém muito colesterol.
- 14 Faça uma pesquisa sobre as recomendações mais recentes em relação ao consumo do ovo.
- 15 Os estudos científicos são importantes para ajudar o consumidor a escolher seus alimentos? Por quê?
- 16 Discuta com seus colegas as dificuldades de acompanhar as mudanças de opinião causadas pelas novas descobertas.

- 17 (Enem) A fluidez da membrana celular é caracterizada pela capacidade de movimento das moléculas componentes dessa estrutura. Os seres vivos mantêm essa propriedade de duas formas: controlando a temperatura e/ou alterando a composição lipídica da membrana. Neste último aspecto, o tamanho e o grau de insaturação das caudas hidrocarbônicas dos fosfolipídios, conforme representados na figura, influenciam significativamente a fluidez. Isso porque, quanto maior for a magnitude das interações entre os fosfolipídios, menor será a fluidez da membrana.

Assim, existem bicamadas lipídicas com diferentes composições de fosfolipídios, como as mostradas de I a V.

Representação simplificada da estrutura de um fosfolipídio



Qual das bicamadas lipídicas apresentadas possui maior fluidez?

- I
- II
- III
- IV
- V

Próximos passos

A partir da noção de que todos os organismos são constituídos por alguns elementos químicos essenciais, aprendemos ao longo do capítulo as propriedades da água e de outras substâncias dos seres vivos, como os carboidratos, lipídios, proteínas, ácidos nucleicos, minerais e vitaminas. Vimos como esses componentes são importantes para a manutenção da vida, como obtenção de energia e constituição estrutural e funcional das células.

No próximo capítulo, a partir do conceito de isomeria constitucional e estereoisomeria, você estudará como as propriedades das substâncias estão associadas não apenas às suas fórmulas moleculares, mas também às suas fórmulas estruturais.

Compostos diferentes com a mesma fórmula molecular

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

BNCC:

EM13CNT104
EM13CNT205
EM13CNT207
EM13CNT301
EM13CNT302

Para começo de conversa

É bem provável que você já tenha se deparado com o termo “gordura *trans*” em noticiários, livros e artigos de divulgação científica. Esse tipo de gordura tem ganhado destaque nas últimas décadas devido a pesquisas que associaram seu consumo a problemas de saúde.

Encontrada na gordura de animais ruminantes, a gordura *trans* faz parte da dieta humana há séculos, mas seu consumo se intensificou com a produção industrial, a partir da década de 1920, e durante os períodos de guerra por conta, principalmente, de suas características, como baixo custo de produção, sabor agradável e durabilidade maior do que a de outros tipos de gorduras.

Com o objetivo de reduzir seu consumo, a Organização das Nações Unidas (ONU) recomendou, em 1995, que a quantidade ingerida de gordura *trans* não ultrapassasse 1% do valor energético diário (equivalente a 2 g/dia de uma dieta de 2.000 kcal). Orientação que mudou em 2004, quando passou a recomendar a eliminação da gordura *trans* industrial, o que foi reforçado em 2013 e em anos posteriores. Uma publicação da Organização Mundial da Saúde (OMS) de 2018 indicou que a ingestão desse tipo de gordura contribua, por ano, com mais de 500 mil mortes por doenças cardiovasculares.

No final de 2019, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) do Brasil publicou regras que, a partir de 2021, limitarão progressivamente o uso da gordura *trans* em alimentos industrializados até seu completo banimento, previsto para 2023.

Em rótulos de alimentos, é possível encontrar informações relativas às gorduras: saturada, insaturada e *trans*. Você sabe qual é a diferença entre elas? Se souber, explique.

Quais malefícios podem ser causados pelo consumo em excesso de gordura *trans* e em quais alimentos ela está presente?

Neste capítulo, você poderá compreender melhor sobre essa questão, com o estudo a respeito do fenômeno da isomeria e de sua importância biológica e social.



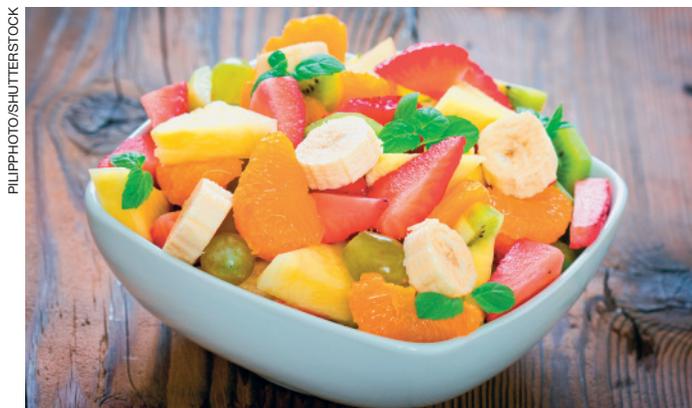
FG TRADE/E+/GETTY IMAGES

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

Consumidores lendo rótulo de alimento industrializado. Brasil, 2019. Ler os rótulos dos alimentos é fundamental para identificar o que estamos consumindo.

O conceito de isomeria: um pouco de história

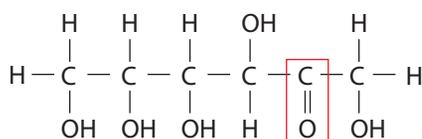
Compostos de mesma fórmula molecular, mas com propriedades diferentes, são chamados de **isômeros**. É o caso dos carboidratos frutose e glicose, presentes em várias frutas, como morango ou laranja.



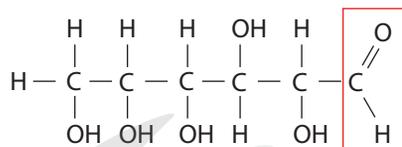
Professor, é importante que em suas aulas de isomeria seja fornecida aos estudantes uma tabela com os principais grupos funcionais da Química Orgânica.

A maioria das frutas que aparecem na imagem são ricas em frutose, um tipo de açúcar.

Apesar de os dois carboidratos terem a mesma composição química, $C_6H_{12}O_6$, nas moléculas de frutose há o grupo característico das cetonas, CO, enquanto nas de glicose há o grupamento funcional dos aldeídos, HCO.



frutose



glicose



grupo funcional das cetonas



grupo funcional dos aldeídos

Essa diferença estrutural explica as distintas propriedades entre esses isômeros.

O fenômeno da isomeria é bastante comum na natureza e o ser humano tem produzido diversas substâncias artificiais que apresentam essa característica. Para se ter uma ideia da importância desse assunto, boa parte dos medicamentos contém substâncias orgânicas em sua composição, e muitas delas são isômeras de compostos que não têm atividade biológica semelhante. Entender as propriedades químicas dos medicamentos e sua interação com o organismo é fundamental para profissionais da área de Saúde, em especial os farmacologistas.

Os primeiros isômeros de que se tem registro foram as substâncias inorgânicas fulminato de prata (AgCNO), identificada pelo químico alemão Justus von Liebig (1803-1873) e pelo químico e físico francês Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850) em 1824, e cianato de prata (AgNCO), identificada pelo químico alemão Friedrich Wöhler (1800-1882) em 1825. Note que o fenômeno da isomeria não é exclusivo das substâncias orgânicas.

Naquela época, não existia o conceito de isomeria, que só foi formulado pelo químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) em 1830. No entanto, Gay-Lussac já imaginava que, para explicar as diferentes propriedades dessas duas substâncias, deveria supor outro modo de combinação entre os "átomos".

Atualmente, o fenômeno da isomeria é classificado em dois grandes grupos: a **isomeria constitucional** e a **estereoisomeria**.

Professor, alguns estudantes podem desconhecer as profissões de tintureiro e curtidor. Tintureiros são profissionais que trabalham em lavanderias ou estabelecimentos que tingem tecidos. Já os curtidores trabalham em curtumes, estabelecimentos que processam o couro cru, para que ele possa ser utilizado em objetos.

A trajetória de Liebig

[...] Ao contrário de outros químicos que alcançaram renome, [Justus von] Liebig já sabia desde cedo qual seria sua profissão. “Químico”, dizia ele, sob uma saraivada de vaias e risos, quando o professor e os colegas de classe perguntavam-lhe o que queria ser quando adulto. A “profissão” de químico era então algo meio nebuloso, indefinido. O pai Johann Georg [...] era comerciante de pigmentos, corantes, vernizes, e muitos dos produtos vendidos ele próprio fabricava em sua casa, e com eles experimentava, diante dos olhos de Justus. Atraíam a atenção do menino os “mágicos” que vinham às feiras em Darmstadt; observou como um deles fabricava uma substância explosiva dissolvendo prata em ácido nítrico e adicionando álcool, observação que levaria depois ao estudo dos fulminatos. O menino Justus visitou em Darmstadt os saboeiros, tintureiros e curtidores. Frequentou em Darmstadt o *Ludwig-Georgs-Gymnasium*, mas não concluiu os estudos. As muitas histórias de que teria sido expulso da escola por causa de seus “experimentos químicos” não passam de anedota, o motivo da interrupção dos estudos era mesmo financeiro. [...] Em 1819 trabalhou como aprendiz em uma farmácia em Heppenheim, de onde saiu não por causa da explosão “bem-sucedida” que teria lançado aos céus a janela de seu quarto no sótão, mas porque o pai não mais tinha condições de pagar os custos da aprendizagem com o farmacêutico Gottfried Pirsch (1792-1850) [...]. Diria Liebig mais tarde que aos 16 anos dominava, ainda que de forma assistemática, todo o conhecimento químico de seu tempo. De volta à casa dos pais, adquiriu conhecimentos químicos nos livros da biblioteca do grão-duque de Hessen, colocados à disposição do público desde 1817 [...]. Os relatos autobiográficos de Liebig, escritos no final da vida, como aqueles publicados por seu filho, o médico Georg von Liebig (1837-1907), colaboraram [...] para dar vida a muitos episódios anedóticos de sua infância e juventude.

[...]

MAAR, J. H. Justus von Liebig, 1803-1873. Parte 1: vida, personalidade, pensamento. *Química Nova*, São Paulo, v. 29, n. 5, set./out. 2006. Disponível em: <http://quimicanova.sbg.org.br/detalhe_artigo.asp?id=2551>. Acesso em: 13 maio 2020.

1. As anedotas, também conhecidas como piadas, são um gênero textual humorístico cujo objetivo é provocar risos e gargalhadas em quem as lê ou escuta. Leia o exemplo a seguir.



Sob orientação do professor, elabore uma anedota envolvendo algum tema de Ciências da Natureza e compartilhe com os colegas de sala. No final das apresentações, os estudantes podem selecionar as melhores anedotas e organizar um mural para socializar com toda a escola.

2. O texto menciona que, em um episódio na infância, Liebig recebeu “uma saraivada de vaias e risos” ao ser questionado sobre a profissão que ele queria seguir quando fosse adulto. Essa reação, de acordo com o texto, ocorreu porque a profissão de químico não era definida naquela época. Esse comportamento hoje em dia seria bem parecido ao entrevistar pessoas sobre uma nova profissão, que tenha pouco prestígio na sociedade. Elabore um questionário e entreviste ou realize uma pesquisa com parentes, colegas ou conhecidos de sua vizinhança, com o objetivo de identificar suas opiniões sobre essa profissão. Pesquise também informações sobre o mercado de trabalho dos químicos. Compartilhe com os demais estudantes as informações obtidas.

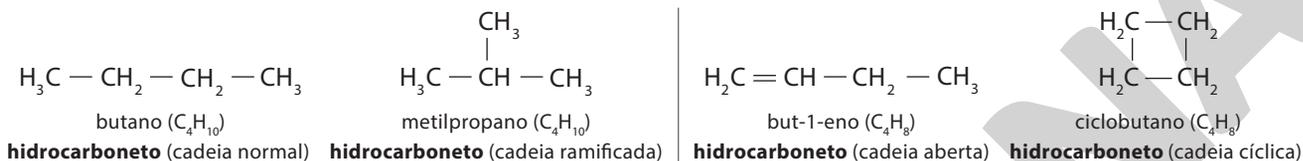
Isomeria constitucional

Quando dois isômeros podem ser diferenciados por meio de suas fórmulas estruturais, dizemos que são **isômeros constitucionais**. O propeno (C₃H₆) e o ciclopropano (C₃H₆), por exemplo, são considerados isômeros constitucionais.

Há diversos tipos de isomeria constitucional, antigamente chamada de isomeria plana, entre as quais a isomeria de cadeia, de posição, de função e de compensação.

Isomeria de cadeia

Quando dois isômeros pertencem à mesma função química, mas diferem na cadeia carbônica, são considerados isômeros de cadeia. Observe a seguir as fórmulas estruturais dos hidrocarbonetos isômeros butano e metilpropano e dos isômeros but-1-eno e ciclobutano.



Professor, é possível aparecer compostos com mais de um grupamento funcional (funções mistas) e ainda assim podem apresentar isomeria de cadeia.

Caixa de ferramentas

Alguns critérios adotados para classificar as cadeias carbônicas são apresentados a seguir.

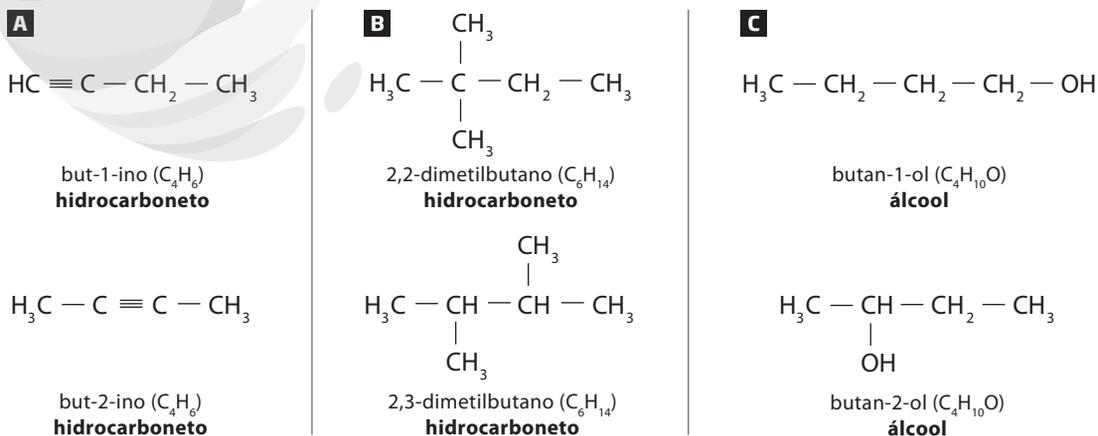
- **Tipo de ligação entre os átomos de carbono:** quando a cadeia carbônica apresenta somente ligação simples entre átomos de carbono, ela é classificada como **saturada**. A presença de insaturação, ou seja, ligação dupla ou tripla entre átomos de carbono, classifica a cadeia como **insaturada**.
- **Presença de heteroátomo:** heteroátomo é um átomo de outro elemento químico que está ligado entre átomos de carbono da cadeia. Quando isso ocorre,

dizemos que a cadeia é **heterogênea**. Caso contrário, ela é classificada em **homogênea**.

- **Presença de ramificação:** quando os átomos de carbono estão ligados todos em sequência, ou seja, quando há apenas duas extremidades, a cadeia é classificada em **normal**. Quando há três ou mais extremidades, ela é classificada como cadeia **ramificada**.
- **Disposição dos átomos:** quando os átomos de carbono de uma cadeia se unem formando uma estrutura em anel, ela é classificada em **fechada** ou **cíclica**. Caso contrário, ela é classificada em **aberta** ou **acíclica**.

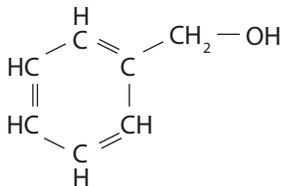
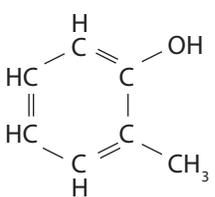
Isomeria de posição

Nesse caso, os isômeros apresentam o mesmo grupo funcional e a cadeia principal apresenta o mesmo número de átomos de carbono. Os isômeros de posição diferem entre si na posição de insaturações ou de grupos de átomos – ramificações ou grupos funcionais – ligados à cadeia principal. Observe os exemplos a seguir e note as semelhanças e as diferenças em relação aos nomes dos compostos.



Isomeria de função

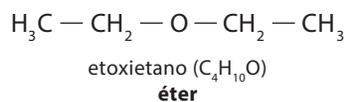
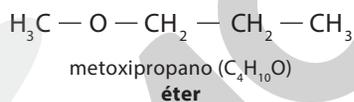
Nesse caso, os isômeros apresentam grupos funcionais diferentes. Observe os exemplos a seguir.

Isomeria álcool-fenol	Isomeria álcool-éter	Isomeria aldeído-cetona	Isomeria ácido carboxílico-éster
 <p>fenilmetanol (C₇H₈O) álcool</p>  <p>2-metilfenol (C₇H₈O) fenol</p>	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH}$ <p>etanol (C₂H₆O) álcool</p> $\text{H}_3\text{C} - \text{O} - \text{CH}_3$ <p>metoximetano (C₂H₆O) éter</p>	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{H}$ <p>propanal (C₃H₆O) aldeído</p> $\text{H}_3\text{C} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{CH}_3$ <p>propanona (C₃H₆O) cetona</p>	$\text{H}_3\text{C} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{OH}$ <p>ácido etanoico (C₂H₄O₂) ácido carboxílico</p> $\text{H} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - \text{CH}_3$ <p>metanoato de metila (C₂H₄O₂) éster</p>

Isomeria de compensação

Para que dois isômeros sejam classificados em isômeros de compensação, é necessário que apresentem o mesmo grupo funcional, que a cadeia carbônica seja heterogênea e que nela o heteroátomo – átomo de outro elemento químico posicionado entre dois átomos de carbono na cadeia – possa ocupar diferentes posições.

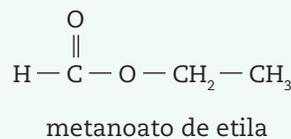
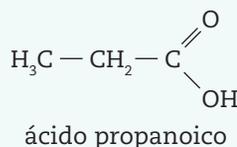
Entre os exemplos frequentes de isômeros de compensação estão os éteres (ROR'), os ésteres (RCOOR') e as aminas (com exceção das primárias, cuja cadeia é homogênea). Observe o exemplo:



Atividades

Não escreva no livro.

- O metanoato de etila é uma substância utilizada como flavorizante em produtos alimentícios, conferindo a eles o aroma artificial de groselha. Já o seu isômero, o ácido propanoico, também é empregado na indústria alimentícia, mas como conservante de industrializados cozidos (carnes e derivados).



Observando as fórmulas estruturais das duas substâncias, identifique o tipo de isomeria existente entre elas e dê a fórmula molecular.

- Com a fórmula molecular C₅H₁₀, é possível ter isômeros posicionais de cadeia normal. Represente a fórmula estrutural dessas substâncias.

Estereoisomeria

Os estereoisômeros (a palavra *estéreo*, em grego, significa “sólido”) só podem ser diferenciados por meio de estruturas em que são representadas as configurações tridimensionais das substâncias.

Vamos estudar dois tipos de estereoisomeria: a **cis-trans** e a **óptica**.

Isomeria cis-trans

A isomeria *cis-trans*, conhecida antigamente como isomeria geométrica, ocorre com frequência em cadeias abertas que apresentam ligação dupla entre átomos de carbono ou em cadeias carbônicas cíclicas saturadas.

É possível encontrar duas substâncias com propriedades específicas distintas com a fórmula estrutural $\text{CH}_3\text{CHCHCH}_3$. Observe a tabela abaixo.

Comparação de substâncias com propriedades distintas com a mesma fórmula estrutural				
Substância	Fórmula	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)	Densidade (g/cm ³)
A	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$	-139	4	0,62
B	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$	-106	1	0,59

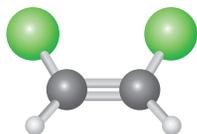
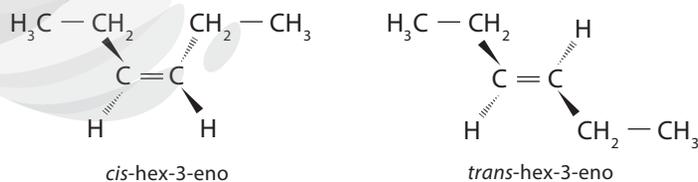
Fonte: HAYNES, W. M. *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 97th ed. Boca Raton, FL: CRC/Taylor and Francis, 2017.

Pelas regras de nomenclatura da IUPAC, tanto a substância **A** como a **B** seriam chamadas de but-2-eno. No entanto, elas não podem ter o mesmo nome porque são substâncias distintas, o que fica evidenciado pelas propriedades específicas diferentes. Por isso, a elas são atribuídos os nomes *cis*-but-2-eno e *trans*-but-2-eno. Mas o que vai determinar que uma das substâncias seja *cis* e a outra, *trans*?

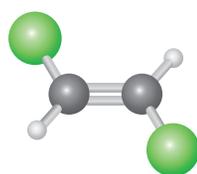


Se traçássemos um plano imaginário somente com os dois átomos de carbono da insaturação e a ligação dupla, como representado anteriormente, haveria a divisão do espaço em duas regiões, dois **semiespaços**. Quando ligantes iguais estão em um mesmo semiespaço, temos a configuração *cis*. Note no exemplo acima, à esquerda, que os ligantes H estão do mesmo lado em relação ao plano, assim como ocorre com os ligantes CH_3 . Se os ligantes iguais estiverem em lados opostos, teremos a configuração *trans*, que pode ser observada no exemplo da direita.

Para facilitar a indicação dos isômeros, podemos recorrer a fórmulas de projeção e modelos em três dimensões, conforme as representações a seguir.



cis-1,2-dicloroeteno



trans-1,2-dicloroeteno

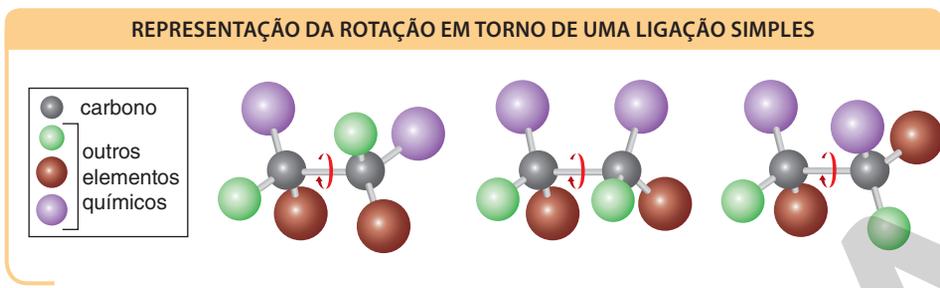
Fórmulas de projeção das configurações *cis* e *trans* do hex-3-eno (C_6H_{12}) e modelos tridimensionais das formas *cis* e *trans* do 1,2-dicloroeteno ($\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$). (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Caixa de ferramentas

Na representação ao lado, os átomos de carbono da ligação dupla estão no mesmo plano que a folha de papel do livro. As ligações representadas no formato de cunha preenchida (\blacktriangle) estão projetadas para a frente da folha de papel, enquanto as representadas pela cunha tracejada (\triangle) estão projetadas para trás dessa folha.

Nos exemplos anteriores, os compostos com isomeria *cis-trans* tem cadeia carbônica aberta com ligação dupla. Por que esse fenômeno não ocorre em cadeia aberta saturada?

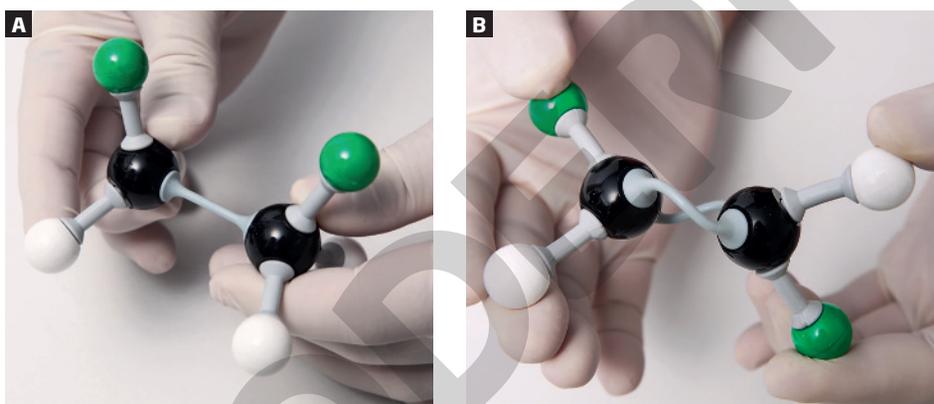
Se a ligação entre dois átomos de carbono for simples, os átomos de carbono podem rotacionar em torno dessa ligação sem que ela se rompa. Observe a representação a seguir.



Nesta representação, os átomos de carbono que estão ligados covalentemente por meio de uma ligação simples. Nesse tipo de ligação, os átomos de carbono têm liberdade de movimento, podendo fazer rotações. (Fora de proporção; cores fantasia.)

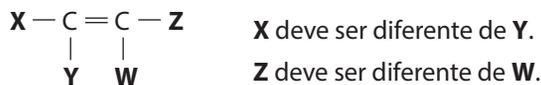
Se a ligação entre os átomos de carbono for uma ligação dupla, será impossível fazer uma rotação completa em um átomo de carbono sem que a ligação química se rompa.

Observe as imagens a seguir para que você possa compreender melhor esse assunto.

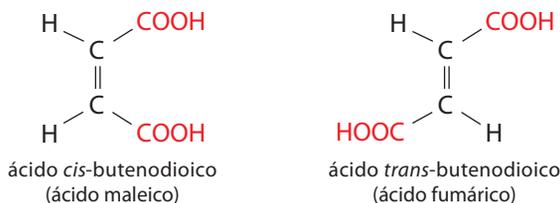


Os modelos permitem observar que os átomos de carbono unidos por ligação simples podem girar livremente um em relação ao outro, como é possível compreender com o modelo do 1,2-dicloroetano, representado em (A). Isso não ocorre na ligação dupla, representada pelo modelo do 1,2-dicloroeteno (B). As esferas verdes representam átomos de cloro; as brancas, átomos de hidrogênio; as pretas, átomos de carbono; e os bastões, ligações químicas.

Cabe destacar que nem todos os compostos de cadeia carbônica aberta e com ligação dupla são isômeros. Para que ocorra a isomeria *cis-trans* em compostos com ligação dupla, é necessária a existência de dois ligantes diferentes em cada átomo de carbono da ligação dupla. De forma genérica, podemos representar essa informação assim:



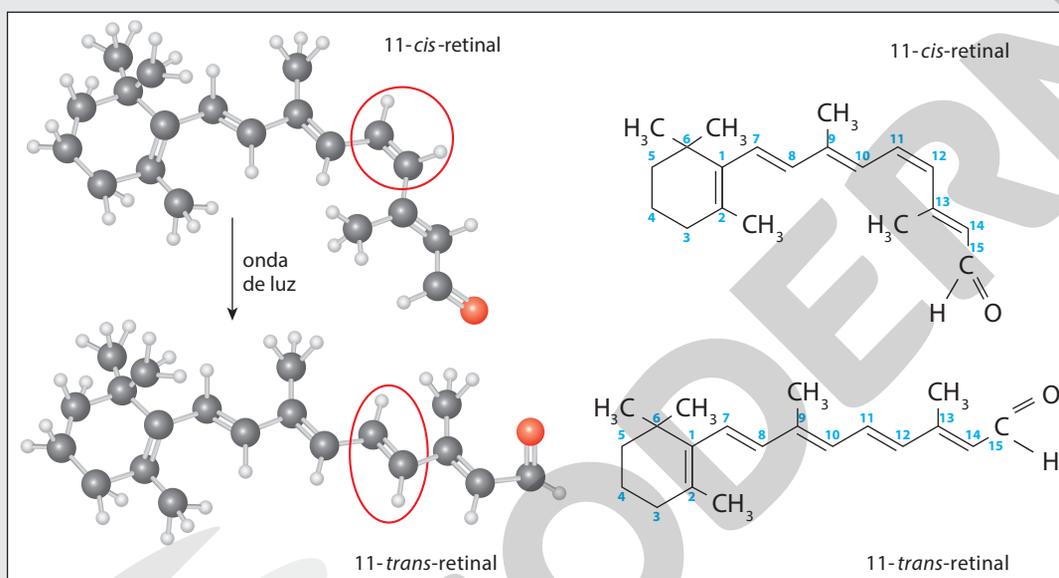
Um dos exemplos clássicos de isomeria *cis-trans* é o do ácido butenodioico, em que as formas *cis* e *trans* foram designadas por nomes essencialmente diferentes: ácido maleico e ácido fumárico.



Isomeria *cis-trans* e seres vivos

Compostos orgânicos na conformação *cis* ou *trans* podem agir de modo diferente em um processo bioquímico por causa da diferente disposição espacial dos átomos que constituem suas moléculas. Vamos ver um exemplo de isômeros geométricos em que só um dos isômeros tem um papel importante em nosso organismo.

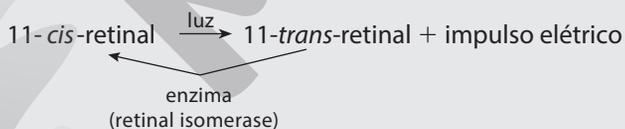
Em nossa visão, há um processo de interconversão de isômeros *cis* e *trans*. A retina – região sensível à detecção da luz – está localizada na parte posterior do bulbo do olho. Nela, há um pigmento constituído pela associação do 11-*cis*-retinal a uma proteína. Quando o 11-*cis*-retinal é atingido pela luz visível, transforma-se em seu isômero *trans*. É devido a essa alteração estrutural que ocorre a emissão de um impulso elétrico que vai do nervo óptico ao cérebro, ao mesmo tempo que a proteína associada à forma *trans* se separa desse aldeído. A forma *trans* converte-se novamente em forma *cis* por ação enzimática.



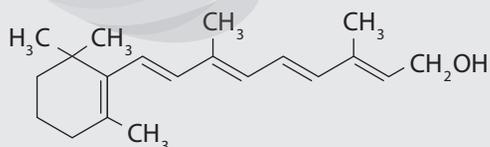
Fonte: NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2019.

Duas formas de representação da transformação do 11-*cis*-retinal em 11-*trans*-retinal. (Fora de proporção; cores fantasia.)

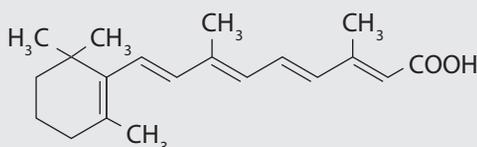
Simplificadamente, podemos representar essa transformação por:



É por meio da ingestão de alimentos ricos em vitamina A ou em betacaroteno que o organismo obtém o retinal. A expressão **vitamina A** é utilizada para indicar três moléculas com atividade biológica: o retinal, o retinol e o ácido retinoico.



retinol



ácido retinoico

Repare que a forma *trans* do retinal tem semelhanças estruturais com o retinol e o ácido retinoico, representado acima. A diferença entre esses compostos reside no grupo funcional.

A tabela a seguir apresenta a quantidade de alguns nutrientes em uma importante fonte de vitamina A.

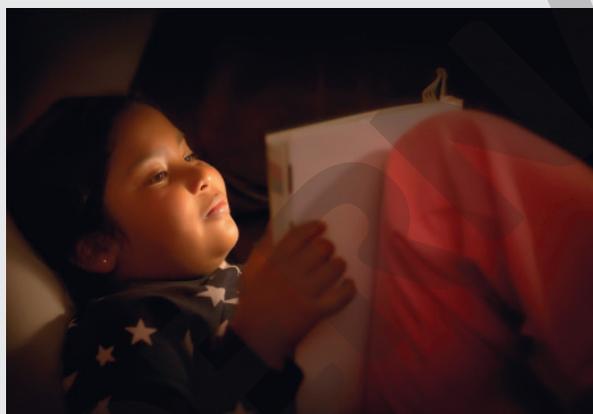
Massa de alguns nutrientes presentes em 100 g de cenoura crua sem casca	
Nutriente	Valor
carboidrato total	7,55 g
proteína	1,12 g
vitamina C	5,12 mg
vitamina A (atividade equivalente de retinol)	370 µg
vitamina E (alfa-tocoferol)	0,58 mg

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.1. São Paulo, 2020. Disponível em: <<http://www.tbca.net.br/>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

Nota: µg – micrograma; 1 µg = 10⁻⁶ g.



Pessoas comprando legumes em São Paulo, 2019. Batata-doce, cenoura e abóbora são alguns dos alimentos ricos em vitamina A.

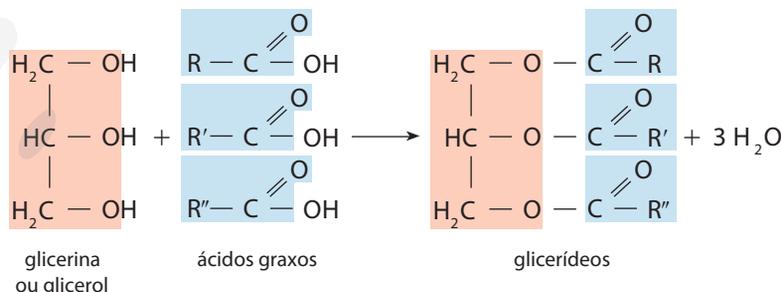


A deficiência de vitamina A prejudica a visão, principalmente em local com pouca iluminação.

1. Por que tanto o retinal como o retinol correspondem a diversos isômeros *cis-trans*?
2. Qual é a fórmula molecular do retinal, do retinol e do ácido retinoico?
3. Analise as fórmulas estruturais do *trans*-retinal e do retinol. Qual é a principal diferença entre elas?

Óleos e gorduras

Como estudamos no capítulo anterior, óleos e gorduras são exemplos de lipídios e pertencem ao grupo chamado de **glicerídeos**. Os glicerídeos são formados por três grupos de ésteres derivados da glicerina e dos ácidos graxos.

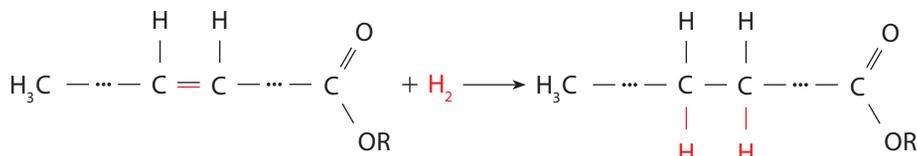


É a cadeia carbônica dos ácidos graxos, representados por R, R' e R'', que vai determinar se o glicerídeo é classificado como saturado ou não. Por exemplo, as gorduras são glicerídeos sólidos nas condições ambientes e, de forma geral, predominam em sua constituição ácidos graxos de **cadeia saturada**. Já os óleos são glicerídeos líquidos nas condições ambientes e, de modo geral, predominam em sua constituição ácidos graxos de **cadeia insaturada**.

Você provavelmente já deve ter observado a informação “gordura saturada” nas tabelas nutricionais de rótulos de alimentos e, com os conhecimentos que possui, é capaz de entender um pouco da estrutura dessas biomoléculas.

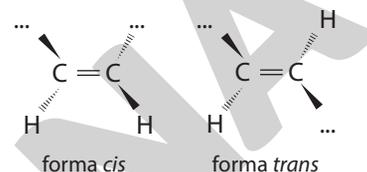
Mas e a gordura *trans*, como ela é formada?

A gordura *trans* pode ser formada, por exemplo, na hidrogenação de óleos vegetais. Observe, a seguir, um esquema simplificado desse tipo de reação.



Os óleos vegetais são formados por uma mistura de ésteres de longas cadeias carbônicas e de tamanho variado. O uso dos três pontos (...) é um recurso comum para indicar longas cadeias de carbono.

No processo de hidrogenação, o número de ligações duplas entre átomos de carbono diminui. Entretanto, parte das moléculas que constituem o óleo pode manter-se insaturada. É comum, nesse caso, que ligantes que estavam em posição *cis* passem a se dispor na forma *trans*.



Interligações

Não escreva no livro.

Os alimentos que escondem gordura *trans*, segundo estudo realizado no Brasil

Enquanto algumas gorduras são essenciais para o bom funcionamento do nosso corpo, a gordura *trans* não é segura, e muito menos recomendada – em nenhuma quantidade.

Porém, um estudo desenvolvido por pesquisadores em nutrição [...] revelou que muitos dos alimentos que dizem ter “zero” gordura *trans*, na verdade, escondem pequenas quantidades do ingrediente na composição.

Pesquisadores analisaram mais de 11 mil rótulos de diversos produtos encontrados em supermercados nacionais. Eles compararam as três informações nas embalagens: a parte frontal do rótulo (que estampa, geralmente, “zero gordura *trans*” ou “livre de gordura *trans*”), a tabela nutricional e a lista de ingredientes, ambas na parte de trás da embalagem.

Foi constatado que 30% desses produtos que se rotulavam “livres de gorduras *trans*”, na verdade, a continham.

[...]

A nutricionista do Idec, Laís Amaral, explica que isso é possível por causa de uma “brecha” na legislação

brasileira. Apesar de a informação sobre a quantidade de gordura *trans* ser obrigatória no Brasil, o fabricante pode declarar como zero se o alimento tiver igual ou menos de 0,2 grama por porção.

O problema é que algumas empresas trabalham com porções pequenas e, por isso, não precisam registrar a gordura *trans* presente.

[...]

Os alimentos “falsiane”, cujos fabricantes dizem não ter gordura *trans*, mas que na verdade têm, segundo a pesquisa da USP [Universidade de São Paulo], são:

- Salgadinhos (11% dos produtos analisados tinham gordura *trans* na composição, mesmo alegando que eram livres dela)
- Produtos de panificação (9,2%)
- Biscoitos (8,4%)
- Doces e sobremesas (6,1%)
- Comidas de conveniência (3,1%)
- Molhos e temperos (2,2%)

[...]

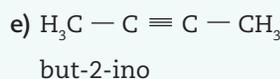
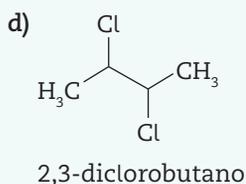
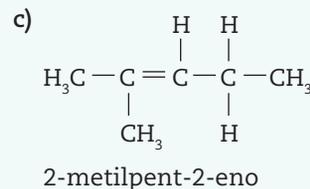
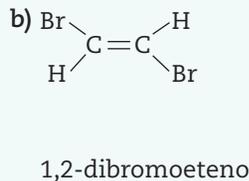
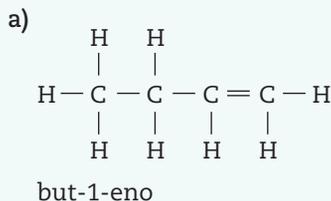
BELLONI, L. Os alimentos que escondem gordura *trans*, segundo estudo feito no Brasil. *HuffPost Brasil*, 6 mar. 2019. Republicado pela Agência Tribuna União. Disponível em: <http://www.tribunauniao.com.br/noticias/66799/os_alimentos_que_escondem_gordura_trans_segundo_estudofeito_no_brasil>. Acesso em: 13 abr. 2021.

1. Para identificar se um alimento possui gordura *trans*, podemos recorrer à informação nutricional no rótulo e verificar se não há ingredientes que contêm gordura *trans*, como gordura vegetal hidrogenada, gordura parcialmente hidrogenada ou óleo vegetal hidrogenado. Em grupos, pesquisem a quantidade de gordura *trans* de alguns alimentos mencionados no texto e responda:

- a) Quais alimentos têm maior quantidade de gordura *trans* por grama de produto?
- b) Em quais alimentos, a informação nutricional dizia que não possuía gordura *trans*, mas havia ingredientes que a continham?

Sugerimos solicitar antecipadamente aos estudantes que tragam de casa algumas embalagens de alimentos industrializados que costumam consumir. Assim, a investigação pode ser feita com os alimentos que eles consomem e é possível fazer um comparativo dos rótulos, aproximando mais o conhecimento da vivência dos estudantes.

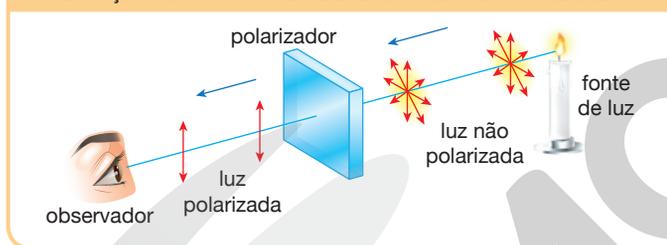
- 1 Dos compostos indicados a seguir, somente um apresenta isomeria *cis-trans*. Identifique-o e justifique por que os outros compostos não apresentam esse tipo de isomeria.



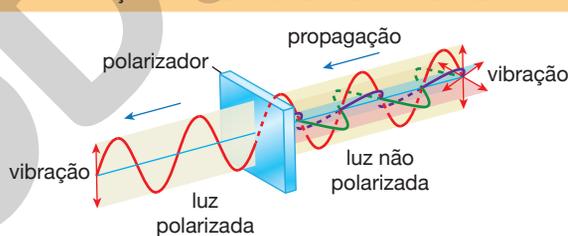
Isomeria óptica

No estudo da isomeria óptica, utiliza-se o conceito de luz polarizada; nesse caso, as ondas eletromagnéticas se propagam em um só plano. A luz branca é constituída por um conjunto de ondas eletromagnéticas que se propagam em infinitos planos. Já a luz polarizada se propaga em um só plano, conforme está indicado nas representações a seguir.

OBSERVAÇÃO DE UMA FONTE DE LUZ ATRAVÉS DE UM POLARIZADOR



PROPAGAÇÃO DA LUZ ATRAVÉS DE UM POLARIZADOR



Fonte: HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

A luz vibra em todos os planos e, após atravessar um polarizador, passa a vibrar em um só plano. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Como podemos polarizar a luz?

A forma mais simples de polarizar a luz é interpor em sua trajetória materiais sintéticos empregados em lentes de óculos de sol. Essas lentes, chamadas polaroides, polarizam a luz solar, reduzindo significativamente a incidência de luminosidade nos olhos.

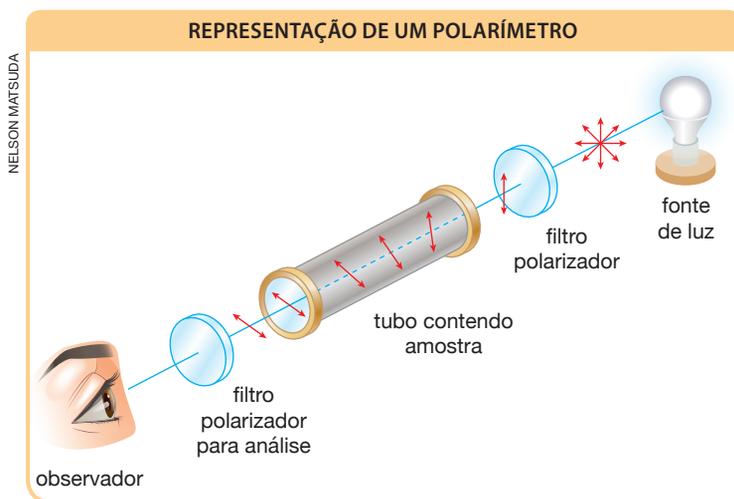
A imagem a seguir mostra um experimento com dois óculos com lentes polarizadoras.

Experimento envolvendo a sobreposição de óculos de sol. Quando superpostos (A) reduzem a intensidade da luz que os atravessa (sem impedir que ela passe). Se um dos óculos sofrer um giro de 90° em relação ao outro, ocorre a eliminação total da passagem da luz (B).



JUNIOR ROZZO/ROZZO IMAGENS

Algumas substâncias têm a propriedade de girar o plano da luz polarizada. Esse fato, já conhecido desde o século XIX, foi dimensionado em aparelhos denominados **polarímetros**. Observe a seguir a representação esquemática desse aparelho.



Representação esquemática de um polarímetro. Passando pelo polarizador, a luz se propaga em apenas um plano (luz polarizada). Ao passar pelo tubo que contém a solução de uma substância opticamente ativa, a luz sofre desvio ("gira"). (Fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: HEWITT, Paul G. *Física conceitual*. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

Compostos que possuem mesma fórmula estrutural e fórmulas tridimensionais diferentes e que apresentam atividade óptica são chamados de **isômeros ópticos**. Se o efeito óptico do isômero é o de "girar" o plano da luz polarizada para a direita (+), a substância é chamada de **dextrógira**. Se ela gira o plano da luz polarizada para a esquerda (-), é nomeada **levógira**. Por convenção, costuma-se indicar cada isômero óptico pelos descritores (+ ou d) ou (- ou l) antes do nome da substância.

Atividade óptica e assimetria

Coloque sua mão direita sobre a esquerda. Atenção: sobrepor uma mão à outra não significa colocar palma sobre palma! Repare que não é possível coincidir polegar com polegar, indicador com indicador, e assim por diante. Por quê? Porque sua mão não é simétrica. Se ela fosse simétrica, o polegar e o dedo mínimo seriam idênticos, bem como o indicador e o dedo anelar.

Agora, faça o seguinte: coloque a palma de uma das mãos sobre a outra. Lentamente, afaste-as por aproximadamente 20 cm e imagine que, entre elas, exista um espelho plano. Se a palma da mão que estiver na frente do espelho for a esquerda, sua imagem corresponderá à mão direita. O contrário também é válido. Fato semelhante ocorre com qualquer objeto assimétrico. Esse tipo de imagem formada no espelho é chamado de **especular**.

Mas qual é a relação das mãos com a isomeria?

Por meio de uma analogia, elas permitem entender o que ocorre com as moléculas.

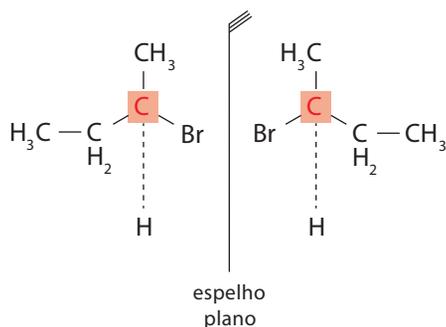
Os isômeros ópticos relativos a uma mesma fórmula estrutural correspondem a moléculas com configurações espaciais assimétricas, de modo que uma delas corresponde à imagem da outra, como se estivessem diante de um espelho plano. É por isso que moléculas assimétricas são também chamadas de **quirais** – palavra que tem origem no grego, *cheir*, que significa "mão". Em 1848, o cientista francês Louis Pasteur (1822-1895) obteve cristais que possuíam atividade óptica, um deles era dextrógiro (+) e o outro, levógiro (-), e foram chamados enantiomorfos (*enantios*, que, em grego, significa "oposto") ou antípodas ópticos, termos em desuso de acordo com a IUPAC, que recomenda **enantiômeros**.

Sempre que existir uma estrutura de aglomerados de átomos ligados que seja assimétrica, também haverá outra – seu isômero óptico – constituída por um arranjo que corresponda à sua imagem especular. Se as moléculas de determinada substância forem simétricas, esta não apresentará atividade óptica e, portanto, não possuirá isômero óptico.



Ao colocar a mão esquerda em frente a um espelho plano, vê-se uma imagem igual à da mão direita e vice-versa.

Carbono assimétrico ou centro quiral



Quando um átomo de carbono, em uma molécula, possui quatro ligantes diferentes entre si, ele é chamado de **carbono assimétrico** ou **centro quiral**. Observe o exemplo representado ao lado.

O átomo de carbono destacado é assimétrico. Consequentemente, há duas formas opticamente ativas: (+)-2-bromobutano e (-)-2-bromobutano. A mistura formada por partes iguais de dois isômeros ópticos não possui atividade óptica e é chamada de **mistura racêmica**. Nas fórmulas estruturais, costuma-se indicar o(s) átomo(s) de carbono assimétrico por asterisco (*).

Quando há mais de um átomo de carbono assimétrico, cresce o número de isômeros ópticos. Generalizando, se uma fórmula estrutural possui **n** átomos de carbono assimétrico, ela pode ter no máximo **2ⁿ** isômeros ópticos.

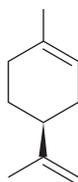
As diferentes propriedades dessas formas isômeras são muito importantes do ponto de vista bioquímico. É o que ocorre, por exemplo, com a glicose (+), cujo papel é importante em nosso metabolismo, ao contrário da glicose (-), que não atua nesse processo.

A disposição diferente dos átomos explica o fato de os isômeros ópticos terem algumas propriedades distintas.

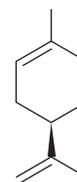
O cheiro característico do limão e da laranja deve-se ao limoneno. No entanto, essas frutas e suas árvores têm fragrâncias diferentes, pois cada uma delas corresponde a um isômero óptico do limoneno.



(A) Limão (*Citrus latifolia*). (B) Laranja (*Citrus sinensis*).



limoneno do limão



limoneno da laranja

Observação: Para que uma substância orgânica possua atividade óptica, ou seja, consiga girar o plano da luz polarizada, é preciso que as moléculas que a constituem sejam assimétricas.

Interligações

Não escreva no livro.

Pasteur e os fundamentos das recentes sínteses assimétricas

O percurso do francês Louis Pasteur como cientista foi marcado por sua precocidade: ele conquistou o título de doutor pela Universidade de Sorbonne, de Paris, ainda muito jovem. Naquela época (1848), aos 25 anos, começou a estudar os cristais de tartarato de sódio que se formavam nos tonéis de vinho. O fato de ter passado sua infância em uma região vinícola pode ter motivado seu interesse pela produção de vinho e, portanto, pela fermentação.

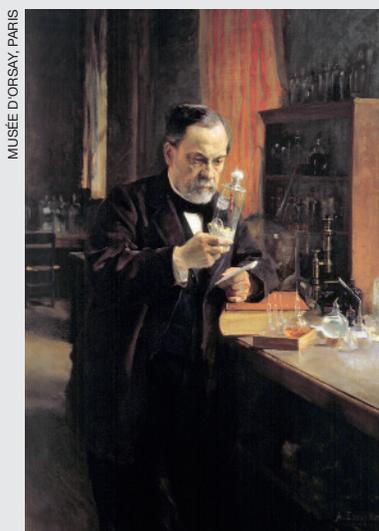
Com a paciência que seu trabalho exigia, Pasteur conseguiu separar, dentre os minúsculos cristais de tartarato de sódio, dois tipos de cristal que apresentavam uma sutil diferença: eram quirais e um correspondia à imagem especular do outro. As propriedades químicas e físicas das duas formas eram idênticas, apenas com uma exceção: quando dissolvidas em água, originavam soluções que desviavam a luz polarizada em sentidos opostos. O mineralogista Jean-Baptiste Biot (1774-1862), também francês, que estudara cristais assimétricos, assessorou Pasteur nessa pesquisa.

Continua

No entanto, a solução contendo quantidades iguais de ambos os tipos de cristal não tinha atividade óptica, e isso era o que acontecia com a solução que havia sido obtida com os cristais que se formavam nos tonéis – aqueles dos quais as duas formas foram separadas. Antigamente, essa mistura de isômeros era considerada, impropriamente, outra forma de ácido tartárico (conhecida como racêmica). *Racemus*, em latim, significa “cacho de uvas”.

Quando os cristais têm sua forma desfeita por meio da dissolução, eles mantêm sua atividade óptica, pois a quiralidade de suas moléculas permanece inalterada e são elas que explicam a propriedade de “girar” o plano da luz polarizada.

O trabalho de Pasteur foi o ponto de partida para a compreensão da isomeria óptica e para o estudo das moléculas quirais. Vamos agora avançar nos desdobramentos desse trabalho nos séculos XX e XXI. A produção de compostos orgânicos que apresentam isômeros ópticos normalmente leva à produção de misturas desses isômeros.



MUSÉE D'ORSAY, PARIS



AWAKENING/CC BY 3.0/WIKIMEDIA FOUNDATION, INC.

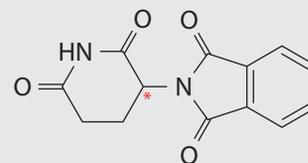
Cristais de tartarato em uma rolha de garrafa com vinho tinto.

Louis Pasteur (1822-1895), químico e microbiologista francês. Pintura de Albert Edelfelt (1885), óleo sobre tela, 154 cm × 126 cm.

No caso da obtenção de fármacos, o objetivo é chegar ao isômero que apresenta uma propriedade fisiológica específica. Isso implica, muitas vezes, a necessidade de separá-los, o que demanda tecnologia sofisticada e custos operacionais.

A história da talidomida esclarece por que pode ser muito importante separar os isômeros ópticos para fins farmacológicos. Na década de 1960, esse medicamento foi administrado a gestantes para atenuar enjoos, comuns no período inicial da gravidez. Em consequência desse uso, milhares de fetos tiveram má-formação. A descoberta de que apenas uma das formas era benéfica, enquanto a outra causava má-formação dos fetos, evidencia a necessidade de separar os isômeros.

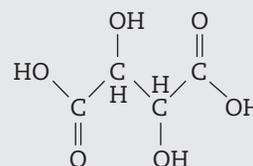
Há pouco mais de três décadas, começou a ser desenvolvida uma nova forma de sintetizar apenas um dos isômeros ópticos: a síntese assimétrica. Processos de catálise assimétrica são alternativas mais baratas para a produção industrial em larga escala. Isso explica o Prêmio Nobel de Química de 2001, que foi concedido aos pioneiros desse tipo de pesquisa, os estadunidenses William Standish Knowles (1917-2012) e Karl Barry Sharpless (1941-) e o japonês Ryoji Noyori (1938-).



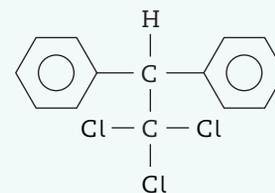
talidomida

O átomo de carbono marcado em vermelho é um centro de quiralidade.

1. De que forma os conhecimentos sobre cristalografia foram importantes para o trabalho de Pasteur?
2. A fórmula estrutural do ácido tartárico, substância estudada por Pasteur, está representada ao lado. Reescreva a fórmula dessa substância em seu caderno e assinale o(s) átomo(s) de carbono assimétrico.

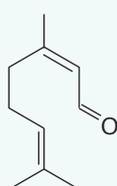


- 1 O inseticida conhecido como DDT, proibido em diversos países do mundo, é um composto organoclorado que é bioacumulativo, pois demora muitos anos para se degradar no ambiente e pode se acumular nos tecidos de organismos vivos ao longo da cadeia alimentar. Observe sua fórmula estrutural representada ao lado e responda ao que se pede.

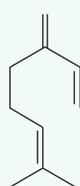


Essa substância apresenta isomeria óptica? Justifique.

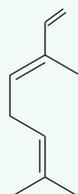
- 2 Os óleos essenciais são compostos naturais voláteis com importantes aplicações nas indústrias alimentícia e cosmética. Flores, folhas, cascas e frutos são matérias-primas para sua produção. As fórmulas estruturais de três dos responsáveis pelo aroma do capim-limão (*Cymbopogon citratus*) estão representadas a seguir. Eles compõem cerca de 60% da massa do óleo essencial dessa planta.



neral



mirceno



ocimeno

MARSHA BARENO/ANW PICS/UNIVERSAL IMAGES GROUP VIA GETTY IMAGES



Capim-limão (*Cymbopogon citratus*).



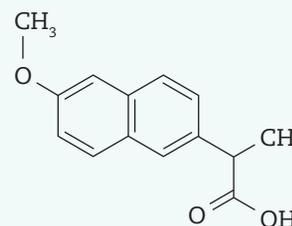
Óleo essencial de capim-limão.

JUNIOR ROZZO/ROZZO IMAGENS

Qual(is) dos principais componentes do óleo essencial de capim-limão apresenta(m) isomeria cis-trans?

- 3 Considere a fórmula estrutural do naproxeno, representada ao lado.

Um dos isômeros do naproxeno possui atividade anti-inflamatória, enquanto o outro é bastante prejudicial ao fígado. Por essa razão, é importante estabelecer métodos de síntese que produzam apenas o isômero desejado.



- Identifique o átomo de carbono quiral e os grupos funcionais presentes na molécula de naproxeno.
- Considerando uma mistura de quantidades iguais dos isômeros ópticos do naproxeno, qual será o desvio do plano da luz polarizada que será observado?

Fique por dentro

Internet

Talidomida. Documentário da Associação Brasileira dos Portadores da Síndrome da Talidomida (ABPST). Duração: 73 min.

<<http://www.talidomida.org.br/>>.

Na página, clique no link "Clique aqui para assistir", disponível em **Documentário talidomida**, ele redireciona para o vídeo. O documentário traz o depoimento de algumas vítimas da talidomida e de seus familiares, que contam um pouco da história da tragédia que essa droga causou.

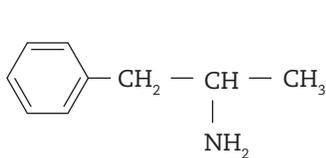
Aí tem Química – Isomeria (CCEAD – PUC-Rio)

<<https://www.youtube.com/watch?v=djcY1IFKIHA>>.

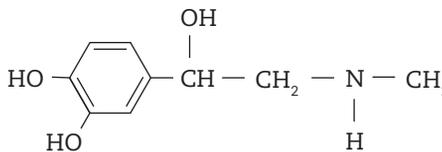
A Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ) em parceria com o Ministério de Educação, o Ministério da Ciência e Tecnologia e o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação produziram uma série de programas e episódios de apoio ao Ensino de Química no Ensino Médio. No site indicado, encontra-se a produção audiovisual do programa "Aí tem Química!" episódio "Isomeria".

Acessos em: 5 jun. 2020.

- 1 A anfetamina e a adrenalina podem ser representadas pelas fórmulas estruturais abaixo.



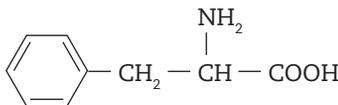
anfetamina



adrenalina

A anfetamina pode provocar, entre outros efeitos, aumento de pressão arterial, diarreias e irritabilidade. A adrenalina, por sua vez, pode agir como broncodilatador, razão pela qual costuma ser usada no tratamento de bronquite.

- a) Essas substâncias podem se apresentar sob a forma de isômeros ópticos? Justifique.
 b) De acordo com as orientações de seu professor, reúna-se com os colegas e pesquisem os riscos do desenvolvimento de dependência química quando, sem supervisão médica constante, as pessoas ingerem anfetamina. Para que essa droga é indicada?
- 2 A fenilalanina é um aminoácido essencial ao ser humano e é obtida por meio da alimentação.



fenilalanina

A tabela apresentada a seguir compara a quantidade de fenilalanina em 100 g de alguns alimentos.

Quantidade de fenilalanina em 100 g de alguns alimentos			
Alimento	Fenilalanina (mg)	Alimento	Fenilalanina (mg)
abacate	48	maçã	10
abacaxi	32	mamão	29
acerola	33	manga	29
aveia	698	melancia	10
banana-prata	44	melão	17
caqui	38	morango	33
jabuticaba	30	pera	22
kiwi	48	pêssego	35
laranja	30	uva	26

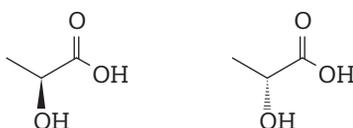
Fonte: Fenilcetonúria: tabelas com a quantidade de fenilalanina dos alimentos. KANUFRE, Viviane de Cássia *et al.* (org.). Belo Horizonte: Nupad/FM/UFMG, 2010. Disponível em: <https://www.nupad.medicina.ufmg.br/wp-content/uploads/2014/06/tabelas_fenil.pdf>. Acesso em: 3 maio 2020.

- a) Analise a tabela e calcule a quantidade de fenilalanina, em miligramas, consumida por uma pessoa que ingeriu uma salada de frutas composta de:
- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 25 g de melão picado | 25 g de morango picado |
| 25 g de kiwi picado | 25 g de uva picada |
| 25 g de maçã picada | 25 g de mamão picado |
| 25 g de abacaxi picado | 25 g de manga picada |
| 25 g de melancia picada | 1 g de aveia |
- b) A fenilalanina tem atividade óptica? Em caso afirmativo, em seu caderno, copie a fórmula estrutural da fenilalanina e indique o carbono assimétrico.
- c) Uma falha de origem genética no metabolismo normal da fenilalanina causa uma síndrome conhecida como fenilcetonúria. Sob orientação do professor, forme um grupo de três estudantes. Vocês devem pesquisar os sintomas da fenilcetonúria, o método diagnóstico conhecido como teste do pezinho e o tratamento. Em seguida, produzam um cartaz informativo para ser exposto em um lugar de grande circulação de pessoas na escola, como o corredor ou o pátio.

Observando as fórmulas estruturais do cortisol e da hidrocortisona, pode-se concluir corretamente que estes compostos:

- a) são isômeros de fórmula molecular $C_{21}H_{30}O_5$.
- b) são isômeros de fórmula molecular $C_{21}H_{29}O_5$.
- c) são isômeros de fórmula molecular $C_{21}H_6O_5$.
- d) não são isômeros, pois suas fórmulas moleculares são diferentes.
- e) não são isômeros, pois suas fórmulas estruturais são diferentes.

- 6 (Enem) Várias características e propriedades de moléculas orgânicas podem ser inferidas analisando sua fórmula estrutural. Na natureza, alguns compostos apresentam a mesma fórmula molecular e diferentes fórmulas estruturais. São os chamados isômeros, como ilustrado nas estruturas.



Entre as moléculas apresentadas, observa-se a ocorrência de isomeria:

- a) ótica.
- b) de função.
- c) de cadeia.
- d) geométrica.
- e) de compensação.

- 7 Leia o texto abaixo e faça o que se pede.

[...] Nos anos 1960, [a talidomida] foi responsável pelo nascimento de ao menos 12 mil crianças com deficiência, principalmente pelo encurtamento de braços e pernas.

Em 1961, vários países retiraram a droga de circulação, o que só ocorreu após quatro anos no Brasil. No entanto, o país voltou a utilizá-la no tratamento da hanseníase.

[...] O país teve a segunda e, agora, a terceira geração de vítimas da talidomida – fato inédito no mundo, segundo a Organização Mundial da Saúde. Ao todo, são 800 pessoas ainda vivas, a última diagnosticada há dois anos.

[...]

Em 2010, as vítimas da talidomida ganharam direito a indenização por danos morais. [...]

COLLUCCI, C. Filme traz história da talidomida no Brasil. *Folha de S.Paulo*, 6 dez. 2012. Saúde + Ciência. C9. Edição impressa.

- a) Que etapa do processo de fabricação da talidomida poderia ter evitado os problemas mencionados no texto?
- b) A talidomida voltou a ser comercializada em alguns países, como o Brasil, por conta de sua eficácia no tratamento da hanseníase, doença infecciosa que pode trazer consequências graves se não for tratada. Mesmo havendo diversas portarias que regulamentam o uso da talidomida, incluindo a proibição nacional de prescrição médica desse medicamento para mulheres em idade fértil, ocorreram novos casos entre 2005 e 2010, em grande parte devido à automedicação e à desinformação.

Em grupos de três ou quatro estudantes, discutam possíveis ações para que não existam novas vítimas do uso indevido da talidomida no país. Aproveitem para, com base na discussão sobre o uso da talidomida, explorar o tema: “A automedicação – malefícios e combate”. Elaborem uma campanha de conscientização, que pode ser divulgada na escola e chegar até a comunidade.

Próximos passos

Neste capítulo, você teve a oportunidade de estudar o fenômeno da isomeria e a importância que diversas moléculas isômeras têm em nossa vida, sem esquecer o que representaram para os avanços nos campos da química e da saúde. No próximo capítulo, você poderá aprender mais sobre as células e como os alimentos e algumas substâncias, como a glicose e as vitaminas, são essenciais para a manutenção da vida.

Célula: a unidade da vida

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

BNCC:
EM13CNT202
EM13CNT302
EM13CNT303

Para começo de conversa

Um dos principais atributos de um investigador é a curiosidade. Associada à disciplina de observação e à capacidade de fazer perguntas, a curiosidade forma o espírito daqueles que querem entender o mundo que nos cerca. Qualquer um de nós pode ser um investigador do cotidiano ou mesmo um cientista, e um exemplo disso está na biografia a seguir.

Antonie van Leeuwenhoek, nascido na pequena cidade de Delft, Holanda, em 1632, era um homem simples, filho de artesão e membro de uma família de comerciantes. Gostava de fazer lentes de vidro em diferentes formatos e, com elas, construía microscópios simples. Contudo, seu grande feito não residia nessa habilidade, e sim na capacidade de observar e descrever com precisão amostras de materiais que analisava com esses equipamentos. Só sabia falar e escrever em holandês, idioma que era desdenhado pelos acadêmicos da época, tido como “língua de pescador”. Não se familiarizava

com o latim, que era a linguagem utilizada pelos cientistas e outras pessoas cultas. No entanto, mantinha contato com membros da *Royal Society of London*, uma importante entidade de fomento à ciência, por meio de cartas que eram traduzidas do holandês para o inglês.

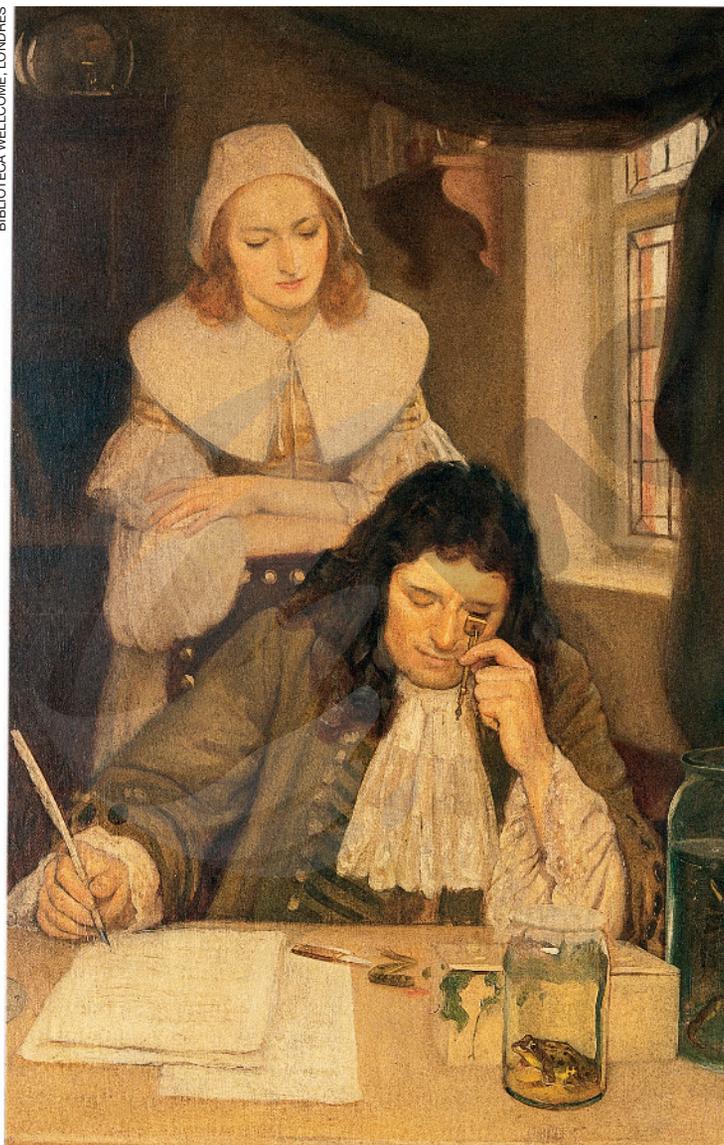
Apesar de Leeuwenhoek não ter tido a formação de um cientista, suas observações, descrições e descobertas eram respeitadas pela comunidade científica e representaram uma enorme contribuição para o conhecimento científico, possibilitando o avanço do estudo da Biologia e uma nova percepção da ciência médica.

Como a invenção do microscópio e a observação de diferentes materiais levou à descoberta de estruturas denominadas células? Todos os organismos são formados de células? Todas as células são iguais? Quais são os componentes indispensáveis a uma célula?

Neste capítulo, vamos tratar da invenção do microscópio e de sua importância para os avanços de diferentes áreas da Biologia e da Medicina. Vamos estudar também os diferentes tipos de células, seus componentes e suas respectivas funções. Além disso, faremos uma breve explicação sobre os diferentes transportes através dos envoltórios celulares.

Conheceremos também os componentes celulares e suas respectivas funções. Apontaremos como a alimentação garante o fornecimento de substâncias essenciais para a vida.

Leeuwenhoek com seu microscópio, em pintura a óleo sobre tela de Ernest Board (c. 1912).



A descoberta da célula

O menor tamanho de um objeto que um ser humano é capaz de enxergar a **olho nu** é de 0,1 mm. Esse é o limite de resolução dos olhos humanos, isto é, a menor distância entre dois pontos distintos que é percebida em uma imagem. Contudo, muitos seres vivos e estruturas biológicas medem menos que isso e, portanto, só puderam ser observados e estudados depois da invenção do microscópio.

Os **microscópios** são instrumentos que proporcionam o aumento da imagem, permitindo visualizar e estudar objetos muito pequenos, invisíveis a olho nu, como as células. O desenvolvimento desse aparelho foi possibilitado pelo aperfeiçoamento da produção de lentes de vidro no final do século XVI e consagrou um novo ramo de estudo na área das Ciências: a **Citologia** (ou Biologia celular), responsável pelo estudo das células.

O crédito à invenção do microscópio é um tema controverso: acredita-se que o primeiro tenha sido construído por volta de 1590, na Holanda, por Zacharias Jansen, fabricante de lentes ou óculos, ou por seu concorrente, Hans Lippershey.

Em 1665, o físico britânico Robert Hooke (1635-1703) construiu um microscópio composto de duas lentes com poder de aumento de aproximadamente 20 vezes e, com ele, observou diversas amostras de tecidos vivos. Ao estudar um fino pedaço de cortiça, notou estruturas que delimitavam pequenos compartimentos, como pequenas celas, e as chamou de “células” (do latim *cella*, “pequeno quarto”).

O comerciante holandês Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723) também teve uma participação importante nessa área. Ele construiu microscópios que produziam ampliações de quase 200 vezes, apesar de terem apenas uma lente. Analisando diversos materiais biológicos – desde água de lago até gotas de sangue –, Leeuwenhoek pôde observar células vivas. Acredita-se que ele tenha sido o primeiro a observar organismos unicelulares vivos.



Réplica do microscópio construído por Robert Hooke. No detalhe, reprodução do desenho feito por Hooke de células da cortiça observadas em seu microscópio. A cortiça é composta de tecido morto, por isso não apresenta conteúdo celular. (Imagem sem indicação de escala.)



SSPL/GETTY IMAGES - MUSEU DA CIÊNCIA, LONDRES



SSPL/GETTY IMAGES - MUSEU DA CIÊNCIA, LONDRES

Réplica de microscópio construído por Leeuwenhoek. Esse instrumento tem aproximadamente 7 cm de comprimento.

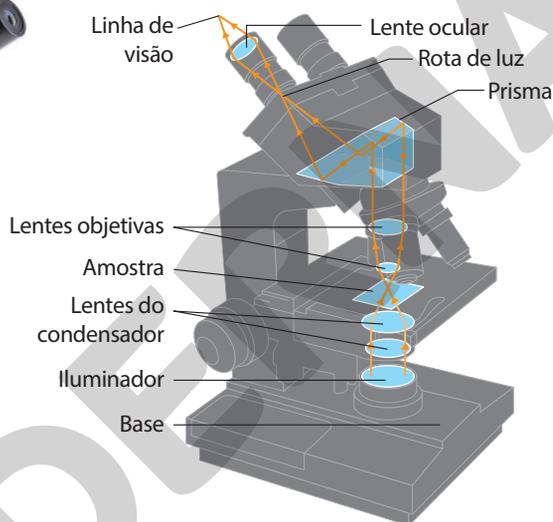
Tipos de microscópio

Existem basicamente dois tipos de microscópio: o fotônico e o eletrônico.

- **Microscópio fotônico:** também conhecido como microscópio óptico, usa a luz visível para produzir uma imagem ampliada em até 1.500 vezes, graças a seu conjunto de lentes. É empregado para a visualização de células vivas em preparações frescas ou de cortes de tecidos, em lâminas suficientemente finas para que a luz possa atravessá-las. Geralmente, usam-se corantes para melhorar a visualização da preparação. O poder de aumento desses microscópios é calculado pela multiplicação da capacidade de ampliação de suas lentes objetivas e oculares. Por exemplo: um microscópio com lente ocular que amplie a imagem 10 vezes e lente objetiva com aumento de 25 vezes terá uma ampliação final de 250 vezes.

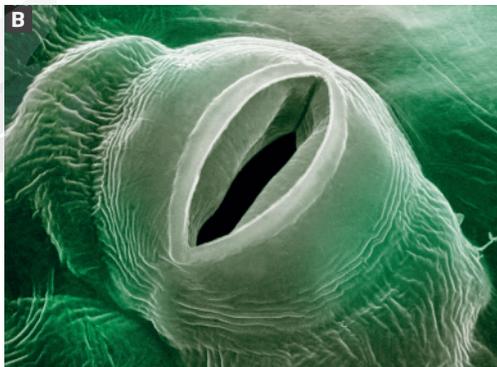
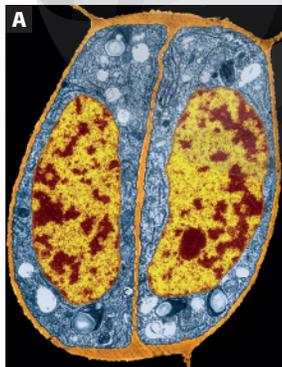
Fotografia (esquerda) e representação esquemática (direita) de um microscópio fotônico. Note que a luz parte do iluminador e é concentrada pelas lentes do condensador, atravessando, em seguida, a amostra e as lentes objetivas até chegar às lentes oculares, para então atingir os olhos do observador.

Fonte: TORTORA, G. J. et al. *Microbiologia*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2003.



- **Microscópio eletrônico:** apresenta maior poder de ampliação que o fotônico, promovendo um aumento de mais de 500 mil vezes. Assim, possibilita a visualização de estruturas bem menores, como organelas celulares e vírus. Diferentemente do que ocorre nos microscópios fotônicos, para a formação de imagens não se emprega a luz, mas a emissão de elétrons. Esse tipo de microscopia não pode ser realizado em material biológico vivo e resulta em uma imagem em preto e branco, geralmente colorizada artificialmente por computador. Existem dois tipos principais de microscópios eletrônicos: o de transmissão e o de varredura. Nos microscópios eletrônicos de transmissão, os feixes de elétrons atravessam o material; nos de varredura, os feixes são aplicados à superfície da amostra.

DR. JEREMY BURGESS/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOAERENA



BRIAN SULLIVAN/VISUALS UNLIMITED, INC./GLOW IMAGES



DR. JAMES RICHARDSON/VISUALS UNLIMITED, INC./GLOW IMAGES

Três tipos de micrografia de um estômato (estrutura presente nas folhas das plantas). (A) Microscopia eletrônica de transmissão; aumento: 2.000 \times ; colorizada artificialmente. (B) Microscopia eletrônica de varredura; aumento: 1.400 \times ; colorizada artificialmente. (C) Microscopia fotônica; aumento: 1.000 \times .

Diferentes microscópios, diferentes usos

Os microscópios não só possibilitaram a ampliação do conhecimento sobre os seres vivos como também têm muita importância para pesquisas em diferentes áreas do conhecimento. Microscópios são fundamentais para pesquisas biomédicas e para a medicina diagnóstica. Desde os primeiros microscópios, criados no século XVII, foram desenvolvidos muitos tipos diferentes, que variam em relação aos sistemas de iluminação e aos tipos de radiação que geram as imagens. A grande variedade existente hoje permite uma ampla gama de aplicações.

1. Faça uma pesquisa sobre os tipos de microscópio que existem hoje e suas principais finalidades.

A teoria celular

Ao longo dos séculos XVIII e XIX, o desenvolvimento da microscopia possibilitou o estudo das células vivas e o desenvolvimento inicial da Citologia.

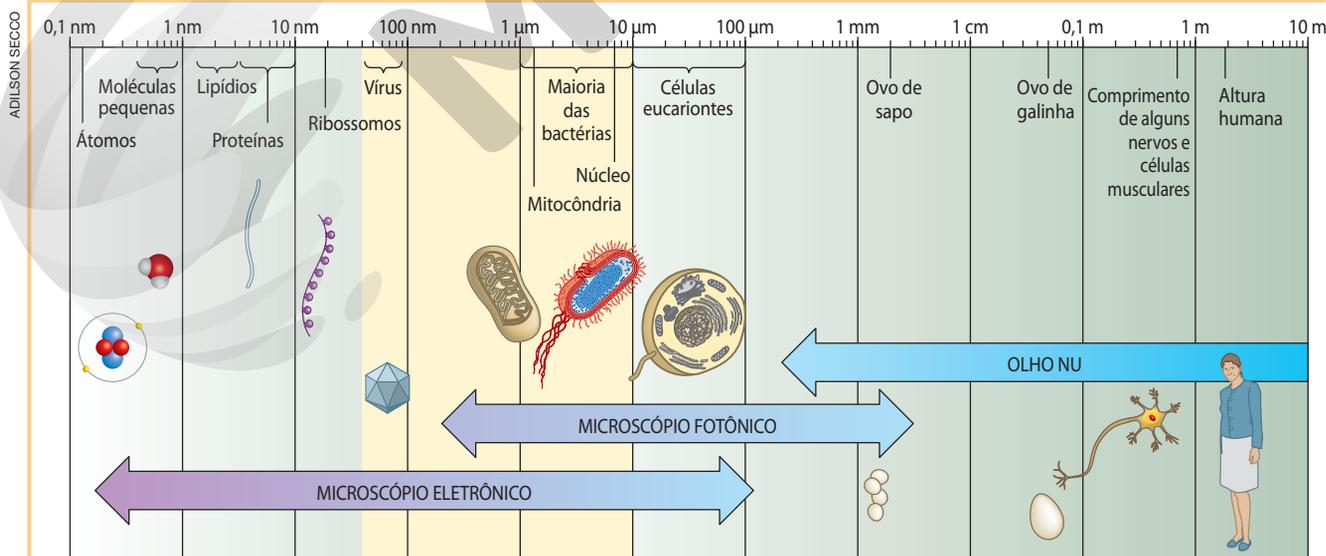
No século XIX, dois cientistas alemães destacaram-se nessa área: Matthias Schleiden (1804-1881) e Theodor Schwann (1810-1882). O primeiro foi responsável por descobertas a partir de trabalhos realizados com tecidos vegetais; o segundo, com tecidos animais. Comparando seus estudos, chegaram juntos à conclusão de que os seres vivos são formados por células que podem se diferenciar em relação ao formato e à função. Essas ideias, em conjunto com outras importantes descobertas na área da Citologia, fundamentaram o conjunto de princípios em que se baseia a **teoria celular**.

- **A célula é a unidade morfológica básica:** todos os seres vivos são formados por uma ou mais células.
- **A célula é a unidade funcional:** nela ocorrem os processos essenciais dos seres vivos.
- **A célula é a unidade de origem de todos os organismos:** toda célula se origina somente a partir de outra célula.

Caixa de ferramentas

O **micrômetro** (μm) e o **nanômetro** (nm) são unidades de medida comumente utilizadas em microscopia. 1 μm corresponde a 0,001 milímetro (mm), e 1 nm corresponde a 0,000001 mm.

PODER DE RESOLUÇÃO DO OLHO HUMANO E DOS MICROSCÓPIOS FOTÔNICO E ELETRÔNICO



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: TORTORA, G. J. et al. *Microbiologia*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2003.

Atividades

Não escreva no livro.

- 1 Certo microscópio possui lente ocular com aumento de 10 vezes e três conjuntos de lentes objetivas com poder de ampliação de 20, 50 e 100 vezes, respectivamente. Que ampliações esse microscópio pode produzir?
- 2 Em 1855, o cientista alemão Rudolf Virchow preferiu a seguinte frase em latim: “*Omnis cellula ex*

cellula”, que significa: “Toda célula se origina de outra célula”. Explique a que teoria essa frase está relacionada.

- 3 Mitocôndrias são organelas celulares que medem entre 1 μm e 5 μm , aproximadamente. Que tipo de microscópio é mais adequado para estudar a morfologia dessa organela? Justifique sua resposta.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

Em grupo, façam uma pesquisa para responder à controversa questão “quem inventou o microscópio?”. Com base nas informações obtidas, elaborem uma linha do tempo com textos e imagens e divulguem-na para a turma ou na internet, por meio de *blogs* ou redes sociais.

Diversidade celular

As células podem variar em relação a formato, tamanho, tipo de movimento, atividades e funções realizadas, entre outras características. As diversas espécies de seres vivos apresentam diferentes células, e também há variação entre os tipos de células que compõem um mesmo organismo. Geralmente, a forma da célula se relaciona com a função que ela desempenha.

As células de um organismo pluricelular, apesar de possuírem a mesma informação genética, podem ser muito distintas entre si. Isso se deve ao fato de os diversos tipos celulares acessarem partes diferentes da informação genética. Por esse motivo, existe uma grande variedade de células, cada qual com uma função específica para o organismo.

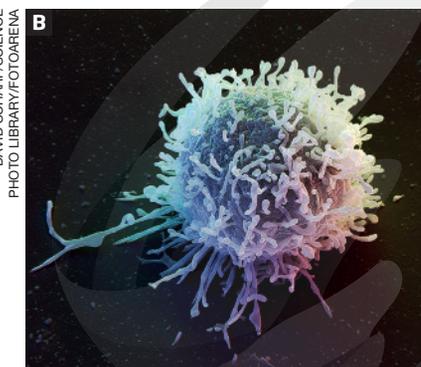
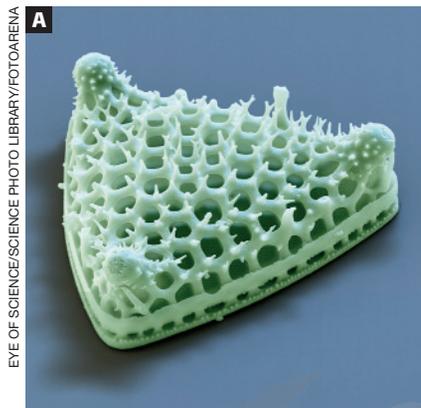
Apesar da grande variação, todas as células apresentam, em algum momento de seu ciclo de vida, quatro características básicas: membrana plasmática, material genético, ribossomos e citosol.

- **Membrana plasmática:** também chamada de membrana celular, reveste a superfície da célula, delimitando-a e atuando como barreira seletiva entre o meio externo e o meio interno.
- **Material genético:** material hereditário composto de uma ou mais moléculas de DNA. O RNA é também considerado material genético. O DNA e o RNA atuam no controle da maioria das atividades celulares.
- **Ribossomos:** estruturas relacionadas à síntese de proteínas.
- **Citosol:** componente fluido, de aspecto gelatinoso e viscoso.

Existem dois tipos básicos de células: **procarionte** e **eucarionte**. Elas diferem, basicamente, em relação à presença ou à ausência do núcleo, um compartimento delimitado por membranas que contém o material genético da célula.

As células procariontes não têm núcleo, ou seja, seu material genético não está envolto por membranas, enquanto as eucariontes têm.

Diferentes tipos de células. (A) Diatomácea *Triceratium* sp., organismo unicelular fotossintetizante. (Microscopia eletrônica de varredura; aumento: 625 \times ; colorizada artificialmente.) (B) Leucócito humano, célula que participa da defesa do organismo contra agentes invasores. (Microscopia eletrônica de varredura; aumento: 2.000 \times ; colorizada artificialmente.) (C) Bactéria *Spirillum volutans*, organismo unicelular. (Microscopia fotônica; aumento: 550 \times .)



EYE OF SCIENCE/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

DAVID SCHARF/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

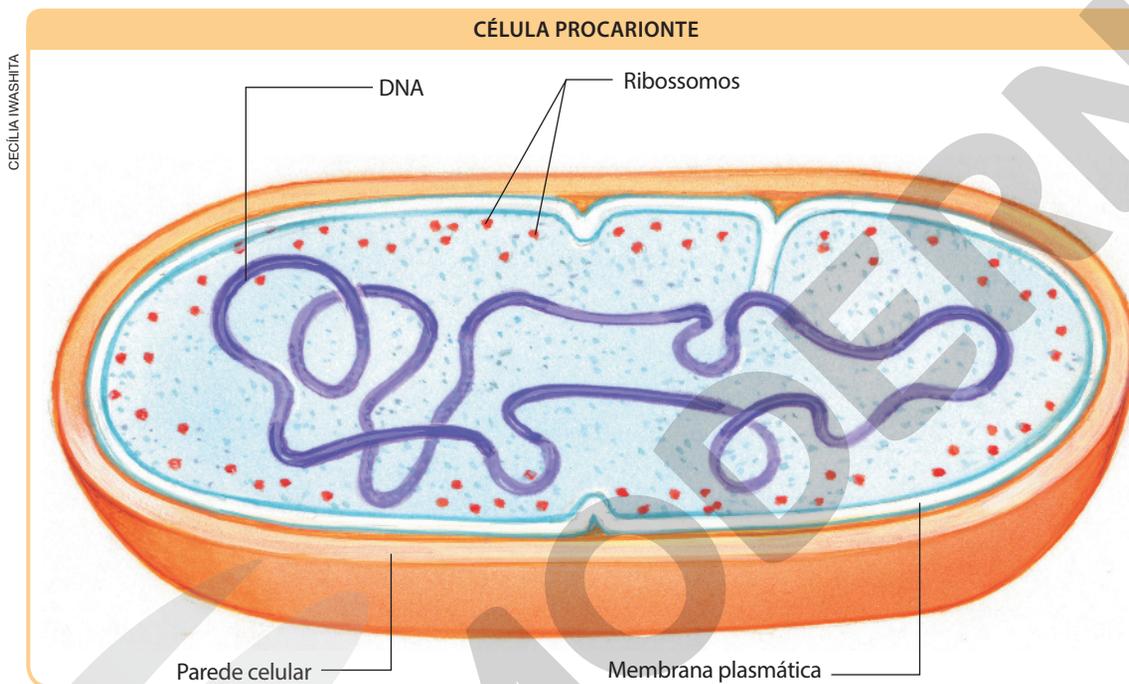
MICHAEL ABBEY/VISUALS UNLIMITED, INC./GLOW IMAGES

Célula procarionte

As bactérias são organismos unicelulares procariontes, isto é, não possuem núcleo nem outras membranas internas que dividem o citoplasma em compartimentos. Seu material genético é formado por uma única molécula de DNA circular, geralmente concentrado em uma parte da célula chamada **nucleoide**. Além do material genético, suas células são basicamente compostas de membrana plasmática, parede celular e ribossomos.

Além das bactérias, as arqueas também são organismos unicelulares procariontes. A maioria habita ambientes com condições extremas, insalubres para outros organismos, com alta salinidade ou temperatura, por exemplo.

A **parede celular bacteriana** é responsável pela forma da célula. Ela é composta de peptidoglicanos (carboidratos associados a peptídeos) e é semirrígida. Possui propriedades elásticas e é permeável a sais e a substâncias de baixo peso molecular.



Representação esquemática de uma célula procarionte, mostrando seus principais componentes. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: RUPERT, E. E. et al. *Zoologia dos invertebrados*. 7. ed. São Paulo: Roca Brasil, 2005.

Algumas bactérias e arqueas apresentam moléculas de DNA circular separadas do cromossomo, conhecidas como **plasmídeos**. Em condições ambientais normais, os plasmídeos são dispensáveis à sobrevivência da bactéria, mas podem ser fundamentais em situações atípicas. Por exemplo, podem possuir genes de resistência a antibióticos, de produção de toxinas ou de tolerância a metais tóxicos. Essas moléculas de DNA duplicam-se independentemente do cromossomo bacteriano e podem ser transmitidas de uma bactéria para outra.

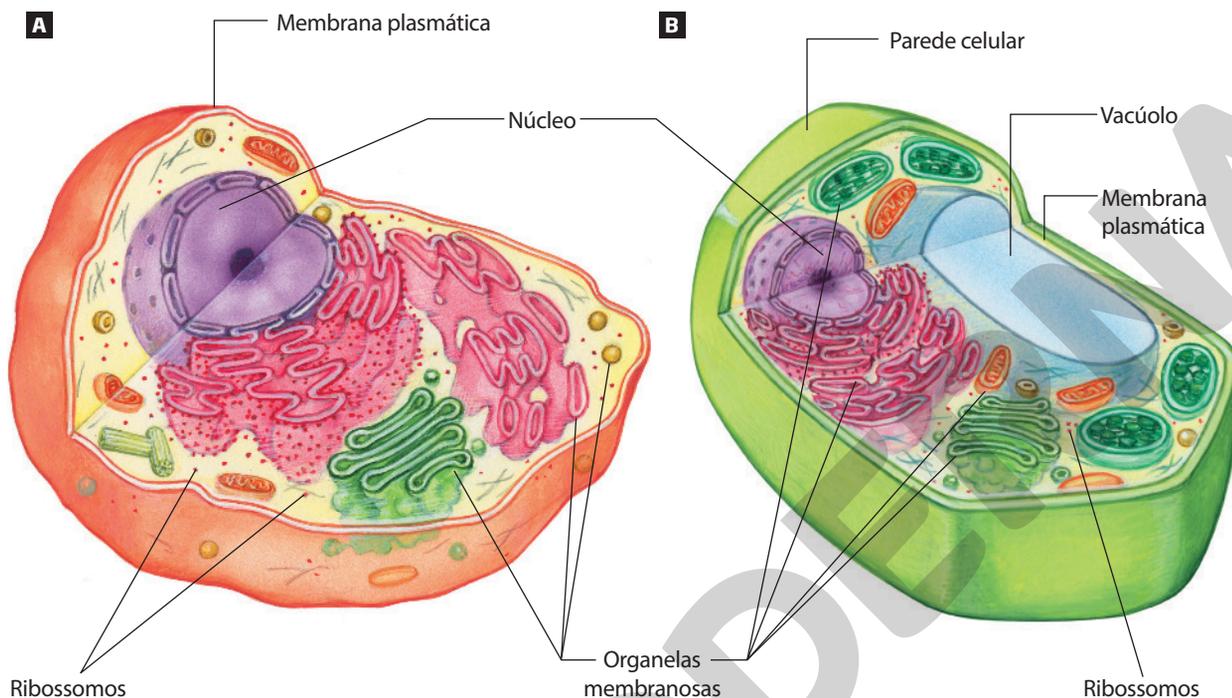
Célula eucarionte

As células eucariontes – encontradas em plantas, animais e fungos, por exemplo – possuem núcleo e diversos tipos de organelas delimitadas por membranas. Geralmente são maiores que as procariontes e apresentam o núcleo separado do citoplasma pelo **envelope nuclear**, também chamado de **carioteca**, que é composto de duas membranas.

As células eucariontes podem ser de diferentes tipos. As plantas, por exemplo, apresentam células com algumas características diferentes das células dos animais. Entre essas diferenças, está a presença de uma parede celular, um envoltório espesso e resistente, responsável pelo formato da célula. Mas, diferentemente da parede celular das bactérias, a parede celular dos vegetais é formada principalmente por **celulose** (um tipo de carboidrato).

CÉLULAS EUCARIONTES

ILUSTRAÇÕES: CECÍLIA IWASHITA



Representações esquemáticas de uma célula animal (A) e de uma célula vegetal (B), mostrando seus componentes principais, entre eles algumas de suas organelas membranosas. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. et al. *Vida: a ciência da Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

Atividades

Não escreva no livro.

- 1 Faça um quadro comparativo das células procarionte e eucarionte, identificando estruturas comuns às duas e estruturas exclusivas de cada tipo celular.
- 2 Um pesquisador preparou uma lâmina a ser examinada ao microscópio fotônico. Para identificar se o material analisado é de um organismo procarionte ou eucarionte, que estruturas o pesquisador pode procurar?

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

De acordo com a hipótese endossimbiótica, os organismos eucariontes originaram-se de seres procariontes. Em grupo, pesquisem essa hipótese e elaborem um cartaz, explicando-a com textos curtos e imagens. Façam uma apresentação para a turma e conversem sobre o trabalho dos outros grupos.

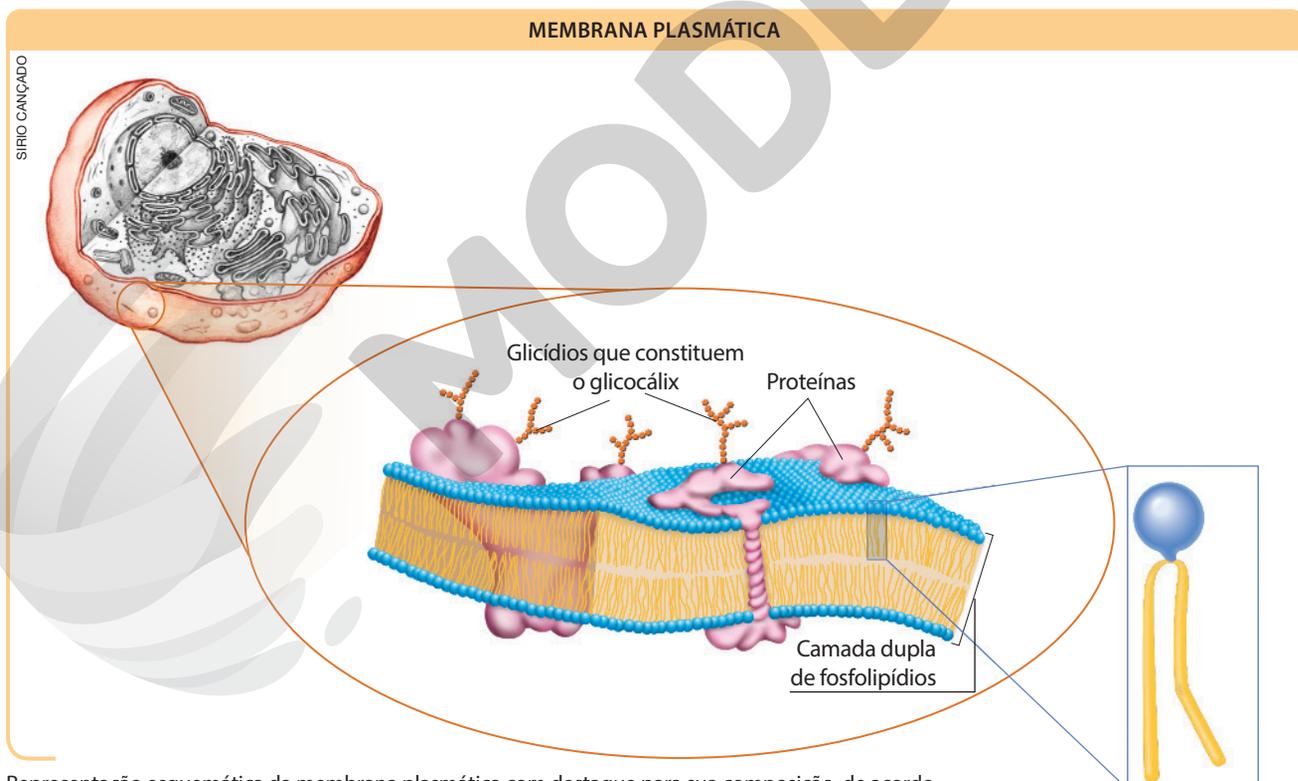
O envoltório de todas as células

Todas as células possuem um envoltório que isola seu conteúdo interno do ambiente em que se encontram. Esse envoltório é a membrana plasmática, que delimita a fronteira com as outras células e faz a comunicação com elas e com o meio exterior, permitindo a integração nos tecidos.

Em 1972, os cientistas estadunidenses Seymour Jonathan Singer (1924-2017) e Garth Nicolson (1943-) propuseram um modelo para a estrutura da membrana plasmática que, com algumas alterações, vem sendo usado até os dias de hoje pelos cientistas: o **modelo do mosaico fluido**. O termo “mosaico” deve-se ao aspecto heterogêneo das moléculas que formam a membrana vista ao microscópio eletrônico. O termo “fluido” refere-se ao fato de a membrana não ser uma estrutura rígida, mas dinâmica e em constante modificação, em virtude do movimento lateral das moléculas que a compõem.

A membrana plasmática é composta principalmente de lipídios e proteínas, mas os carboidratos também fazem parte de sua estrutura. No grupo dos lipídios, os fosfolipídios são os mais abundantes na membrana plasmática. Eles possuem tanto regiões hidrofóbicas (que não têm afinidade de ligação com a molécula de água) como regiões hidrofílicas (que têm essa afinidade).

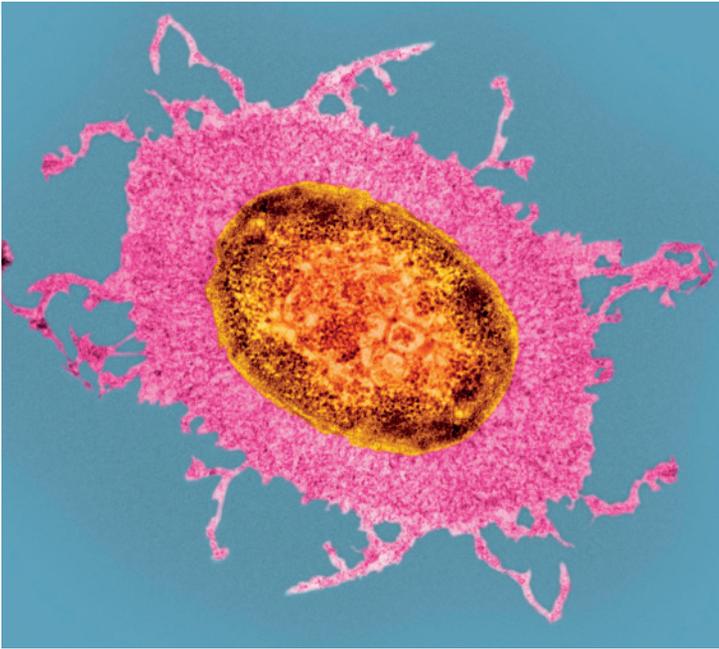
Na membrana plasmática, eles se localizam lado a lado, dispostos em uma bicamada. As extremidades hidrofílicas dos fosfolipídios ficam voltadas para as soluções aquosas, localizadas dentro e fora da célula. As extensas cadeias carbônicas hidrofóbicas estão voltadas para o interior da membrana, de modo que isolam a célula do ambiente aquoso.



Representação esquemática da membrana plasmática com destaque para sua composição, de acordo com o modelo do mosaico fluido. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. et al. *Life: the science of Biology*. Massachusetts: Sinauer Associates, 2011.

As proteínas estão inseridas nessa dupla camada, entre os fosfolipídios. Aquelas que atravessam de lado a lado a membrana são chamadas **proteínas integrais**; as que se localizam no limite exterior da membrana são as **periféricas**.



Micrografia de uma bactéria do gênero *Bacteroides*, com o glicocálix evidenciado em rosa. (Microscopia eletrônica; aumento: 23.000×; colorizada artificialmente.)

Na região externa à membrana celular, muitas células apresentam uma rede de moléculas chamada **glicocálix**. Essa rede é composta de glicídios associados às proteínas ou aos lipídios da membrana, formando, respectivamente, glicoproteínas e glicolipídios. Em eucariontes, o glicocálix é responsável pela proteção e lubrificação da membrana plasmática, evitando lesões mecânicas e químicas. Em procariontes, o glicocálix é externo à parede celular, podendo ser desde uma fina camada viscosa até uma espessa cápsula de proteção.

Permeabilidade seletiva

A troca de substâncias com o meio é essencial para que a célula receba substâncias necessárias à sua sobrevivência e, ao mesmo tempo, elimine metabólitos. Essa troca é mediada pela membrana plasmática, que é **semipermeável**, ou seja, permite a livre entrada e saída de determinadas substâncias, enquanto outras requerem mecanismos especiais para atravessá-la. Essa seletividade da membrana plasmática é um dos fatores que possibilitam conservar a integridade da célula e a estabilidade de seu meio interno (homeostase).

As trocas de substâncias entre a célula e o meio externo dependem da estrutura e das propriedades da membrana, bem como das propriedades das substâncias transportadas. De acordo com suas características, moléculas pequenas podem atravessar a membrana por **transporte passivo** ou por **transporte ativo**.

Caixa de ferramentas

Metabólito é uma substância produzida pelo metabolismo como produto secundário de algumas reações. Alguns metabólitos devem ser eliminados do organismo por serem tóxicos, mas outros podem ser armazenados, como fragrâncias, venenos, pigmentos e outros.

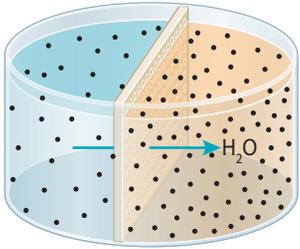
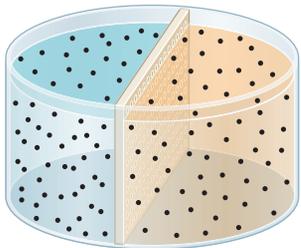
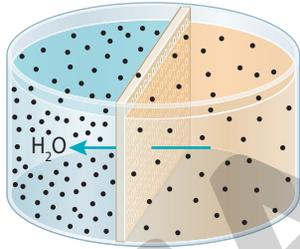
Transporte passivo

Esse tipo de transporte é assim denominado porque ocorre sem gasto de energia: as substâncias deslocam-se do lado da membrana no qual se encontram em maior concentração para aquele onde estão em menor concentração, tendendo ao equilíbrio. Difusão simples e difusão facilitada por proteínas são exemplos desse tipo de processo.

- **Difusão simples:** pequenas moléculas, como oxigênio, dióxido de carbono e ureia, atravessam espontaneamente a membrana plasmática, que é permeável a essas substâncias, sempre do meio mais concentrado para o menos concentrado. Quando a substância transportada é a água, o processo recebe o nome de **osmose**.

Tipos de solução

Quando soluções são separadas por uma membrana semipermeável, elas podem ser classificadas em relação à sua concentração de solutos.

Solução hipertônica Maior concentração de solutos em relação à outra solução.	Solução isotônica Mesma concentração de solutos nas duas soluções.	Solução hipotônica Menor concentração de solutos em relação à outra solução.
 <p>A água desloca-se com maior velocidade do meio menos concentrado para o mais concentrado.</p>	 <p>A água desloca-se com a mesma velocidade nas duas direções.</p>	 <p>A água desloca-se com maior velocidade do meio menos concentrado para o mais concentrado.</p>

As células dos seres vivos podem passar por situações nas quais o meio apresenta soluções hipertônicas, isotônicas ou hipotônicas.

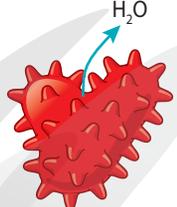
Dependendo do tipo de solução em que se encontram, as células podem perder ou ganhar água por osmose. Quando estão em meio hipertônico, perdem água e têm seu volume diminuído; quando estão em meio isotônico, apresentam o formato da célula padrão; quando estão em soluções hipotônicas, incorporam água, aumentando seu volume.

As células animais não têm parede celular, por isso podem estourar em solução hipotônica. Presente nas células vegetais, a parede celular as protege em casos de variação de concentração, evitando que estourem.

(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. et al. *Vida: a ciência da Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

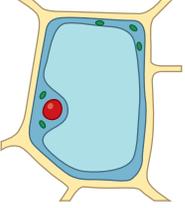
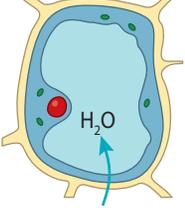
CÉLULA ANIMAL EM DIFERENTES SOLUÇÕES

 <p>Ao ser colocada em uma solução hipertônica, a célula perde água e torna-se murcha.</p>	 <p>Ao ser colocada em uma solução isotônica, o equilíbrio é mantido, assim como a forma da célula.</p>	 <p>Ao ser colocada em uma solução hipotônica, a célula incorpora água, torna-se túrgida e pode até estourar.</p>
---	--	--

(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. et al., 2009.

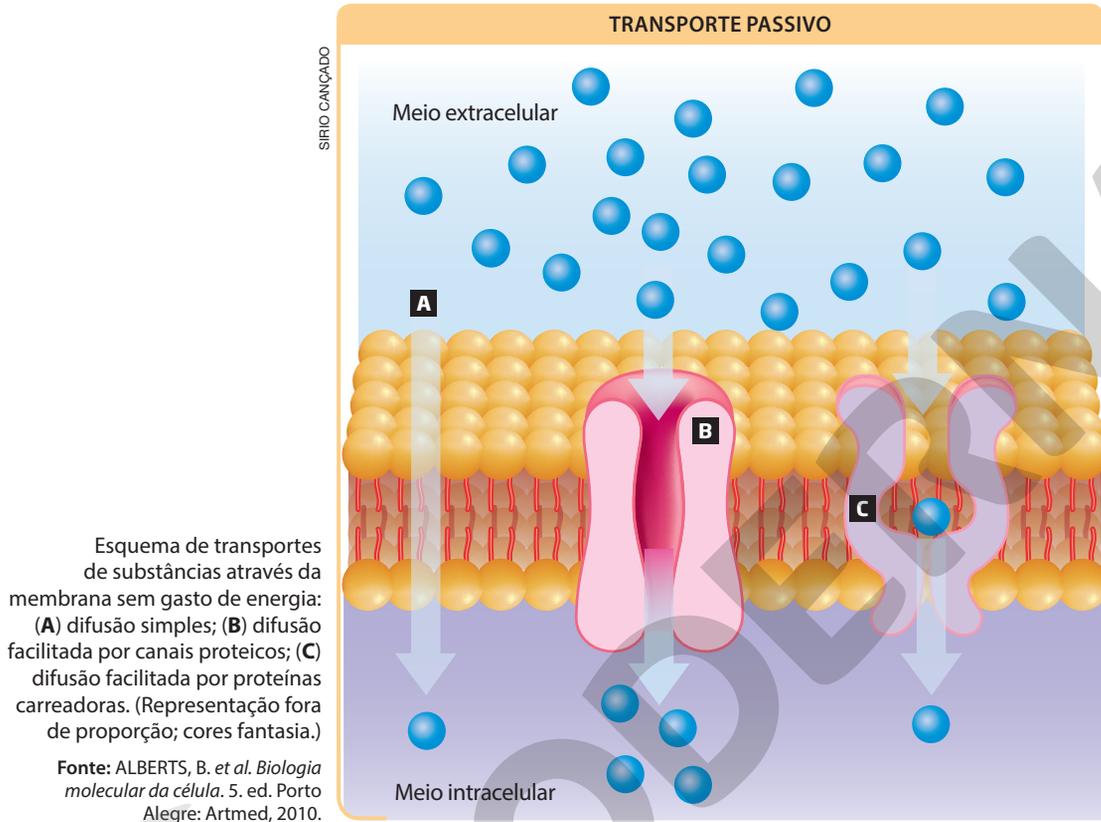
CÉLULA VEGETAL EM DIFERENTES SOLUÇÕES

 <p>Ao ser colocada em uma solução hipertônica, a célula perde água, e o corpo celular encolhe e se separa da parede celular.</p>	 <p>Ao ser colocada em uma solução isotônica, o equilíbrio é mantido e não há alteração do formato do corpo celular.</p>	 <p>Ao ser colocada em uma solução hipotônica, a célula incorpora água, tornando-se túrgida, porém não estoura devido à parede celular.</p>
--	---	--

(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. et al., 2009.

- **Difusão facilitada por proteínas:** algumas moléculas pequenas e alguns íons são transportados através da membrana, de acordo com seu gradiente de concentração, com o auxílio de proteínas transportadoras, sem que ocorra gasto de energia nesse processo. Essas proteínas podem funcionar como canais proteicos abertos, que atravessam a membrana e permitem a passagem de íons e de certas moléculas; ou, ainda, podem ser proteínas carreadoras, que capturam as moléculas em um meio e as transportam para o outro lado da membrana.



Transporte ativo

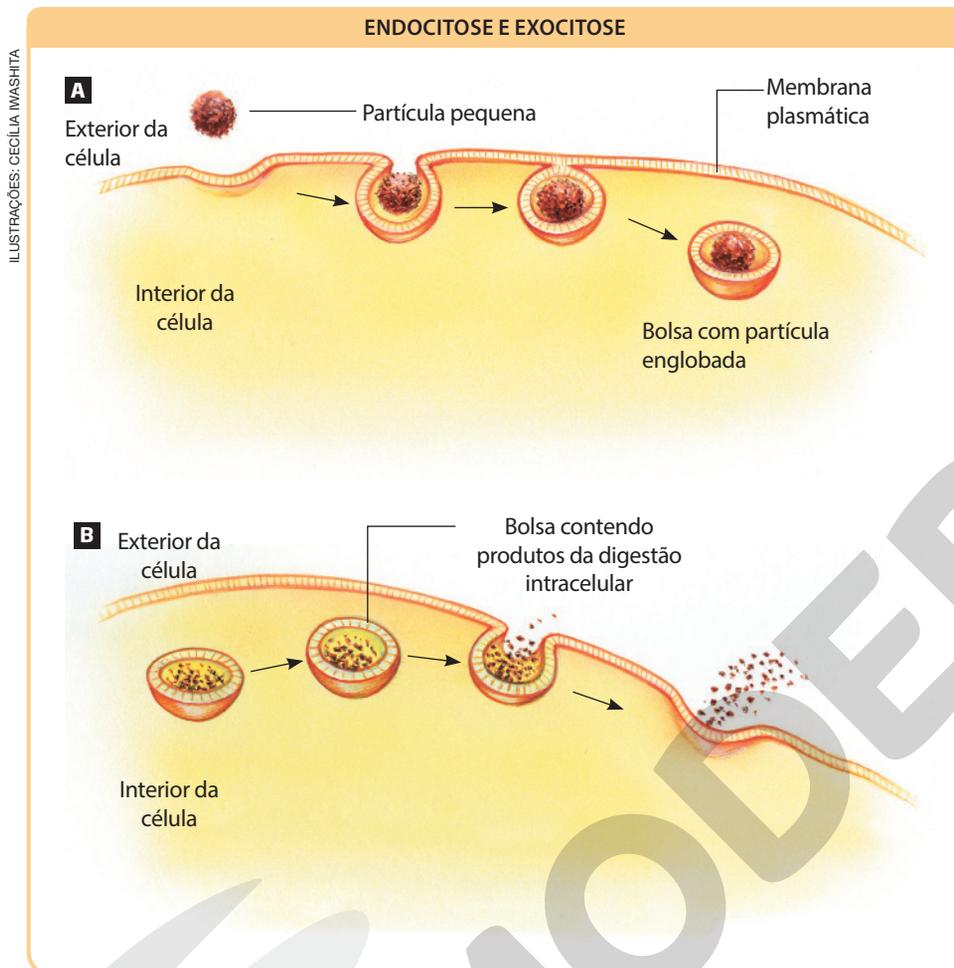
Em alguns casos, as substâncias precisam ser transportadas contra o gradiente de concentração, ou seja, do meio onde estão em menor concentração para aquele em que estão mais concentradas. Esse transporte é mediado por proteínas e precisa de energia para ocorrer. Algumas dessas proteínas transportam apenas um tipo de substância em uma única direção; outras transportam dois tipos de substâncias ao mesmo tempo, para a mesma direção; e outras, ainda, transportam simultaneamente dois tipos de substâncias para direções opostas. Um exemplo deste último tipo de transporte é a chamada bomba de sódio-potássio, uma proteína que consome energia para transportar íons sódio (Na^+) para o meio extracelular e íons potássio (K^+) para o meio intracelular.

• Endocitose e exocitose

Moléculas grandes e outras partículas que não conseguem atravessar a membrana plasmática podem adentrar a célula pelo processo chamado **endocitose**. Nesse tipo de transporte ativo, a célula captura e engloba substâncias do meio externo para o meio interno por meio de invaginações da membrana.

São exemplos de endocitose: **fagocitose**, pela qual a célula captura e engloba partículas sólidas por meio de expansões citoplasmáticas (pseudópodes), e **pinocitose**, em que a célula engloba líquidos e partículas pequenas pela formação de canais na membrana plasmática.

A **exocitose** é um processo oposto ao de endocitose: a célula elimina substâncias do meio interno para o meio externo, como na secreção celular e na eliminação dos produtos da digestão intracelular. Bolsas membranosas com substâncias em seu interior dirigem-se para a membrana plasmática, onde se fundem e liberam seu conteúdo para o meio externo. Esse processo, assim como a endocitose, consome energia.



Representações esquemáticas dos processos de endocitose (**A**) e de exocitose (**B**). (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

Atividades

Não escreva no livro.

- 1 O que acontece ao colocarmos uma célula humana em água pura, ou seja, sem nenhuma substância dissolvida nela? Por que isso ocorre? Isso aconteceria com uma célula vegetal?
- 2 A água do mar apresenta maior concentração de solutos que as células do corpo humano. Com base nessa informação, explique por que deve ser evitada a ingestão de grandes quantidades de água do mar.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

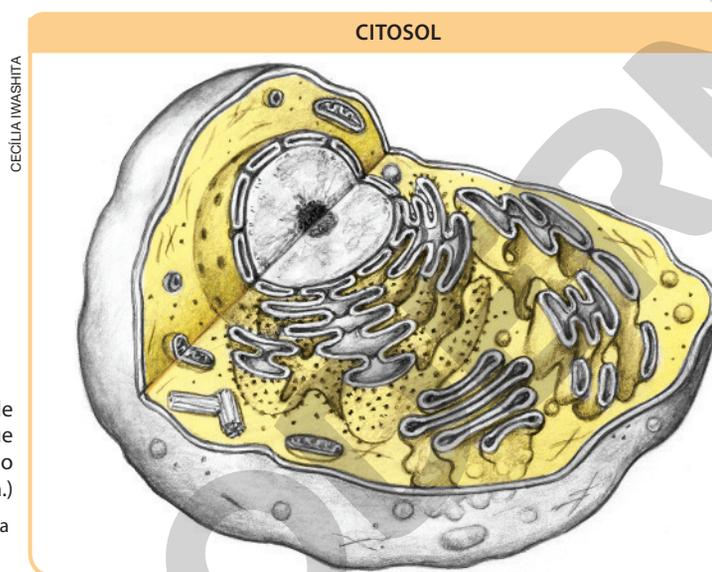
Em grupo, criem uma representação da estrutura da membrana plasmática de acordo com o modelo do mosaico fluido, utilizando materiais diversos. Comparem seu trabalho com o de outros grupos.

No interior da célula

O **citoplasma** de uma célula eucarionte é a região localizada entre o núcleo e a membrana plasmática. Ele tem três componentes principais: **citossol**, **citoesqueleto** e **organelas**. Já o citoplasma de uma célula procarionte abrange toda a região celular interna à membrana plasmática. Também é constituído de um citossol, mas difere do citoplasma eucariótico por não apresentar citoesqueleto e por conter material genético.

Citossol

Fluido de aspecto gelatinoso e viscoso presente nas células, importante na movimentação de moléculas em seu interior. Em procariontes, o citossol circunda ribossomos e moléculas de DNA, enquanto nos eucariontes envolve as organelas citoplasmáticas, o núcleo e o citoesqueleto. Em ambos os tipos celulares, ele é constituído de água, proteínas, açúcares, lipídios, aminoácidos, bases nitrogenadas, sais, vitaminas e íons.



Representação esquemática de uma célula animal, com destaque para o citossol. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

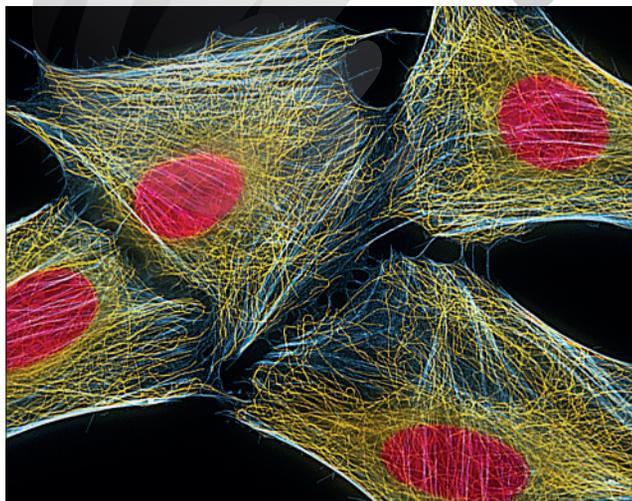
Fonte: SADAVA, D. *et al. Vida: a ciência da Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

Citoesqueleto

Complexo estrutural de microtúbulos e filamentos proteicos. Os microtúbulos são formados pela proteína tubulina; os filamentos podem ser de actina ou miosina, duas proteínas abundantes em seres eucarióticos. O citoesqueleto é responsável por diversas funções, algumas delas citadas a seguir.

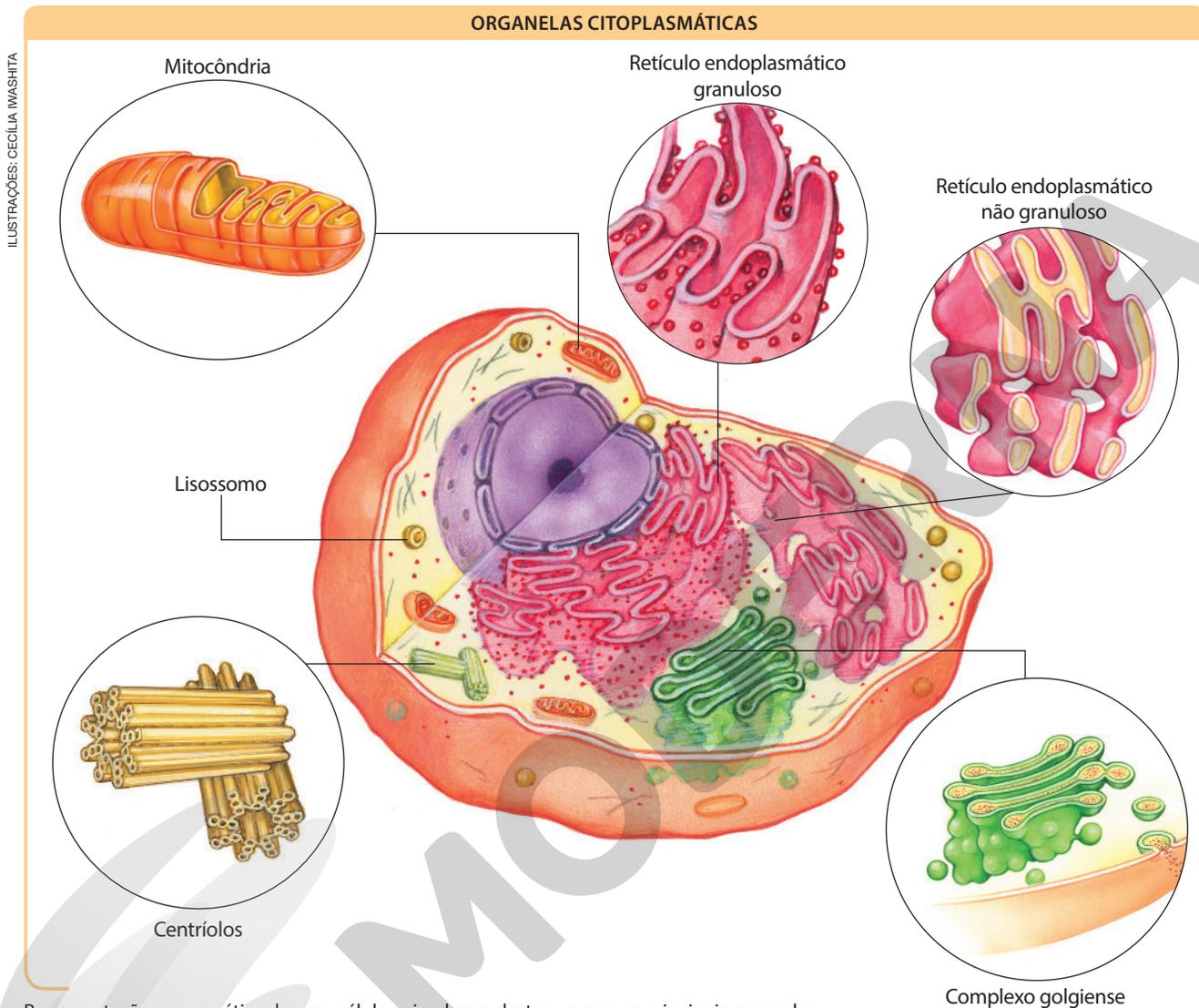
- Auxiliar na sustentação do citoplasma;
- definir a forma e organizar a estrutura interna da célula;
- permitir a adesão da célula às células vizinhas;
- possibilitar o deslocamento de materiais e de organelas no interior da célula, como o movimento dos cromossomos durante a divisão celular;
- fornecer movimento a diferentes tipos celulares, como os movimentos ameboides e as contrações musculares de cílios e flagelos.

Células humanas com o citoesqueleto evidenciado por marcadores fluorescentes em azul e amarelo. (Microscopia fotônica; aumento: 580×; colorizada artificialmente.)



Organelas citoplasmáticas

Organelas citoplasmáticas são estruturas presentes no interior da célula. Cada organela tem uma forma distinta e desempenha funções específicas, garantindo em conjunto o funcionamento celular. As características das principais organelas serão apresentadas a seguir.



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. 3.

● Mitocôndria

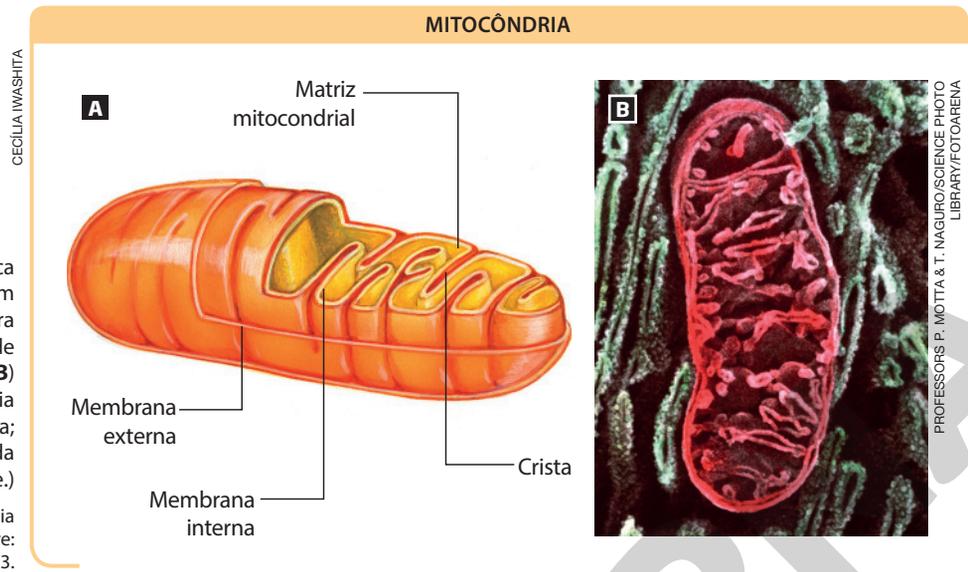
A **mitocôndria** é uma das organelas mais importantes das células eucariontes, uma vez que é responsável pelo fornecimento de energia para a realização das funções celulares e metabólicas.

A respiração celular, processo que transforma a energia presente em certas moléculas em energia utilizável pela célula, depende das mitocôndrias.

A mitocôndria apresenta uma estrutura complexa, sendo uma das poucas organelas constituídas de duas membranas: uma externa e lisa, e outra interna com dobras que formam as cristas mitocondriais.

Em seu interior, as mitocôndrias possuem um líquido, a matriz mitocondrial, onde estão imersas diversas enzimas, ribossomos e DNA próprio.

Células com elevada demanda energética geralmente têm grande número de mitocôndrias em seu citoplasma. Na espécie humana, células musculares e nervosas, além de espermatozoides, apresentam elevado número de mitocôndrias.



(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: 60.000×; colorizada artificialmente.)

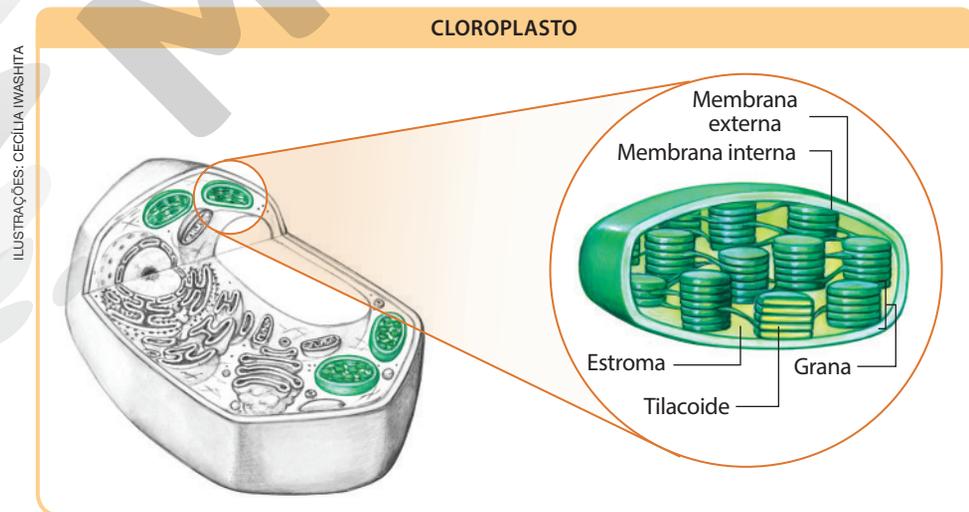
Fonte: SADAVA, D. et al. *Vida: a ciência da Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

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 **tilacoides**. Os grupos formados por essas bolsas chamam-se **grana**.

A função dos cloroplastos é produzir açúcares a partir de matéria inorgânica e luz solar, fenômeno conhecido como **fotossíntese**. Isso é possível graças à clorofila presente em sua composição, pigmento que confere cor verde à organela e é essencial para a fotossíntese. A glicose, produto da fotossíntese, é usada para obtenção de energia para a célula.

Nas plantas, as células com cloroplastos estão presentes nos tecidos verdes, como as folhas e, em alguns casos, o caule.



Representação esquemática de uma célula vegetal 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. 3.

● Ribossomo

Apesar de apresentarem diferenças quanto ao tamanho e à composição, os **ribossomos** de células procariontes e eucariontes desempenham a mesma função: a produção de proteínas. Essas estruturas não possuem membranas e são constituídas de proteínas associadas a um tipo de ácido nucleico, o RNA ribossômico.

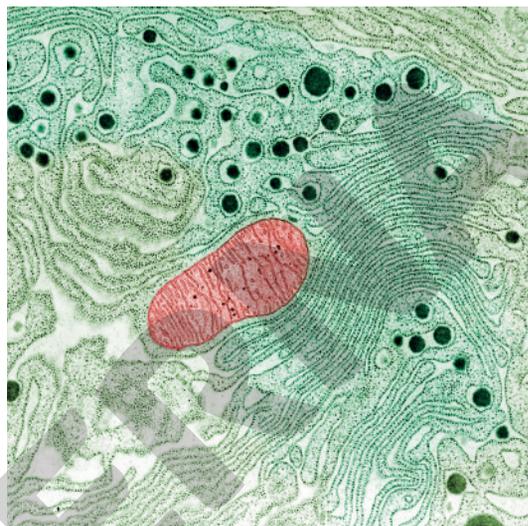
Nas células, os ribossomos podem ser encontrados livres no citoplasma ou aderidos ao retículo endoplasmático ou, ainda, no interior de mitocôndrias e cloroplastos. Não há consenso entre os cientistas se os ribossomos podem ou não ser considerados organelas.

● Retículo endoplasmático

Conjunto de tubos formados por uma membrana lipoproteica que deriva da membrana plasmática. Pode ser granuloso, quando possui ribossomos aderidos a suas membranas, e não granuloso, quando é desprovido deles.

O **retículo endoplasmático granuloso** sintetiza e transporta proteínas. O **retículo endoplasmático não granuloso** é o local de síntese de lipídios, principalmente esteroides, como o colesterol. Essa organela também atua na modificação química de substâncias tóxicas, na degradação do glicogênio nas células animais, entre outras funções.

Micrografia de uma célula eucarionte, evidenciando o retículo endoplasmático, em verde. (Microscopia eletrônica; aumento: 29.000×; colorizada artificialmente.)

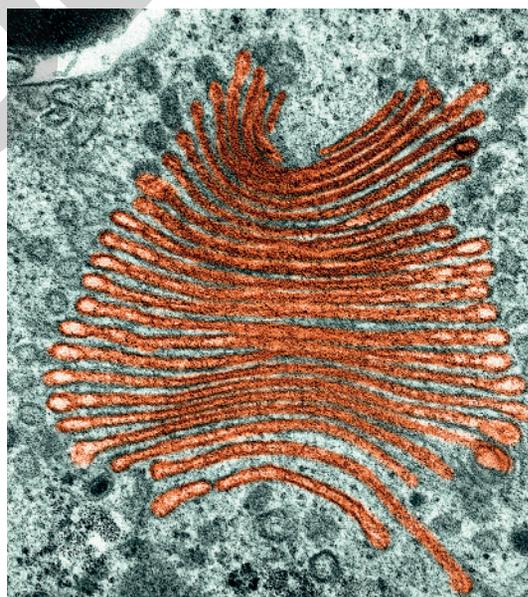


● Complexo golgiense

Constituído de bolsas membranosas achatadas e dispostas umas sobre as outras, o complexo golgiense é onde as proteínas ou os lipídios, produzidos no retículo endoplasmático, são transformados e “empacotados” para serem usados no interior da célula (como enzimas lisossômicas) ou no exterior da célula (na forma de secreção celular). Ainda no complexo golgiense são sintetizados açúcares importantes para a estrutura da parede celular de plantas. Todas essas substâncias são liberadas por meio de vesículas formadas nessa organela.

O complexo golgiense também participa da produção de lisossomos.

Micrografia de uma célula eucarionte, evidenciando o complexo golgiense, em laranja. (Microscopia eletrônica; aumento: 15.000×; colorizada artificialmente.)



● Lisossomo

Os **lisossomos** são pequenas bolsas membranosas que contêm um conjunto de mais de 80 enzimas digestivas (entre nucleases, proteases etc.). Originam-se pelo desprendimento de partes do complexo golgiense e são responsáveis pela digestão de diversas substâncias intracelulares.

Eles podem atuar na reciclagem de componentes celulares ou na digestão de nutrientes e de outras substâncias capturadas pela célula. Não são encontrados em células vegetais, que têm essa função exercida pelo vacúolo central.

● Vacúolo

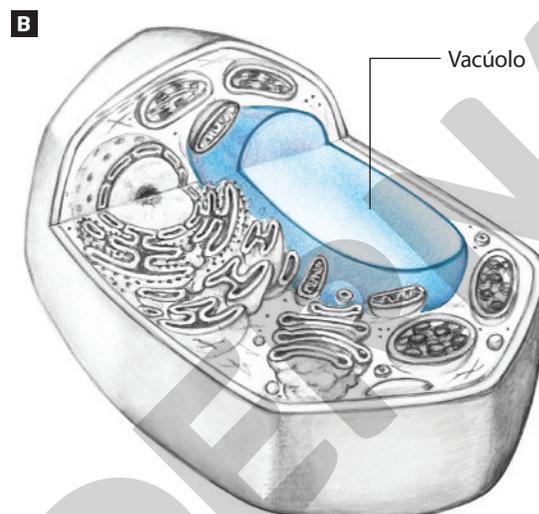
Em células vegetais, os **vacúolos** centrais são bolsas membranosas que podem ocupar até 80% do citoplasma e armazenar substâncias como pigmentos, enzimas digestivas, água, íons e até algumas toxinas.

Outros tipos de células também apresentam vacúolos com diferentes funções. Diversos microrganismos eucariontes de água doce, por exemplo, têm em suas células vacúolos contráteis, cuja função é eliminar o excesso de água que penetra espontaneamente por osmose na célula.

VACÚOLO CENTRAL



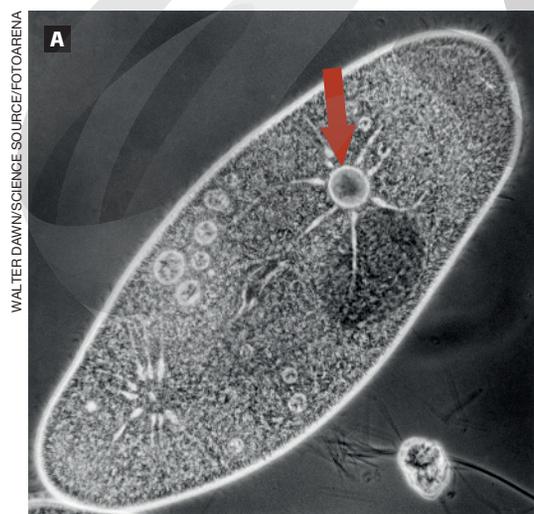
DR. JEREMY BURGESS/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA



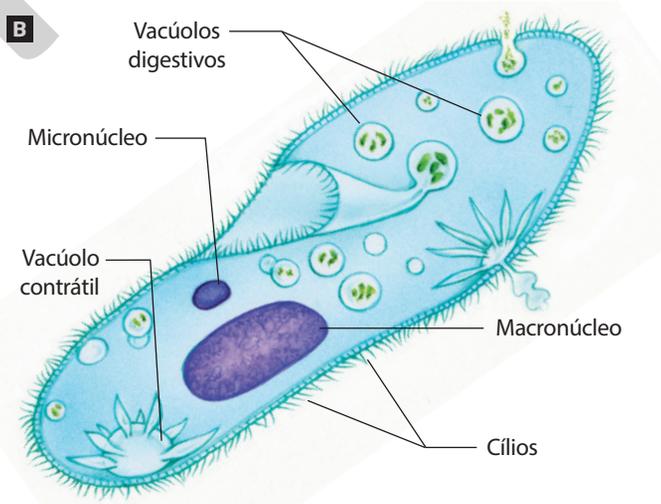
(A) Micrografia de uma célula vegetal, evidenciando o vacúolo central, em azul. (Microscopia eletrônica; aumento: 3.200×; colorizada artificialmente.) (B) Representação esquemática de uma célula vegetal, com destaque para o vacúolo central. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. et al. *Vida: a ciência da Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

VACÚOLOS CONTRÁTIL E DIGESTIVOS



WALTER DAWN/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

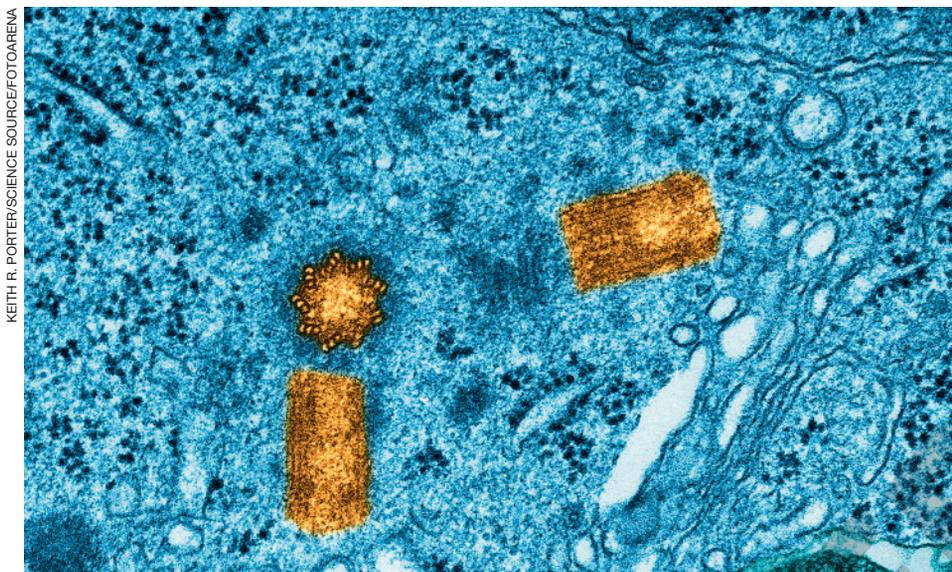


(A) Micrografia de um paramecio (*Paramecium* sp.); note o vacúolo contrátil indicado pela seta em vermelho. (Microscopia fotônica; aumento: 200×.) (B) Representação esquemática de um paramecio, mostrando seu vacúolo contrátil e os vacúolos digestivos. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: RUPERT, E. E. et al. *Zoologia dos invertebrados*. 7. ed. São Paulo: Roca Brasil, 2005.

Centríolos

São pequenos cilindros constituídos por microtúbulos (um dos componentes do citoesqueleto) e presentes na maioria das células eucariontes, exceto as de fungos e de plantas com sementes. Em células animais, os **centríolos** encontram-se aos pares e duplicam-se quando a célula se prepara para a divisão celular. Durante os processos de divisão da célula, formam os fusos, longos microtúbulos que conectam os cromossomos aos polos da célula.



Micrografia de célula animal, evidenciando os centríolos, em laranja. (Microscopia eletrônica; aumento: 40.000×; colorizada artificialmente.)

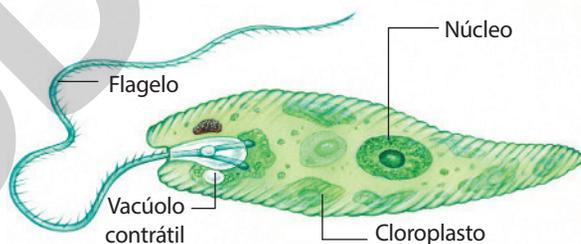
Caixa de ferramentas

Alguns organismos são dotados de centríolos especializados, que originam **cílios e flagelos**, estruturas relacionadas com a movimentação.

Essas estruturas podem impulsionar a célula através de um ambiente aquoso ou movimentar o fluido circundante sobre a superfície da célula.

A tabela a seguir compara características dessas duas estruturas.

	Cílios	Flagelos
Tamanho	curtos	longos
Quantidade	numerosos	únicos ou aos pares
Tipo de movimento	movimento de chicote	movimento ondular



Representação esquemática de uma euglena, organismo unicelular flagelado. Compare o flagelo dessa célula com os cílios do paramécio representado na página anterior. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. *Invertebrados*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

Atividades

Não escreva no livro.

- Monte uma tabela comparando as organelas apresentadas neste item quanto à estrutura, à função e à célula em que ocorrem.
- Que relação há entre o retículo endoplasmático e o complexo golgiense?
- O pâncreas é uma glândula que, entre outras funções, produz enzimas que participam da digestão

do alimento. Suas células possuem um número elevado de ribossomos e complexo golgiense. Relacione esse fato com a função dessa glândula.

- Considerando as funções das células musculares e do lóbulo da orelha, discuta com um colega em quais dessas células do nosso organismo encontramos a maior quantidade de mitocôndrias? Por quê?

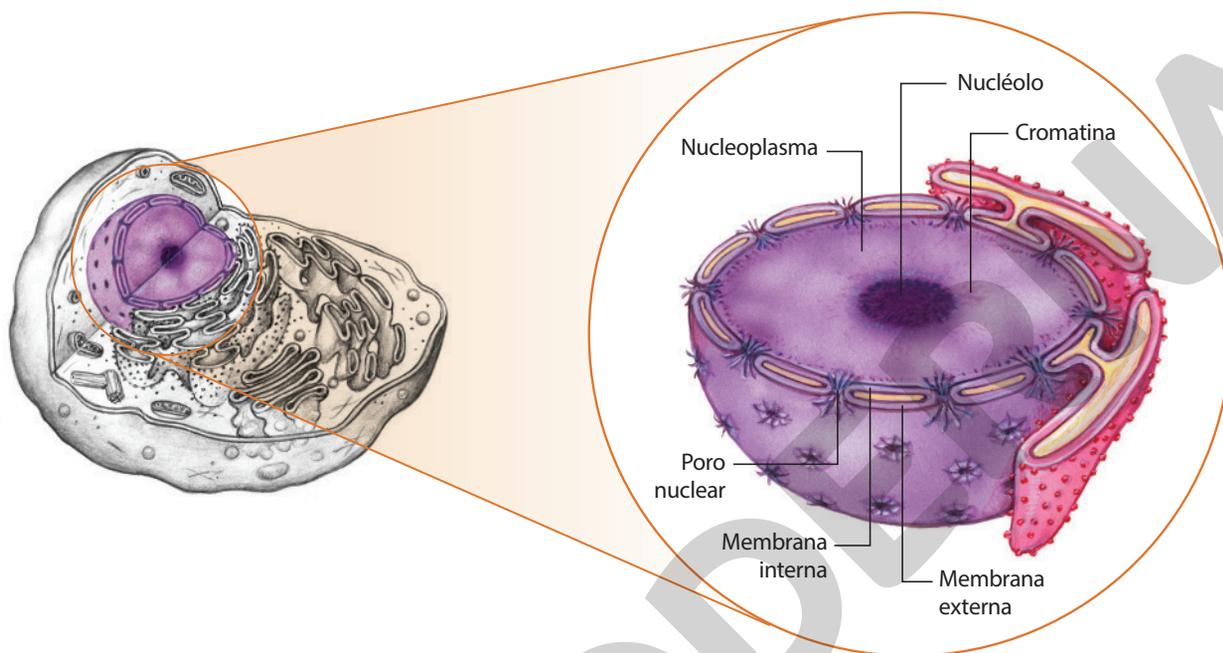
Núcleo celular

O núcleo isola do citoplasma o material genético das células eucarióticas. Além dos cromossomos, ele abriga o aparato molecular responsável pela duplicação do material genético e pela decodificação da informação contida nele. É no núcleo que se inicia a produção das proteínas codificadas no DNA do organismo.

O núcleo celular apresenta quatro componentes fundamentais: **envelope nuclear**, **nucleoplasma**, **nucléolo** e **cromatina**.

NÚCLEO CELULAR

ILUSTRAÇÕES: CECÍLIA IWASHITA



Representação esquemática de uma célula animal, com destaque para o núcleo. No detalhe, núcleo em corte, com seus componentes principais. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. *et al. Vida: a ciência da Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

Envelope nuclear

Também chamado carioteca, o **envelope nuclear** é constituído de duas membranas lipoproteicas. Ele delimita o núcleo e seleciona as substâncias que podem entrar ou sair. Sua membrana mais externa apresenta, em diversos pontos, continuidade com o retículo endoplasmático; em outros, está fundida com a membrana interna, formando os **poros nucleares**, que permitem a passagem de substâncias e comunicam o núcleo com o citoplasma.

Esses poros funcionam como válvulas, abrindo-se para dar passagem a determinados materiais. Cada um desses poros é circundado pelo complexo do poro, conjunto formado de várias proteínas na região de contato entre as membranas interna e externa do envelope nuclear. Tais proteínas selecionam ativamente o que entra e o que sai do núcleo.

Nucleoplasma

Também chamado cariolinfa, é uma solução aquosa constituída de íons, moléculas de ATP, nucleotídeos e enzimas. Essa solução preenche o núcleo e circunda a cromatina e os nucléolos.

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

Nucléolo

É uma massa densa, muitas vezes arredondada e sem membrana, que pode estar presente isoladamente ou em maior número no núcleo das células eucariontes. Nessa região do núcleo, são produzidos os ribossomos. À medida que vão amadurecendo, eles migram através dos poros do envelope nuclear para o citosol.

Micrografia de uma célula humana em que é possível visualizar o nucléolo (área no núcleo indicada pela seta). (Microscopia eletrônica; aumento: 4.200×; colorizada artificialmente.)



Cromatina

É a associação dos filamentos de DNA e de proteínas presentes no interior do núcleo celular de eucariontes. Cada um desses filamentos é constituído de uma longa molécula de DNA, que fica emaranhada no interior do núcleo no período em que a célula não está se dividindo. Durante a divisão celular, esses filamentos são compactados em estruturas bem definidas e encorpadas, denominadas cromossomos.

A principal função da cromatina é conservar e transmitir a informação genética, contida nas moléculas de DNA, a fim de controlar o metabolismo celular.

Atividades

Não escreva no livro.

- 1 Liste as semelhanças entre o citosol da célula e o nucleoplasma do núcleo celular. Faça o mesmo com a membrana plasmática e o envelope nuclear.
- 2 Substâncias mutagênicas são aquelas capazes de alterar o material genético de um organismo. Qual é a sequência de componentes celulares que uma substância mutagênica precisa atravessar para chegar ao DNA?

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

Por que a cromatina tem esse nome? Pesquise sobre ela e escreva uma crônica narrando a descoberta dessa estrutura.

Fique por dentro

Internet

História do microscópio

<http://www.invivo.fiocruz.br/celula/historia_10.htm>

História da evolução do microscópio, desde as primeiras lentes feitas pelos seres humanos até a invenção do microscópio eletrônico.

Nanoarte

<<http://cdmf.org.br/2015/10/20/nanoarte-na-tv-unesp/>>

Vídeo da TV Unesp que explica o surgimento da **nanoarte** detalha a convergência entre ciência, arte e tecnologia e traz imagens que mostram a beleza das formas e composições de materiais observados ao microscópio.

Acessos em: 10 jun. 2020.

Filme

A célula. Direção: Adam Rutherford. Inglaterra, 2009. (180 min.)

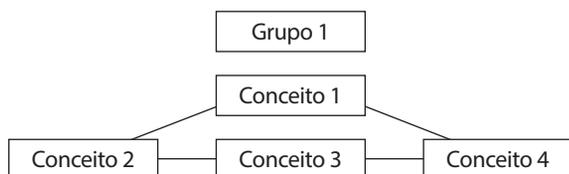
Essa série da BBC, em três episódios, mostra parte da jornada científica em direção à descoberta dos segredos das células e da vida.

Livro

KATZ, Sandor Ellix. *A arte da fermentação*. São Paulo: Sesi-SP, 2014.

O autor dedica sua vida 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.

- 1 Organize em diagramas, de acordo com a ordem de importância, os conceitos de cada grupo indicado a seguir. Use o exemplo do esquema abaixo para conectá-los, aplicando no topo um conceito central.

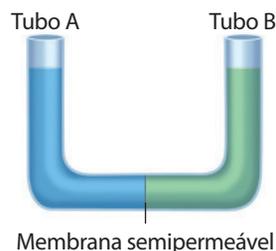


Conceitos:

- **Grupo 1:** Célula. Eucarionte. Célula vegetal. Procarionte. Célula animal.
 - **Grupo 2:** Membrana plasmática. Fagocitose. Transporte passivo. Difusão simples. Difusão facilitada. Osmose. Endocitose. Transporte ativo. Exocitose. Pinocitose.
 - **Grupo 3:** Núcleo. Envelope nuclear. Nucleoplasma. Nucléolo. Cromatina.
 - **Grupo 4:** Citoplasma. Citosol. Centríolo. Citoesqueleto. Mitocôndria. Cloroplasto. Ribossomo. Retículo endoplasmático. Organelas. Complexo golgiense. Lisossomo. Vacúolo.
- 2 Cite quatro estruturas presentes em todas as células e explique por que seria impossível uma célula sobreviver sem cada uma dessas partes.
- 3 Faça um esquema de uma célula procarionte e outro de uma célula eucarionte. Indique as principais estruturas presentes nessas células e identifique, com cores diferentes, as estruturas comuns aos dois tipos de células, as exclusivas das procariontes e as exclusivas das eucariontes.
- 4 Qual das afirmações a seguir não compõe os pressupostos da teoria celular?
- a) A célula é a unidade morfológica básica dos seres vivos.
 - b) Todas as células contêm membrana plasmática.
 - c) Toda célula se origina de outra célula.
 - d) Na célula ocorrem os processos essenciais dos seres vivos.
- 5 Faça uma tabela comparando os tipos de transporte de substâncias através da membrana (difusão simples, osmose, difusão facilitada, bombas de sódio-potássio, endocitose e exocitose). Considere características como tipo de transporte, gasto de energia, envolvimento de proteínas, substância transportada, entre outras.

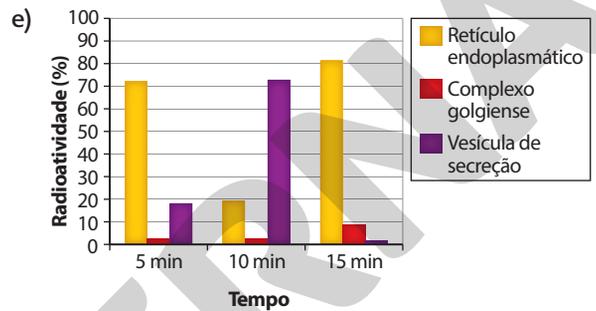
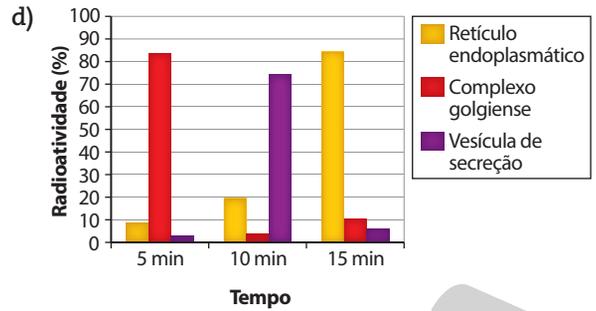
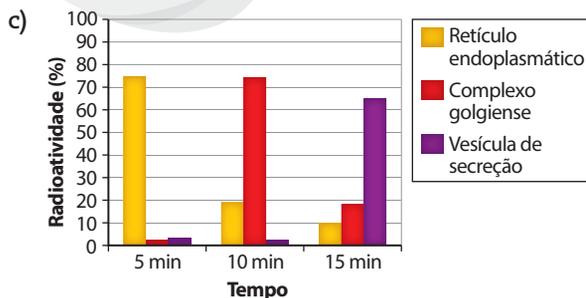
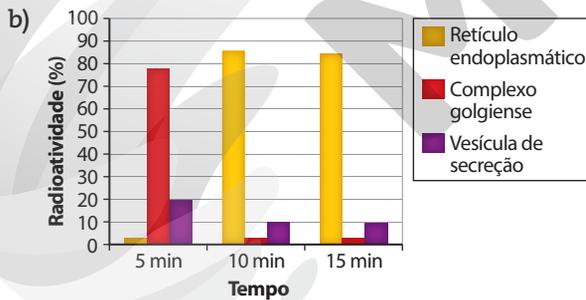
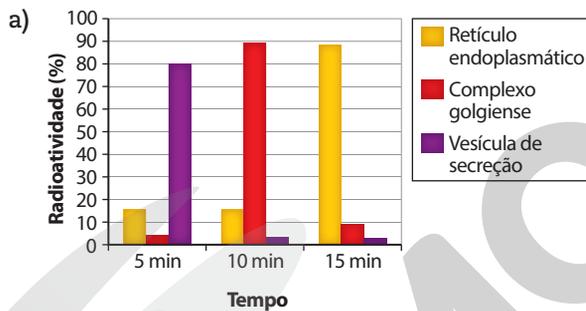
- 6 Identifique as organelas envolvidas nos processos descritos a seguir.
- a) A energia química do açúcar é processada, fornecendo energia passível de uso pela célula.
 - b) Formação dos fusos na divisão celular.
 - c) Digestão de proteínas em bolsas no interior da célula.
 - d) Produção de colesterol.
 - e) A energia da luz é convertida em energia química, presente nas ligações entre os átomos do açúcar.
 - f) Proteínas sendo transformadas e empacotadas antes de serem enviadas para o meio extracelular.
- 7 (UFRJ) As células animais possuem núcleo delimitado por um envoltório poroso que funciona como uma barreira entre o material nuclear e o citoplasma. As células vegetais, apesar de possuírem núcleo similar, diferem das animais por apresentarem um envoltório externo à membrana plasmática, denominado parede celular. Aponte o motivo pelo qual o envoltório nuclear deve apresentar poros. Em seguida, cite as funções da parede celular dos vegetais e seu principal componente químico.
- 8 Em grupo, escrevam um pequeno texto, relacionando o funcionamento de uma célula com o funcionamento da sua escola.

Em um experimento realizado em laboratório, dois recipientes são conectados entre si por um tubo, que possui internamente uma membrana semipermeável através da qual pode ocorrer a livre passagem de água e de sal. Com essas informações, responda às questões de 9 a 14.



- 9 Em dado momento, sal é acrescentado ao tubo B. Ocorrerá transporte de substâncias através da membrana? Em caso positivo, que substância será transportada e qual será o tipo de transporte?
- 10 O que você espera que ocorra com a concentração de sal ao longo do tempo nos tubos A e B? Justifique.
- 11 O que você espera que ocorra com o volume das soluções dos tubos A e B após a adição de sal? Por quê?

- 12 Sabendo que essa mesma membrana é impermeável a açúcares, ocorrerá transporte através da membrana de alguma substância caso uma colher de açúcar seja adicionada ao tubo A? Em caso positivo, que substância será transportada e qual será o tipo de transporte?
- 13 O que você espera que ocorra com a concentração de açúcar ao longo do tempo nos tubos A e B?
- 14 O que você espera que ocorra com o volume das soluções dos tubos A e B após a adição de açúcar?
- 15 (Enem) Muitos estudos de síntese e endereçamento de proteínas utilizam aminoácidos marcados radioativamente para acompanhar as proteínas, desde fases iniciais de sua produção até seu destino final. Esses ensaios foram muito empregados para estudo e caracterização de células secretoras. Após esses ensaios de radioatividade, qual gráfico representa a evolução temporal da produção de proteínas e sua localização em uma célula secretora?



- 16 (Enem) Atualmente, uma série de dietas alimentares têm sido divulgadas com os mais diferentes propósitos: para emagrecer, para melhorar a produtividade no trabalho e até mesmo dietas que rejuvenescem o cérebro. No entanto, poucas têm embasamento científico, e o consenso dos nutricionistas é que deve ser priorizada uma dieta balanceada, constituída de frutas e vegetais, uma fonte de carboidrato, uma de ácido graxo insaturado e uma de proteína. O quadro apresenta cinco dietas com supostas fontes de nutrientes.

Supostas fontes de nutrientes de cinco dietas			
Dieta	Carboidrato	Ácido graxo insaturado	Proteína
1	Azeite de oliva	Peixes	Carne de aves
2	Carne de aves	Mel	Nozes
3	Nozes	Peixes	Mel
4	Mel	Azeite de oliva	Carne de aves
5	Mel	Carne de boi	Azeite de oliva

A dieta que relaciona adequadamente as fontes de carboidrato, ácido graxo insaturado e proteína é a

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

Até boa parte do século XX, pela forma como os recursos naturais eram utilizados se tinha a impressão de que eles eram inesgotáveis. Embora nossos antepassados também tenham contribuído para o esgotamento desses recursos, eles não dispunham, em geral, de conhecimentos ou de tecnologia que evidenciasse a gravidade desse tipo de conduta, nem de meios para evitar essa exploração tão intensa. Agora a realidade é diferente!

As alterações climáticas observadas nas últimas décadas têm sido objeto de muitas pesquisas envolvendo cientistas de diversas áreas e de muitos países. Um exemplo de consequência observável dessas mudanças é o do degelo polar, intensificado nos últimos anos e que destacamos na seção *Ponto de partida*. Em 2020, com base no que foi constatado na Groenlândia, especialistas admitiram que, nessa região, a destruição das calotas polares chegou a uma situação irreversível, isto é, sem a possibilidade de recuperá-las. Certamente, um alerta para todos nós!

Sob a orientação de seu professor, organizem-se em grupos para o trabalho, conversem, pesquisem e elaborem respostas para as questões seguintes:

1. Na seção *Ponto de partida* há imagens que ilustram processos nos quais as transformações são evidentes. Retome essas imagens e explique, para cada uma delas, as transformações que ocorrem e elenque algumas características que se conservam. Em cada caso, considere que tenha um sistema fechado.
2. Ao longo deste livro muitas outras imagens também são úteis para exemplificar “conservação × transformação”. Faça uma lista com cinco dessas imagens (fotos ou ilustrações), explicando a transformação (física ou química) que nela está implícita ou explícita e por quê.
3. Em dois capítulos deste livro são abordados aspectos teóricos envolvendo a conservação da energia. Volte a eles, se necessário, e redija uma comparação entre o papel da mitocôndria e o de um motor a explosão em funcionamento.
4. Na montagem abaixo é possível verificar a mesma paisagem com uma diferença de 30 anos. Quais são os efeitos que o derretimento das geleiras da Islândia e da Antártida podem provocar?

COMPOSIÇÃO 3D DE FOTOGRAFIA AÉREA DO NATIONAL LAND SURVEY OF ICELAND;
FOTOGRAFIA UAV POR KIERAN BAXTER, UNIVERSIDADE DE DUNDEE



Fotografia aérea de 1989 (acima) e fotografia feita por drone em 2019 (abaixo) do mesmo local, que pertence ao glaciar Vatnajökull (Islândia), o qual se estende por uma área de cerca de 7.700 km² e perdeu cerca de 20 metros de altura em 30 anos. Essas imagens fazem parte do mapeamento do derretimento das geleiras feito pela Universidade de Dundee, na Islândia.

Na data combinada, os trabalhos podem ser apresentados em diversas formas, seja por grupos, seja pela classe: jornal, seminário, cartazes e painéis resumindo o que pesquisaram.

RESPOSTAS DAS ATIVIDADES E ATIVIDADES FINAIS

Capítulo 1 Dilatação e termologia

Atividades

Página 17

- a) O acionamento desse alarme de incêndio ocorre devido à dilatação não homogênea da lâmina bimetálica, que fará com que ela feche o contato com o circuito que aciona o alarme de incêndio.

b) O metal da parte inferior da lâmina tem maior coeficiente de dilatação; pois, ao ser esquentada, ela vai entortar e fechar o contato.
- $1,25 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- Sabendo que o coeficiente de dilatação do alumínio é maior do que o do vidro, o procedimento correto para abrir o frasco consiste em aquecer todo o conjunto.

Atividades

Página 20

- a) Falsa. b) Verdadeira. c) Falsa.
- a) As hipóteses I e III são corretas.

b) Resposta pessoal.
- 880 L

Atividades

Página 24

- a) Falsa. d) Verdadeira.

b) Verdadeira. e) Verdadeira.

c) Falsa.
- a) 8.250 cal c) 58.250 cal ou 58 kcal

b) 28.250 cal
- 4.824,8 cal
- 50 cal/g
- 1,33 cal/(g · °C)
- a) ácido acético. b) 96 min

Atividades

Página 28

- 218 °C
- 0,31 °C
- Não restará gelo na bacia.

Atividades finais

Página 29

- Alternativa d.
- Alternativa a.
- Alternativa b.
- Alternativa b.

Capítulo 2 Termodinâmica

Atividades

Página 37

- a) O volume e a temperatura do gás diminuem.

b) -5 J
- a) 1 → 3 → 2

b) 1 → 4 → 2

- a) A: expansão isobárica.
C: transformação isovolumétrica seguida de uma expansão isobárica.

b) Nos três casos, o trabalho realizado é positivo (o gás sofre uma expansão); portanto, o trabalho foi realizado pelo gás sobre o meio.

c) $\tau_A = 3.500 \text{ J}$
 $\tau_B = 7.000 \text{ J}$
 $\tau_C = 10.500 \text{ J}$
- 600 J

Atividades

Página 44

- a) Verdadeira. b) Falsa. c) Falsa.
- a) -1.800 J b) -290 J
- Resposta pessoal.
- a) Transformação é isotérmica.

b) A variação é nula.
- a) Transformação isovolumétrica.

b) O trabalho realizado é nulo.

c) A temperatura aumentou.

d) A temperatura do sistema aumenta.
- a) A energia interna do sistema aumentou durante o processo.

b) O trabalho foi realizado pelo meio sobre o gás.

c) 500 J

Atividades

Página 49

- a) Falsa. c) Falsa.

b) Falsa. d) Verdadeira.
- a) Falsa. c) Falsa.

b) Falsa. d) Verdadeira.
- a) AB e CD: isovolumétrica; BC e DA: isobárica.

b) AB: nulo; BC: positivo; CD: nulo; DA: negativo.

c) 10^6 J

d) 10^6 J
- $e = 4$

Atividades finais

Página 50

- Alternativa a.
- Alternativa b.
- Alternativa c.
- Alternativa d.

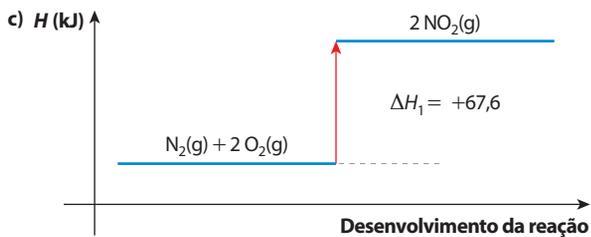
Capítulo 3 Transformação da matéria e calor

Atividades

Página 63

- a) Para cada mol de $\text{N}_2(\text{g})$ que reage com 2 mol de $\text{O}_2(\text{g})$, formando 2 mol de $\text{NO}_2(\text{g})$, são absorvidos 67,6 kJ.

b) O processo é endotérmico.



- d) $2 \text{NO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -67,6 \text{ kJ}$
 e) 101,4 kJ
 f) Resposta pessoal.

2 Não.

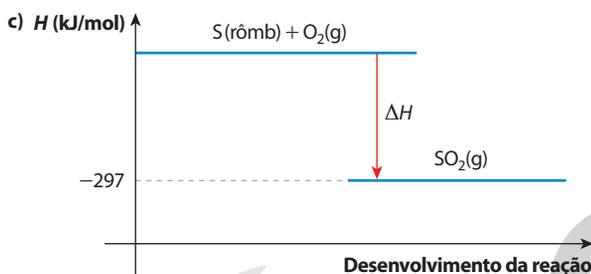
- 3 a) $\text{Zn}(\text{s}) + \text{CuSO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnSO}_4(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s}) \quad \Delta H = -52 \text{ kcal/mol}$
 b) 26 kcal ou 26.000 cal
 c) 56°C

Atividades

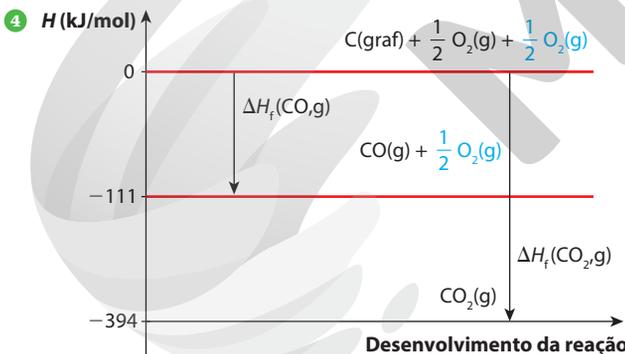
Página 72

- 1 a) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H < 0$ (processo exotérmico).
 b) $\text{Hg}(\text{l}) \rightarrow \text{Hg}(\text{g})$
 $\Delta H > 0$ (processo endotérmico).
 c) $\text{I}_2(\text{s}) \rightarrow \text{I}_2(\text{g})$
 $\Delta H > 0$ (processo endotérmico).
 d) $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s})$
 $\Delta H < 0$ (processo exotérmico).

- 2 a) $-296,8 \text{ kJ/mol}$
 b) $\text{S}(\text{rômb}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H \approx -296,8 \text{ kJ}$



- 3 a) $\text{C}(\text{graf}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H_f = -110,5 \text{ kJ}$
 b) $\text{C}(\text{graf}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H_f = -393,5 \text{ kJ}$

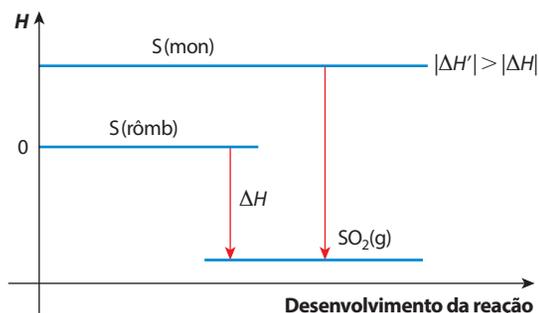


5 De acordo com os dados, a quantidade de calor liberado na formação de CO_2 é $\approx 394 \text{ kJ/mol}$ (a partir da grafita), enquanto na síntese do dióxido de carbono, quando se parte do CO, a quantidade de calor liberado é menor, 283 kJ/mol , o que poderia ser deduzido do gráfico.

- 6 $2 \text{C}(\text{graf}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}(\text{g}) \quad \Delta H = -222 \text{ kJ}$
 7 $-635,6 \text{ kJ}$

- 8 a) $\text{S}(\text{rômb}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -296,8 \text{ kJ/mol}$
 b) Sim. Nessa reação exotérmica, 1 mol de enxofre (rômbo) entra em combustão com o gás oxigênio, originando dióxido de enxofre gasoso.

9 Não. A entalpia de combustão do enxofre monoclínico libera mais energia do que a do enxofre rômbo, o que está indicado no gráfico a seguir.

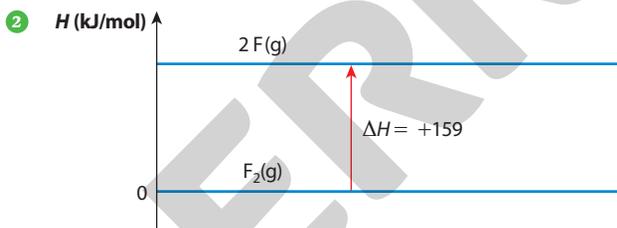


- 10 $-890,5 \text{ kJ/mol}$

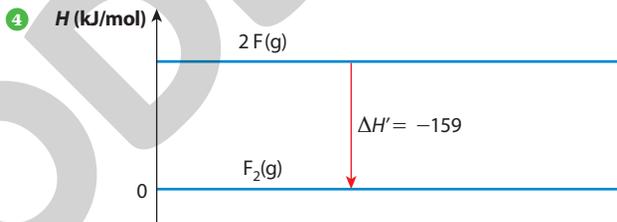
Atividades

Página 78

- 1 a) $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$.
 b) Anidrido é o termo que, em Química, designa aquilo que não contém água. O sal anidrido, quando em contato com a água, se dissolve em um processo com liberação de energia na forma de calor.
 c) 41,4 kJ



- 3 $\text{F}(\text{g}) + \text{F}(\text{g}) \rightarrow \text{F}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -159 \text{ kJ/mol}$



5 É impossível fazer tal afirmação sem consultar valores de energia de ligação, pois, além de se formarem moléculas por união de átomos (processos exotérmicos), há rompimento das ligações $\text{N}-\text{H}$ e $\text{H}-\text{H}$ (processos endotérmicos).

Atividades finais

Página 79

- 1 O fato de os estados inicial e final serem os mesmos tanto na combustão quanto no nosso organismo.
 2 a) Resposta pessoal.
 b) Significa que a obesidade pode levar a doenças; obesos correm risco maior do que os não obesos de desenvolver certas doenças.
 c) Comorbidade é um termo técnico da área da saúde, utilizado para indicar situações em que um indivíduo possui alguma doença em conjunto com outra, ou seja: a coexistência de doenças. Nem todos os dicionários apresentam esse verbete, por ser um termo técnico. Podem ser citadas a diabetes e a hipertensão, entre outras, como principais comorbidades que causaram problemas aos pacientes com covid-19.
 d) À medida que esses índices diminuem, a incidência de doenças que se ligam à obesidade também diminui, o que reduz os gastos do país com tratamentos de saúde.
- 3 Alternativa d. 5 Alternativa b. 7 Alternativa b.
 4 Alternativa d. 6 Alternativa c. 8 Alternativa c.

Capítulo 4 As moléculas da vida

Atividades

Página 84

- 1 Oxigênio, carbono e hidrogênio são os três elementos químicos em maior quantidade. Algumas moléculas que apresentam esses elementos são proteínas, lipídios, carboidratos e ácidos nucleicos.
- 2 a) Energética. c) Reguladora.
b) Hereditariedade. d) Protetora.
- 3 As respostas vão variar dependendo do rótulo analisado.
- 4 Resposta pessoal.

Atividades

Página 87

- 1 a) Coesão. c) Capacidade de dissolução.
b) Adesão.
- 2 O alto calor específico da água exige grande quantidade de energia para alterar sua temperatura. Isso possibilita que os organismos mantenham sua temperatura constante mesmo com pequenas alterações do ambiente, contribuindo, assim, para a homeostase dos seres vivos.
- 3 Resposta pessoal.

Atividades

Página 89

- 1 O carboidrato citado é a quitina, que apresenta função estrutural.
- 2 Essa dieta pode afetar o desempenho de atletas, pois os carboidratos são alimentos associados à função energética. O fornecimento de energia por carboidratos é mais rápido do que por lipídios.

Atividades

Página 93

- 1 a) Proteases. b) Aminoácidos.
- 2 a) Resposta pessoal.
b) As pessoas que não consomem alimentos de origem animal devem reforçar a alimentação com outras fontes de proteínas, principalmente leguminosas, como feijão, lentilha e soja, para evitar a deficiência de aminoácidos essenciais.

Atividades

Página 96

- 1 Todos os óleos vegetais são livres de colesterol. Essa é uma molécula característica de animais.
- 2 A gordura e os açúcares apresentam funções importantes em nosso corpo, de modo que seu consumo é essencial para o funcionamento adequado do organismo e não pode ser totalmente eliminado. No entanto, é importante que ele seja controlado, pois o excesso pode trazer danos ao organismo.
- 3 A gordura trans é um tipo de gordura produzida natural e artificialmente. Na indústria, ela é usada para tornar os alimentos mais saborosos, além de aumentar seu prazo de validade. Espera-se que o texto explique que é necessário controlar a quantidade dessa gordura, pois há indícios de que ela pode levar ao acúmulo de placas de gordura na parede dos vasos sanguíneos, fator que pode resultar em ataque cardíaco e AVC (acidente vascular cerebral), entre outros efeitos nocivos.

Atividades

Página 98

- 1 a) É uma sequência de DNA, pois contém timina, e não uracila.
b) A sequência complementar seria:
TGCAAAATTGCTGTTTCATAATTCTGTTTCATAATT
- 2 As porcentagens das bases nitrogenadas serão: guanina, 20%; citosina, 20%; adenina, 30%; timina, 30%.
- 3 Resposta pessoal.

Atividades

Página 99

- 1 Vitaminas hidrossolúveis são armazenadas em quantidades pequenas no organismo e devem ser ingeridas diariamente. Grandes quantidades de vitamina C seriam excretadas e apenas uma pequena parte, absorvida.

2 As vitaminas participam de reações químicas em associação com as enzimas, sendo essenciais para o funcionamento dessas proteínas. A falta de vitaminas impossibilita que algumas reações aconteçam, interferindo, por exemplo, no crescimento do organismo.

- 3 O escorbuto é uma doença causada pela deficiência em vitamina C e era comum entre marinheiros que ficavam meses em alto-mar sem consumir frutas e hortaliças, fontes dessa vitamina. Seus principais sintomas são sangramento e inflamação gengival, com possível perda dos dentes; inflamação e dor nas articulações; anemia (em razão de pequenas hemorragias); e queda de cabelo. Essa doença foi relacionada com as frutas cítricas por estas serem fonte de vitamina C. Sabe-se atualmente que a vitamina C é essencial para a formação do colágeno, uma proteína de função estrutural.

Atividades

Página 103

- 1 Quando o intestino da pessoa com intolerância ao glúten fica danificado, ele não absorve adequadamente os nutrientes que são importantes para a realização de diversas funções no organismo, deixando-o debilitado. Para evitar o problema, pessoas nessa condição devem alterar a dieta alimentar, substituindo os alimentos com glúten por outros sem essa proteína, como legumes, frutas, carnes, peixes, ovos e arroz.
- 2 O arroz e o feijão se complementam, oferecendo grande parte dos nutrientes que uma refeição completa deve ter, como carboidratos, proteínas, vitaminas e sais minerais.
- 3 Os óleos vegetais são considerados essenciais para a saúde, e os carboidratos, como os açúcares comuns, podem ser prejudiciais se consumidos em excesso. Assim, pães, arroz, cereais integrais, massas e batatas estão na base da pirâmide alimentar e podem ser consumidos em maior quantidade. Óleos vegetais e manteigas, alimentos ricos em gorduras, devem ter seu consumo regulado, por isso estão no topo da pirâmide. É necessário ressaltar que essas duas classes de nutrientes são fundamentais para uma boa alimentação.
- 4 Os carboidratos e as proteínas fornecem 4 kcal/g, e os lipídios fornecem 9 kcal/g. Assim, 20 g de carboidratos resultam em 80 kcal; 1,9 g de proteína resulta em 17,1 kcal; e 0,1 g de lipídios resulta em 0,9 kcal. Portanto, 100 g de batata cozida possuem 88,5 kcal ou cerca de 370 kJ.

Atividades finais

Página 104

- 1 O tipo de molécula é um aminoácido com uma função carboxila (destacada em verde) e uma amina (destacada em laranja), um radical (destacado em vermelho) e um hidrogênio (destacado em azul). As funções carboxila e amina, assim como o hidrogênio, são iguais em todos os aminoácidos; apenas o radical pode ser alterado.
- 2 Alternativa a. As proteínas são compostas de aminoácidos unidos por ligações peptídicas.
- 3 A imagem representa o funcionamento de uma enzima de acordo com o modelo chave-fechadura. Primeiramente, ocorre o reconhecimento do "encaixe" específico entre a enzima e o substrato, que possibilita a interação entre eles, de modo que a enzima realize sua função (no caso mostrado, quebrar o substrato em duas partes).
- 4 Resposta pessoal.
- 5 As ligações de hidrogênio possibilitam a capilaridade, que ocorre devido à atração entre as moléculas dessa substância, auxiliando no transporte dela pela planta.
- 6 O ácido nucleico I possui a mesma proporção de bases complementares citosina e guanina, sendo, portanto, o único que pode corresponder a uma molécula de DNA, ácido nucleico formado por duas cadeias que apresenta a mesma proporção de bases nitrogenadas complementares. Já o RNA, por ser formado por uma cadeia simples, não possui necessariamente as mesmas quantidades de bases complementares, sendo a opção para o ácido nucleico II.
- 7 O ferro é componente da estrutura da hemoglobina, molécula responsável pelo transporte de gás oxigênio dos pulmões para os tecidos. Com a falta de ferro, esse transporte é prejudicado e o gás oxigênio não chega aos órgãos, diminuindo a produção de energia pela respiração celular aeróbica, caracterizando os sintomas típicos da anemia.

1 Sugestão de tabela:

Organela	Estrutura	Função	Células em que ocorre
Mitocôndria	Organela de dupla membrana	Respiração celular	Células eucariontes
Cloroplasto	Organela de dupla membrana	Fotossíntese	Células eucariontes vegetais
Ribossomo	Aglomerado de RNA e proteínas	Síntese proteica	Todas as células
Retículo endoplasmático	Tubos membranosos com ou sem ribossomos	Transporte e degradação de substâncias, síntese de lipídios e proteínas	Células eucariontes
Complexo golgiense	Bolsas membranosas achatadas	Síntese de açúcares e empacotamento de substâncias	Células eucariontes
Lisossomo	Bolsa membranosas	Digestão intracelular	Células eucariontes
Vacúolo	Bolsa membranosas	Armazenamento de substâncias e eliminação de água	Células eucariontes
Centríolos	Cilindros de microtúbulos	Formação do fuso na divisão celular	Célula eucarionte animal

- Enzimas e outras substâncias são produzidas no retículo endoplasmático e então passam para o complexo golgiense, no qual são empacotadas em vesículas para migrar para seu destino.
- Os ribossomos sintetizam proteínas como as enzimas digestivas; o complexo golgiense transforma e empacota proteínas produzidas na célula. Assim, células que produzem muitas proteínas, como as do pâncreas, possuem um número elevado dessas organelas.
- Resposta pessoal.

Atividades

- O citosol é um fluido de aspecto gelatinoso e viscoso que envolve as organelas citoplasmáticas e o citoesqueleto. É constituído de água, proteínas, açúcares, lipídios, aminoácidos, bases nitrogenadas, sais, vitaminas e íons. O nucleoplasma é a solução que preenche o núcleo e circunda a cromatina e os nucléolos. Sua constituição difere do citosol, pois possui íons, moléculas de ATP, nucleotídeos e enzimas. A membrana plasmática é composta de uma bicamada de fosfolípidios, na qual existe a separação da região hidrofílica (em contato com o meio intra e extracelular) e uma região hidrofóbica (camada média). Nessa bicamada estão inseridas proteínas, que podem atravessar toda a sua largura (proteínas integrais) ou se localizar em uma das camadas de fosfolípidios (proteínas periféricas). Por fim, a membrana plasmática ainda possui o glicocálix, uma estrutura formada por uma rede frouxa de glicídios associados às proteínas e aos lipídios, responsável pela proteção e pela lubrificação da membrana plasmática. O envelope nuclear, composto de duas membranas, delimita o núcleo e seleciona as substâncias que podem entrar nele ou sair – assim como a membrana plasmática com relação à célula.
- Parede celular, se presente; membrana plasmática; citoplasma; membrana nuclear (nos eucariontes).

Atividades finais

- Resposta pessoal.
- Membrana plasmática, material genético, citosol e ribossomos. Sem essas estruturas, a célula não consegue realizar suas funções básicas: a membrana plasmática controla o fluxo de matéria na célula e separa o meio intracelular do extracelular; o citosol fornece um meio para reações; o material genético possibilita a transmissão de informação às células-filhas; e os ribossomos auxiliam na síntese de proteínas, moléculas essenciais para o funcionamento celular.
- Exemplos de esquemas podem ser observados ao longo do capítulo.
- Alternativa **b**. A presença de membrana plasmática em todas as células não é um pressuposto da teoria celular.

- Sugestão de tabela com os tipos de transporte de substâncias e suas características:

Processo	Tipo de transporte	Gasto de energia	Envolvimento de proteína	Substância transportada
Difusão simples	Passivo	Sem gasto	Não utiliza; transporte através de membrana	Gases e pequenas moléculas
Difusão facilitada	Passivo	Sem gasto	Utiliza proteínas integrais	Moléculas pequenas e íons
Osmose	Passivo	Sem gasto	Não utiliza; transporte através de membrana	Água
Bombas de sódio-potássio	Ativo	Com gasto	Utiliza proteínas	Transporte de íons sódio e potássio contra gradiente de concentração
Endocitose	Ativo	Com gasto	Não utiliza; captura de substâncias por invaginação da membrana	Moléculas grandes e outras partículas
Exocitose	Ativo	Com gasto	Não utiliza; eliminação de substâncias por vesículas membranosas que se fundem à membrana plasmática	Secreção celular e eliminação de produtos da digestão intracelular

- a) Mitocôndrias. b) Centríolos. c) Lisossomos. d) Retículo endoplasmático não granuloso. e) Cloroplasto. f) Complexo golgiense.
- Os fosfolípidios são moléculas compostas de uma região hidrofílica e outra hidrofóbica. Essa estrutura possibilita a formação de agregados organizados, nos quais a camada hidrofílica fica em contato com a solução, enquanto a camada hidrofóbica fica interna. Essa característica possibilitou a formação da membrana plasmática em bicamada, na qual as partes hidrofóbicas ficam no interior da membrana plasmática, impedindo o fluxo de diversas substâncias, e as regiões hidrofílicas ficam em contato com os meios externo e interno, que são aquosos.
- Resposta pessoal.
- Sim, ocorrerá transporte do sal do tubo B para o tubo A através da membrana semipermeável por transporte passivo. Também ocorre transporte de água durante a passagem do sal do tubo B para o tubo A até que o equilíbrio de concentração seja atingido; então, esse transporte passa a ocorrer nos dois sentidos.
- O sal irá do meio mais concentrado (tubo B) para o menos concentrado (tubo A) até as concentrações se igualarem. Então, a concentração de sal tende a diminuir no tubo B e, conseqüentemente, aumentar no A.
- Os volumes vão se manter constantes, pois a membrana é semipermeável e possibilita a passagem de sal para o tubo A.
- Sim, ocorrerá transporte de água por osmose do tubo com menor concentração de açúcar (tubo B) para o tubo com maior concentração de açúcar (tubo A).
- O conceito de concentração é a quantidade de massa de soluto por volume de solvente (por exemplo, g/L); portanto, ao acrescentar açúcar na solução A, o solvente, a água, presente no tubo B migrará para o tubo A, diminuindo a concentração de açúcar (diluindo o soluto) nesse tubo até que haja o equilíbrio entre as soluções. Assim, como o tubo B perderá água, a concentração de açúcar desse tubo tende a aumentar pela perda de volume de solvente.
- O açúcar foi acrescentado no tubo A. Assim, a água migrará por osmose do tubo menos concentrado (tubo B) para o tubo mais concentrado (tubo A) e, após um tempo, esse processo se estabilizará, com o tubo A tendo maior volume, porém com a mesma concentração de açúcar que o tubo B. Isso ocorre porque a membrana não é permeável ao açúcar.
- Alternativa **c**. Na síntese proteica de eucariontes, os polipeptídeos passam do retículo endoplasmático para o complexo golgiense, no qual podem ser empacotados em vesículas de secreção.
- Alternativa **d**. As outras alternativas não relacionam corretamente os alimentos aos macronutrientes que fornecem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMENTADAS

BRASIL. 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.

BRASIL. 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.

BRODY, E. B. *et al. As sete maiores descobertas científicas da história*. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

A obra aborda como a descoberta do átomo ou do DNA provocou revoluções no mundo moderno. Em uma linguagem clara e precisa, os autores explicam os mistérios do *Big Bang*, a formação do Universo, as revolucionárias leis de Newton, a estrutura do átomo e a evolução das espécies.

CARVALHO, R. P. *Física do dia a dia – 105 perguntas e respostas sobre Física*. São Paulo: Autêntica, 2006.

Apoiado nos conceitos de Física e partindo de fenômenos do nosso dia a dia, o livro elabora perguntas comuns e as soluciona com respostas simplificadas.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; TOWNSEND, J. R.; TREICHEL, D. A. *Química geral e reações químicas*. v. 1 e 2. 9. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

A obra contém muitos capítulos voltados aos conceitos básicos da Química Geral, abordados nesses volumes, dirigidos a cursos superiores. Destacam-se os capítulos 5 (Princípios da Reatividade Química: Energia e Reações Químicas) e 23 (Carbonos: Mais que um Elemento) e, também, as seções em que aspectos relevantes no mundo contemporâneo são abordados.

KRAUSS, L. M. *Sem medo da Física*. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

Fazendo uso de elementos humorísticos, tais como anedotas, esse livro aborda os fenômenos físicos de maneira simplificada e acessível.

NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

A obra, destinada a cursos superiores, apresenta os fundamentos da Bioquímica. Destacam-se o capítulo 1 (Fundamentos da Bioquímica) e os textos que ressaltam os avanços na área da saúde e os que relacionam a Bioquímica com o dia a dia.

OLIVEIRA, I. *Física moderna para iniciados, interessados e aficionados*. v. 2. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

O autor Ivan Oliveira aborda desde os primórdios da Física até as teorias de tudo, passando por: teoria da relatividade, mecânica quântica, átomos, magnetismo, energia nuclear e relatividade geral.

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 Química.

SADAVA, D.; HELLER, H. C.; ORIANI, G. H.; PURVES, W. K.; HILLIS, D. M. *Vida: a ciência da Biologia*. v. 1. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

Organizado em nove partes, o primeiro volume trata de célula e hereditariedade, passando por células e energia, biologia molecular, processos de evolução, ecologia, a evolução da diversidade e forma e função dos animais.

SNYDER, C. H. *The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things*. 2. ed. Canadá: John Wiley & Sons, Inc., 1995.

Como o título da obra sugere, nela há muitos exemplos em que a Química está ligada ao cotidiano. Trata-se de um livro destinado a cursos superiores, voltado à Química Básica. É especialmente interessante o capítulo 14, que trata da energia ligada aos alimentos.



MODERNA



MODERNA

ISBN 978-65-5779-315-2



9 786557 793152