Miguel Thompson
Eloci Peres Rios

Walter Spinelli
Hugo Reis
Blaidi Sant'Anna

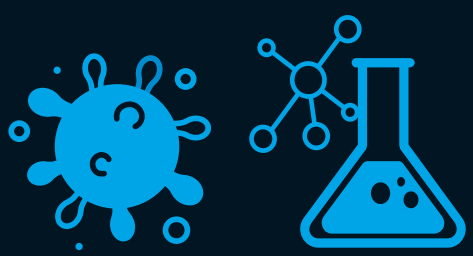
Vera Lúcia Duarte de Novais
Murilo Tissoni Antunes

MATERIAL DE DIVULGAÇÃO.
VERSÃO SUBMETIDA À AVALIAÇÃO.
Código da coleção:
0199P21203
Código da obra:
0199P21203135

CONEXÕES

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

Saúde e tecnologia



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. Mestra 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

Saúde e tecnologia

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

MANUAL DO PROFESSOR

1ª edição

São Paulo, 2020

MODERNA

MODERNA

Coordenação geral: Maria do Carmo Fernandes Branco

Edição executiva: Glaucia 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, Lilian Patricia Lima, Luciana Keler Machado, Matheus Cabral Torres

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: 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: Adriana Bairrada, Ana Maria Marson, Elza Doring, Lilian Xavier, Mônica Di Giacomo, Sirlene Prignolato, Palavra Certa, ReCriar Editorial

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

MODERNA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

SUMÁRIO

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

MODERNA

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, considerando 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.

EDIÇÃO OFERTA

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, enquete, 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

MODERNA

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)

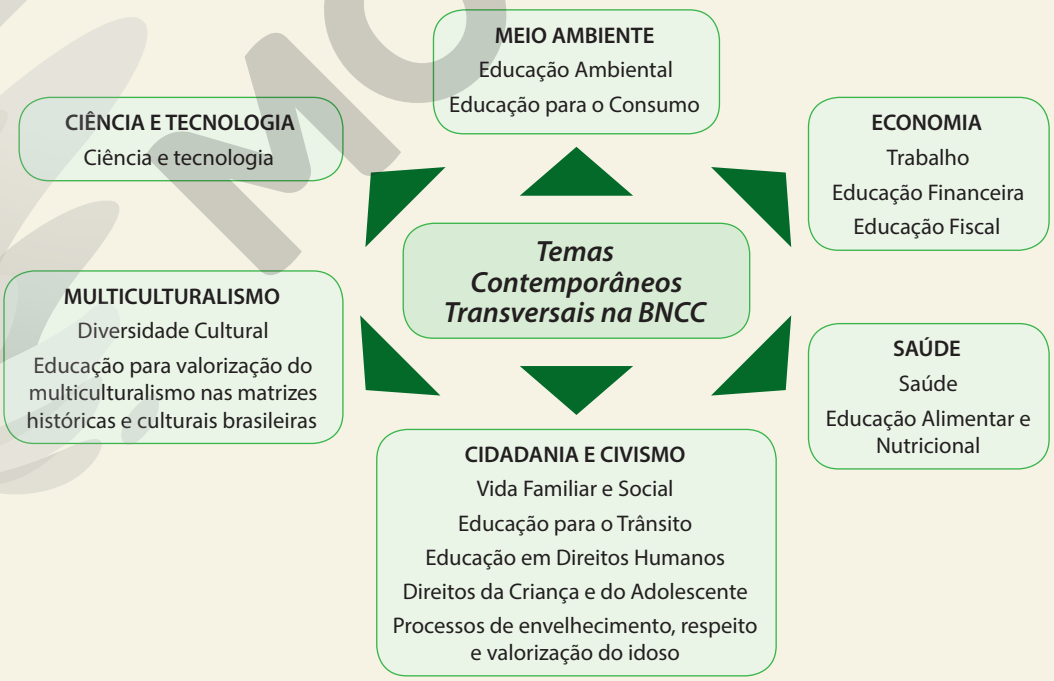
Os Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) são assim denominados por serem assuntos da modernidade que não pertencem a um componente curricular específico: são pertinentes a todos e, ao mesmo tempo, perpassam por todos. Esses temas devem ser abordados no conjunto de todas as áreas do conhecimento, ao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

MODERNA

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.

EM OFERTA

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).

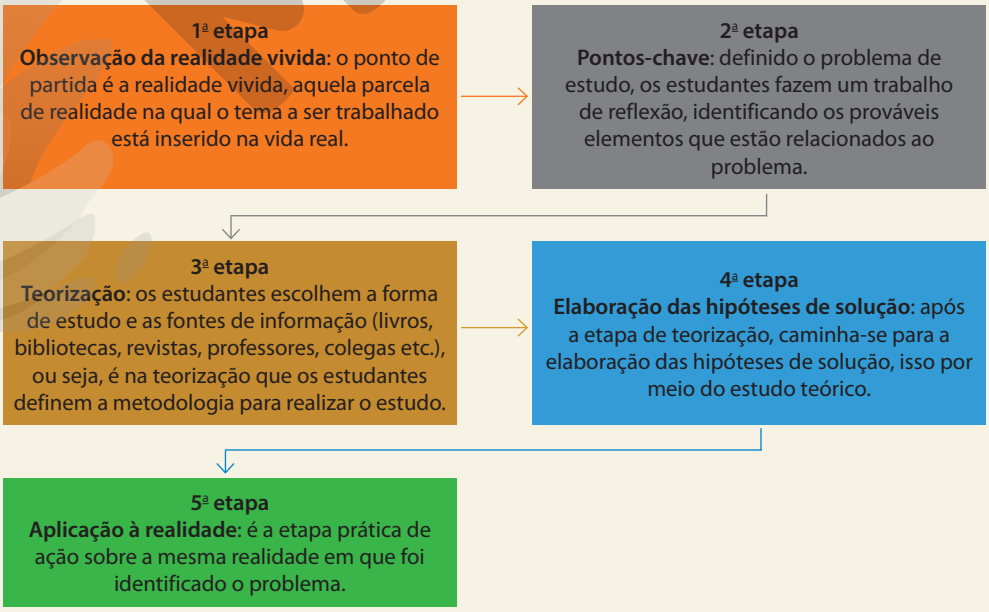
Ao lado da contextualização, nesta obra é utilizada a problematização. A problematização é entendida aqui como uma maneira de colocar a realidade para ser refletida e os estudantes para pensarem juntos propostas de avanços e mudanças para tal situação. Os estudantes precisam reconhecer que o problema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

EM ABERTA

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.

EM OBRA

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.

MANUAL DO PROFESSOR

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/espaço 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.

MANUAL DO PROFESSOR

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 desenvolva 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 conteúdos 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.

EDIÇÃO MODERNA

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 absenteísmo 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.

EM MOBRA

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.

EDIÇÃO MODERNA

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).

EM ABERTA

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.

EM MODERNA

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 da 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 finalidadades 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;

REPRODUÇÃO PROIBIDA

- 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 varáveis 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 professores. Madrid: Editorial Síntesis, 2011.

EDIÇÃO MODERNA

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 teóricos 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.

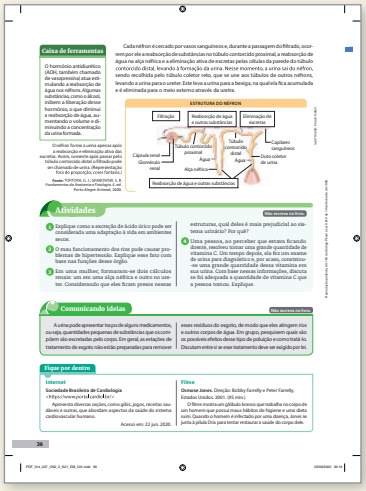
Estruturação de cada volume

Ponto de partida

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

Para começo de conversa

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



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.

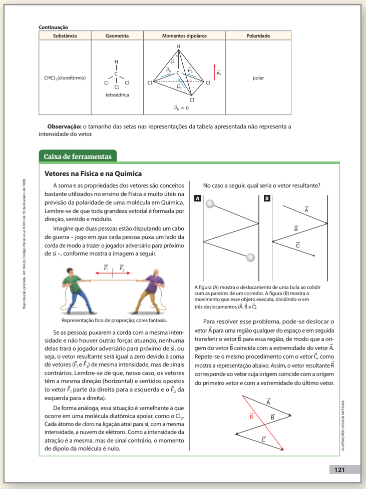
Atividades

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.

Fique por dentro

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

MODERNA


Continuação

Substância	Geometria	Momentos dipolares	Polaridade
$CHCl_3$ (clorofórmio)	tetraédrica	$\vec{\mu}_R \neq 0$	polar

Observação: o tamanho das setas nas representações da tabela apresentada não representa a intensidade do vetor.

Caixa de ferramentas

Vetores na Física e na Química

A soma e as propriedades dos vetores são conceitos bastante utilizados no ensino de Física e muito úteis na previsão da polaridade de uma molécula em Química. Lembre-se de que toda grandeza vetorial é formada por direção, sentido e módulo.

Imagine que duas pessoas estão disputando um cabo de guerra – jogo em que cada pessoa puxa um lado da corda de modo a trazer o jogador adversário para próximo de si –, conforme mostra a imagem a seguir.

Representação fora de proporção; cores fantasia.

Se as pessoas puxarem a corda com a mesma intensidade e não houver outras forças atuando, nenhuma delas trará o jogador adversário para próximo de si, ou seja, o vetor resultante será igual a zero devido à soma de vetores ($\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$) de mesma intensidade, mas de sinais contrários. Lembre-se de que, nesse caso, os vetores têm a mesma direção (horizontal) e sentidos opostos (o vetor $\vec{F}_1$ parte da direita para a esquerda e o $\vec{F}_2$ da esquerda para a direita).

De forma análoga, essa situação é semelhante à que ocorre em uma molécula diatômica apolar, como o Cl_2. Cada átomo de cloro na ligação atrai para si, com a mesma intensidade, a nuvem de elétrons. Como a intensidade da atração é a mesma, mas de sinal contrário, o momento de dipolo da molécula é nulo.

No caso a seguir, qual seria o vetor resultante?

A figura (A) mostra o deslocamento de uma bola ao colidir com as paredes de um corredor. A figura (B) mostra o movimento que esse objeto executa, dividindo-o em três deslocamentos ($\vec{A}$, $\vec{B}$ e $\vec{C}$).

Para resolver esse problema, pode-se deslocar o vetor $\vec{A}$ para uma região qualquer do espaço e em seguida transferir o vetor $\vec{B}$ para essa região, de modo que a origem do vetor $\vec{B}$ coincida com a extremidade do vetor $\vec{A}$. Repete-se o mesmo procedimento com o vetor $\vec{C}$, como mostra a representação abaixo. Assim, o vetor resultante $\vec{R}$ corresponde ao vetor cuja origem coincide com a origem do primeiro vetor e com a extremidade do último vetor.

121

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.

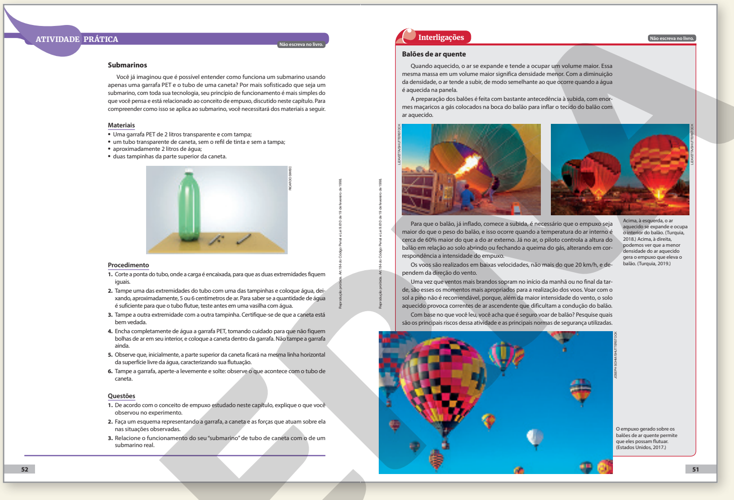
Interligações

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 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.


ATIVIDADE PRÁTICA

Não escreva no livro.

Submarinos

Você já imaginou que é possível entender como funciona um submarino usando apenas uma garrafa PET e o tubo de uma caneta? Por mais sofisticado que seja um submarino, com toda sua tecnologia, seu princípio de funcionamento é mais simples do que você pensa e está relacionado ao conceito de empuxo, discutido neste capítulo. Para compreender como isso se aplica ao submarino, você necessitará dos materiais a seguir.

Materiais
- Uma garrafa PET de 2 litros transparente e com tampa;
- um tubo transparente de caneta, sem o refil de tinta e sem a tampa;
- aproximadamente 2 litros de água;
- duas tampinhas da parte superior da caneta.

Procedimento
1. Corte a ponta do tubo, onde a carga é encaixada, para que as duas extremidades fiquem iguais.
2. Tampe uma das extremidades do tubo com uma das tampinhas e coloque água, deixando, aproximadamente, 5 ou 6 centímetros de ar. Para saber se a quantidade de água é suficiente para que o tubo flutue, teste antes em uma vasilha com água.
3. Tampe a outra extremidade com a outra tampinha. Certifique-se de que a caneta está bem vedada.
4. Encha completamente de água a garrafa PET, tomando cuidado para que não fiquem bolhas de ar em seu interior, e coloque a caneta dentro da garrafa. Não tampe a garrafa ainda.
5. Observe que, inicialmente, a parte superior da caneta ficará na mesma linha horizontal da superfície livre da água, caracterizando sua flutuação.
6. Tampe a garrafa, aperte-a levemente e solte: observe o que acontece com o tubo de caneta.

Questões
1. De acordo com o conceito de empuxo estudado neste capítulo, explique o que você observou no experimento.
2. Faça um esquema representando a garrafa, a caneta e as forças que atuam sobre ela nas situações observadas.
3. Relacione o funcionamento do seu "submarino" de tubo de caneta com o de um submarino real.

52

Interligações

Não escreva no livro.

Balões de ar quente

Quando aquecido, o ar se expande e tende a ocupar um volume maior. Essa mesma massa em um volume maior significa densidade menor. Com a diminuição da densidade, o ar tende a subir, de modo semelhante ao que ocorre quando a água é aquecida na panela.

A preparação dos balões é feita com bastante antecedência à subida, com enormes maçaricos a gás colocados na boca do balão para inflar o tecido do balão com ar aquecido.

Acima, à esquerda, o ar aquecido se expande e ocupa o interior do balão. (Turquia, 2018.) Acima, à direita, podemos ver que a menor densidade do ar aquecido gera o empuxo que eleva o balão. (Turquia, 2019.)

Para que o balão, já inflado, comece a subida, é necessário que o empuxo seja maior do que o peso do balão, e isso ocorre quando a temperatura do ar interno é cerca de 60% maior do que a do ar externo. Já no ar, o piloto controla a altura do balão em relação ao solo abrindo ou fechando a queima do gás, alterando em correspondência a intensidade do empuxo.

Os voos são realizados em baixas velocidades, não mais do que 20 km/h, e dependem da direção do vento.

Uma vez que ventos mais brandos sopram no início da manhã ou no final da tarde, são esses os momentos mais apropriados para a realização dos voos. Voar com o sol a pino não é recomendável, porque, além da maior intensidade do vento, o solo aquecido provoca correntes de ar ascendente que dificultam a condução do balão.

Com base no que você leu, você acha que é seguro voar de balão? Pesquise quais são os principais riscos dessa atividade e as principais normas de segurança utilizadas.

O empuxo gerado sobre os balões de ar quente permite que eles possam flutuar. (Estados Unidos, 2017.)

51

Atenção

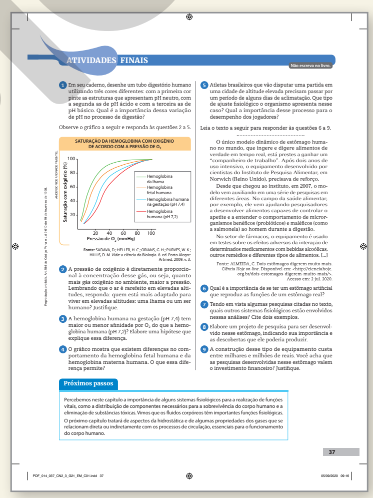
Descarte dos resíduos:
As misturas podem ser descartadas na pia. O balão de borracha pode ser armazenado para outras atividades.

Atenção

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

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.


ATIVIDADES FINAIS

Não escreva no livro.

1. Em seu caderno, desenhe um tubo digestório humano utilizando três cores diferentes: com a primeira cor pinte as estruturas que apresentam pH neutro, com a segunda as de pH ácido e com a terceira as de pH básico. Qual é a importância dessa variação de pH no processo de digestão?

Observe o gráfico a seguir e responda às questões 2 a 5.

SATURAÇÃO DA HEMOGLOBINA COM OXIGÊNIO DE ACORDO COM A PRESSÃO DE O_2

Fonte: SADAVA, D.; HELLER, H. C.; ORIANS, G. H.; PURVES, W. K.; HILLIS, D. M. *Vida*: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

2. A pressão de oxigênio é diretamente proporcional à concentração desse gás, ou seja, quanto mais gás oxigênio no ambiente, maior a pressão. Lembrando que o ar é rarefeito em elevadas altitudes, responda: quem está mais adaptado para viver em elevadas altitudes: uma lhama ou um ser humano? Justifique.
3. A hemoglobina humana na gestação (pH 7,4) tem maior ou menor afinidade por O_2 do que a hemoglobina humana (pH 7,2)? Elabore uma hipótese que explique essa diferença.
4. O gráfico mostra que existem diferenças no comportamento da hemoglobina fetal humana e da hemoglobina materna humana. O que essa diferença permite?
5. Atletas brasileiros que vão disputar uma partida em uma cidade de altitude elevada precisam passar por um período de alguns dias de aclimatação. Que tipo de ajuste fisiológico o organismo apresenta nesse caso? Qual a importância desse processo para o desempenho dos jogadores?

Leia o texto a seguir para responder às questões 6 a 9.

O único modelo dinâmico de estômago humano no mundo, que ingere e digere alimentos de verdade em tempo real, está prestes a ganhar um "companheiro de trabalho". Após dois anos de uso intensivo, o equipamento desenvolvido por cientistas do Instituto de Pesquisa Alimentar, em Norwich (Reino Unido), precisava de reforço.

Desde que chegou ao instituto, em 2007, o modelo vem auxiliando em uma série de pesquisas em diferentes áreas. No campo da saúde alimentar, por exemplo, ele vem ajudando pesquisadores a desenvolver alimentos capazes de controlar o apetite e a entender o comportamento de microrganismos benéficos (probióticos) e maléficos (como a salmonela) ao homem durante a digestão.

No setor de fármacos, o equipamento é usado em testes sobre os efeitos adversos da interação de determinados medicamentos com bebidas alcoólicas, outros remédios e diferentes tipos de alimentos. [...]

Fonte: ALMEIDA, C. Dois estômagos digerem muito mais. *Ciência Hoje on-line*. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/dois-estomagos-digerem-muito-mais/>. Acesso em: 2 jul. 2020.

6. Qual é a importância de se ter um estômago artificial que reproduz as funções de um estômago real?
7. Tendo em vista algumas pesquisas citadas no texto, quais outros sistemas fisiológicos estão envolvidos nessas análises? Cite dois exemplos.
8. Elabore um projeto de pesquisa para ser desenvolvido nesse estômago, indicando sua importância e as descobertas que ele poderia produzir.
9. A construção desse tipo de equipamento custa entre milhares e milhões de reais. Você acha que as pesquisas desenvolvidas nesse estômago valem o investimento financeiro? Justifique.

Próximos passos

Percebemos neste capítulo a importância de alguns sistemas fisiológicos para a realização de funções vitais, como a distribuição de componentes necessários para a sobrevivência do corpo humano e a eliminação de substâncias tóxicas. Vimos que os fluidos corpóreos têm importantes funções fisiológicas.

O próximo capítulo tratará de aspectos da hidrostática e de algumas propriedades dos gases que se relacionam direta ou indiretamente com os processos de circulação, essenciais para o funcionamento do corpo humano.

37

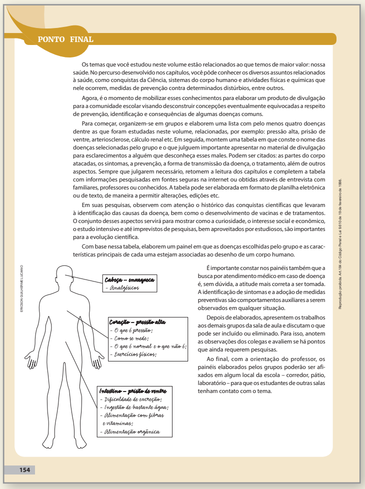
PDF_014_037_CN2_3_G21_EM_C01.indd 37 05/09/2020 09:16

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

Os temas que você estudou neste volume estão relacionados ao que temos de maior valor: nossa saúde. No percurso desenvolvido nos capítulos, você pôde conhecer os diversos assuntos relacionados à saúde, como conquistas da Ciência, sistemas do corpo humano e atividades físicas e químicas que nele ocorrem, medidas de prevenção contra determinados distúrbios, entre outros.

Agora, é o momento de mobilizar esses conhecimentos para elaborar um produto de divulgação para a comunidade escolar visando desconstruir concepções eventualmente equivocadas a respeito de prevenção, identificação e consequências de algumas doenças comuns.

Para começar, organizem-se em grupos e elaborem uma lista com pelo menos quatro doenças dentre as que foram estudadas neste volume, relacionadas, por exemplo: pressão alta, prisão de ventre, arteriosclerose, cálculo renal etc. Em seguida, montem uma tabela em que conste o nome das doenças selecionadas pelo grupo e o que julguem importante apresentar no material de divulgação para esclarecimentos a alguém que desconheça esses males. Podem ser citados: as partes do corpo atacadas, os sintomas, a prevenção, a forma de transmissão da doença, o tratamento, além de outros aspectos. Sempre que julgarem necessário, retomem a leitura dos capítulos e completem a tabela com informações pesquisadas em fontes seguras na internet ou obtidas através de entrevista com familiares, professores ou conhecidos. A tabela pode ser elaborada em formato de planilha eletrônica ou de texto, de maneira a permitir alterações, edições etc.

Em suas pesquisas, observem com atenção o histórico das conquistas científicas que levaram à identificação das causas da doença, bem como o desenvolvimento de vacinas e de tratamentos. O conjunto desses aspectos servirá para mostrar como a curiosidade, o interesse social e econômico, o estudo intensivo e até imprevistos de pesquisas, bem aproveitados por estudiosos, são importantes para a evolução científica.

Com base nessa tabela, elaborem um painel em que as doenças escolhidas pelo grupo e as características principais de cada uma estejam associadas ao desenho de um corpo humano.

É importante constar nos painéis também que a busca por atendimento médico em caso de doença é, sem dúvida, a atitude mais correta a ser tomada. A identificação de sintomas e a adoção de medidas preventivas são comportamentos auxiliares a serem observados em qualquer situação.

Depois de elaborados, apresentem os trabalhos aos demais grupos da sala de aula e discutam o que pode ser incluído ou eliminado. Para isso, anotem as observações dos colegas e avaliem se há pontos que ainda requerem pesquisas.

Ao final, com a orientação do professor, os painéis elaborados pelos grupos poderão ser afixados em algum local da escola – corredor, pátio, laboratório – para que os estudantes de outras salas tenham contato com o tema.

154

Bibliografia

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

O documento apresenta o programa Ensino Médio Inovador que foi instituído pela Portaria nº 971, de 9 de outubro de 2009, no contexto da implementação das ações voltadas ao Plano de Desenvolvimento da Educação – PDE. A edição atual do Programa está alinhada às diretrizes e metas do Plano Nacional de Educação 2014-2024 e à reforma do Ensino Médio proposta pela Medida Provisória 746/2016, bem como é regulamentada pela Resolução FNDE nº 4, de 25 de outubro de 2016.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

EM OBRA

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

MODERNA

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/viienpec/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.

EM MODERNIA

Ponto de partida

Neste volume, serão abordadas questões de extrema importância para a prevenção de doenças e para a manutenção da qualidade de vida. As imagens da seção **Ponto de partida** devem estimular uma reflexão inicial a respeito do grau de dependência que os estudantes avaliam existir entre condições de saúde, tecnologia médica e práticas saudáveis.

Comece pedindo a eles que descrevam o que veem em cada imagem e que identifiquem se reconhecem nelas conhecimentos construídos anteriormente, em aulas ou na vivência familiar. Algumas questões podem ser feitas para estimulá-los, como: "Quais vacinas vocês já tomaram?", "Conhecem alguém que necessite fazer exercícios respiratórios?", "Têm praticado atividades físicas?", entre outras.

Havendo possibilidade, apresente informações a respeito da cobertura vacinal no Brasil para algumas doenças. É oportuno também comentar sobre doenças que foram consideradas praticamente erradicadas, como sarampo, varíola e poliomielite, mas que o relaxamento com os cuidados pode permitir que retornem. Questione a turma se conhecem sintomas que caracterizam essas ou outras doenças, aproveitando para tratar de problemas associados a alterações na pressão arterial. Proponha aos estudantes que acessem a internet para uma pesquisa rápida sobre temas relacionados. Se for viável, essa abordagem favorece construir um contexto inicial bastante pródigo para despertar o interesse dos jovens pelos estudos que serão realizados.

Na página do Ministério da Saúde, o *link* para o Sistema Único de Saúde (SUS) fornece dados e informações que poderão ser utilizados neste início do estudo e também na execução da proposta da seção **Ponto final**. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/sistema-unico-de-saude>. Acesso em: 8 ago. 2020.

Capítulo 1

Anatomia e fisiologia comparadas

Professor indicado

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

BNCC – competências e habilidades trabalhadas

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

Competência geral	Justificativa	Página
1	A competência diz respeito à valorização do conhecimento científico. O capítulo todo valoriza e apresenta conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, contribuindo para que o estudante entenda e explique a realidade que o cerca.	Todo o capítulo
2	A competência está relacionada ao conhecimento histórico e científico. Ela é trabalhada na **Atividade prática**.	32

continua

continuação

4	A competência trabalha a comunicação. 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, por exemplo, na seção **Comunicando ideias**.	36
7	A competência aborda a argumentação. Em atividades, os estudantes deverão embasar seus argumentos em fatos, dados e informações confiáveis para formular e defender suas ideias e decisões sobre o autocuidado e hábitos saudáveis.	36
10	A competência trabalha a responsabilidade e a autonomia, estimulando os estudantes a agirem pessoal e coletivamente de forma autônoma, responsável, flexível, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários. Isso é abordado, por exemplo, no debate sobre políticas de saneamento básico.	36

Competência específica	Habilidades	Justificativa	Página
1	EM13CNT104	Os estudantes trabalham a habilidade na análise sobre toxicidade e riscos à saúde humana, ao refletirem sobre a quantidade de compostos e fármacos no esgoto e sobre saneamento básico.	36
2	EM13CNT202	A habilidade explora a análise das diversas formas de vida em seus diferentes tipos de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas.	Todo o capítulo
3	EM13CNT301	O trabalho com a construção de questões, hipóteses, previsões e estimativas é realizado na **Atividade prática** do capítulo.	32
	EM13CNT302	A análise do destino de resíduos, bem como os impactos causados por más práticas de saúde exploram a habilidade.	36
	EM13CNT303	A habilidade é trabalhada debatendo a importância da criação de modelos para a realização de pesquisas científicas.	37
	EM13CNT310	A análise dos impactos de um despejo irregular de esgoto, refletindo sobre danos à saúde e sobre a importância do saneamento básico trabalha tal habilidade.	36

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.	A competência trabalha a análise de processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais. Espera-se que os estudantes possam compreender tais processos e posicionar-se criticamente em relação a eles. Esse trabalho é promovido ao analisar o modelo do estômago e refletir sobre estudos e o papel da pesquisa.	37

MODERNA

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

Este capítulo retoma e aprofunda conceitos e conhecimentos com os quais os estudantes tiveram contato nos anos finais do Ensino Fundamental. Ao analisar a fisiologia comparada, os estudantes devem retomar noções de fisiologia humana, bem como aprendizados de Zoologia.

Das habilidades do 6º ano do Ensino Fundamental, destacam-se:

- (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.
- (EF06CI07) Justificar o papel do sistema nervoso na coordenação das ações motoras e sensoriais do corpo, com base na análise de suas estruturas básicas e respectivas funções.
- (EF06CI09) Deduzir que a estrutura, a sustentação e a movimentação dos animais resultam da interação entre os sistemas muscular, ósseo e nervoso.

A primeira trata de níveis de organização dos organismos. A segunda habilidade inicia os estudos em sistemas nervosos e suas interações e estruturas. Há ainda a terceira habilidade, que trata dos sistemas muscular, ósseo e da regulação do sistema nervoso no movimento.

No 7º ano, citamos a habilidade:

- (EF07CI10) Argumentar sobre a importância da vacinação para a saúde pública, com base em informações sobre a maneira como a vacina atua no organismo e o papel histórico da vacinação para a manutenção da saúde individual e coletiva e para a erradicação de doenças.

Esta habilidade trabalha a vacinação e introduz elementos do sistema circulatório e da composição do sangue. Das habilidades do 8º ano, destacam-se:

- (EF08CI10) Identificar os principais sintomas, modos de transmissão e tratamento de algumas DST (com ênfase na AIDS), e discutir estratégias e métodos de prevenção.
- (EF08CI08) Analisar e explicar as transformações que ocorrem na puberdade considerando a atuação dos hormônios sexuais e do sistema nervoso.
- (EF08CI07) Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos.

Nesse momento os estudantes aprendem sobre ISTs e como elas se manifestam e são transmitidas, favorecendo o desenvolvimento da primeira habilidade citada. Há também o trabalho com a integração do sistema endócrino e reprodutivo, na segunda habilidade; e a comparação entre a reprodução de diferentes plantas e animais com o trabalho, na terceira habilidade.

Por fim, no 9º ano do Ensino Fundamental, destaca-se a habilidade:

- (EF09CI11) Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo.

Ela trabalha conceitos de evolução e dá ferramentas para os estudantes compararem diferentes organismos à luz da teoria da evolução.

Objetivos do capítulo

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

- Compreender o funcionamento do sistema respiratório, bem como sua interligação com outros sistemas do corpo.
- Reconhecer os órgãos e as funções do sistema digestório, explicando seu funcionamento.
- Reconhecer os componentes do sistema circulatório humano e seu funcionamento.
- Compreender o funcionamento do sistema excretor e sua importância, reconhecendo seus órgãos e suas funções.

A compreensão do funcionamento do sistema respiratório fornece conhecimento aos estudantes para tomar escolhas mais saudáveis e compreender impactos da poluição no corpo, fornecendo subsídios para propostas mais sustentáveis para o futuro. Compreender o funcionamento do sistema digestório, bem como sua interação com os demais sistemas do corpo, trabalha conceitos de Química e contribui para a reflexão sobre hábitos de vida mais saudáveis. Problemas relacionados ao sistema circulatório são a principal causa de morte no mundo. Assim, compreender o funcionamento desse sistema, sua importância e ação para garantir o equilíbrio do corpo são conhecimentos importantes para subsidiar escolhas de vida que sejam responsáveis e saudáveis. A compreensão do funcionamento excretor e de como ele se relaciona com outros sistemas é importante para compreender como todo o corpo está interligado.

Sugestões metodológicas

Para começo de conversa (p. 14)

A seção inicial tem como objetivo sondar os conhecimentos prévios dos estudantes e retomar conceitos já vistos que são importantes para o andamento do trabalho. Inicie debatendo a imagem de abertura e pergunte aos estudantes que elementos conseguem identificar na ilustração. Relacione aos órgãos do corpo que eles já conhecem. Essa atividade o auxiliará a mapear os conhecimentos prévios que os estudantes têm sobre o tema.

Peça, então, a eles que expliquem com suas próprias palavras o conceito de homeostase, tentando dar exemplos, para também auxiliar sobre a sondagem de conhecimentos. Debata com eles qual foi a melhor definição e peça que anotem no caderno.

Respiração (p. 14)

Inicie o tópico pedindo a um estudante que leia o primeiro parágrafo em voz alta. Debata com toda a turma os conceitos colocados ali. Alguma vez eles já associaram respiração à disponibilidade de energia? Utilize exemplos, como o fato de as pessoas ficarem ofegantes quando fazem um exercício físico. A relação entre respiração e energia é importante, mas pode ser contraintuitiva. Se você perguntar a algum estudante nessa faixa etária para que precisamos respirar, a resposta provavelmente será "para não morrer". Explique que essa resposta não elucida o problema, pois não mostra a função da respiração.

EM MODELINA

Peça a eles a leitura do próximo parágrafo e retome a discussão do texto com toda a turma. Os conceitos aqui são importantes e costumam causar certa confusão. A respiração sistêmica tem relação com todo o sistema e também com o ambiente. A respiração celular ocorre dentro da célula.

Reforce o significado do termo passivo, que aparecerá outras vezes, como um processo que ocorre sem gasto de energia. Caso os estudantes ainda estejam confusos, pode-se utilizar analogias, como quando colocamos café no leite. Colocamos de um lado do copo e, mesmo sem mexer, após um tempo, ele está igualmente distribuído. O mesmo ocorre com os gases, que podem inclusive atravessar pequenas membranas.

Interligações (p. 15)

A seção trabalha alguns conceitos de Química. Retome com os estudantes a reação de combustão e comente que a descoberta do gás oxigênio é considerada um evento crucial da história da Química.

Respiração cutânea (p. 15)

Mantenha os trabalhos de leitura e diálogo intercalados durante todo o capítulo. Esse método permite avaliar mais prontamente as dúvidas e compreender quanto os estudantes assimilaram. Se possível, mostre fotografias de organismos dos grupos citados, para que os estudantes saibam qual animal está sendo mencionado. Destaque a relação entre o tamanho e o ambiente em que os animais citados vivem. A relação com o ambiente é importante para compreender os fatores limitantes e as adaptações dos diferentes grupos a diferentes ambientes. Durante o debate sobre os anfíbios, relembre que eles foram os primeiros vertebrados a colonizar o ambiente terrestre, mas que ainda eram muito dependentes da água, tanto para manter o corpo úmido como para a respiração.

Respiração traqueal (p. 16)

Reforce que a traqueia dos insetos não tem relação com a traqueia humana. Pergunte se algum estudante já observou algum inseto bem de perto e reparou que ele movimenta constantemente o abdômen para cima e para baixo. Essa é uma forma de bombear o ar. Relembre então que os insetos colonizaram o ambiente terrestre muito antes dos vertebrados e com muito mais sucesso, e que esse tipo de respiração é uma das adaptações responsáveis por isso.

Respiração branquial (p. 16)

Neste momento, pode-se utilizar conhecimentos cotidianos dos estudantes, como o fato de olharmos as brânquias (popularmente chamadas guelras) para escolher um peixe fresco no mercado. Assim, conjuga-se o conhecimento popular com o científico. O peixe está mais fresco quanto mais intenso for o vermelho de suas brânquias, ou seja, a vascularização na área indica que a morte ocorreu há menos tempo. Reforce, por fim, o ambiente aquático onde vivem esses animais. Mesmo algumas espécies de crustáceos que vivem na terra, como os isópodes (tatuzinhos de jardim), devem se manter em ambientes úmidos para sobreviver.

Interligações (p. 16)

A seção comenta a manutenção da temperatura corporal. Se possível, leve um termostato de aquário e um termômetro para a sala de aula para mostrar o funcionamento. Se algum estudante praticar aquarismo como *hobby*, ou conhecer alguém que o pratique, pode-se solicitar uma apresentação do aquário por vídeo e fotografias, explicando os cuidados necessários para a manutenção.

Respiração pulmonar (p. 17)

O debate sobre pulmão é importante para auxiliar a derrubar a visão de que os mamíferos são os seres mais complexos da evolução, pensamento muito comum. Explique que a organização pulmonar de aves é muito mais eficiente que o pulmão de um mamífero e possibilita as grandes migrações que algumas espécies fazem.

Como respiramos (p. 17)

Durante a leitura, peça aos estudantes que analisem cada um dos órgãos citados, localizando-os no esquema. Ao final, retome o conceito de difusão, pois é a forma pela qual as trocas gasosas são realizadas nos alvéolos. Reforce que as paredes dos alvéolos têm de ser muito delgadas e, portanto, são frágeis. Relacione isso aos males que poluição em materiais particulados pode causar na capacidade respiratória.

Ventilação pulmonar (p. 18)

Peça aos estudantes que, após a leitura, inspirem e expirem com as mãos no tórax, para sentir o movimento dos músculos torácicos.

Sugestão de atividade complementar

A construção do pulmão artificial caseiro feito de bexigas ajuda a compreensão do papel do diafragma na mudança de pressão na caixa torácica. Uma atividade prática com esse propósito pode ser encontrada em: <https://www.youtube.com/watch?v=DNbF6bnCoio>. Acesso em: 1º jul. 2020.

Hematose (p. 18)

Reforce que a hematose ocorre por difusão nos alvéolos e debata os valores da tabela com os estudantes. O ar é uma mistura cujo principal componente é o nitrogênio gasoso, que não é aproveitado pelo corpo humano. Já os gases oxigênio e carbônico têm suas proporções alteradas consideravelmente entre a inspiração e a expiração.

O transporte de O_2 (p. 18)

Relacione a estrutura da hemácia a problemas de saúde, como a anemia. Pergunte se algum estudante já fez exame de sangue que mostrou anemia e o que investigou. Explique que a alimentação rica em ferro é essencial para que as hemoglobinas funcionem corretamente.

Caixa de ferramentas (p. 19)

Comente que a aclimatação à altitude é pauta de discussão em muitos esportes. Em campeonatos de futebol que

MODERNA

envolvem diferentes países sul-americanos, frequentemente há a discussão sobre jogos realizados em grandes altitudes, em cidades da Bolívia e do Equador, principalmente. Outra discussão recorrente é sobre o treino de maratonistas em grandes altitudes. Ao treinar nesses locais, o atleta acaba produzindo mais hemácias e, quando vai disputar uma corrida em altitudes menores, pode ter uma vantagem.

O transporte de CO_2 (p. 19)

Retome os conceitos de ácido e base, relacionando-os à equação química mostrada. Debata com os estudantes que equilíbrio químico de diferentes reações pode ser deslocado em direção aos produtos ou aos reagentes, a depender de condições do meio. Por fim, auxilie os estudantes na análise do esquema, retomando assim o conceito de difusão.

Digestão (p. 20)

Retome a equação da respiração celular relembrando a importância dela para a obtenção de energia. Ressalte, porém, que existem diversas outras substâncias essenciais para manter a homeostase do organismo, e que elas são obtidas pela alimentação.

Obtenção de alimento (p. 20)

Dos exemplos citados, provavelmente o mais distante dos estudantes são os poríferos. Na internet existem inúmeros vídeos que podem ser acessados com ferramentas de busca mostrando tal atividade por meio de estudos que colocam corantes próximos a esses animais. Se possível, projete um desses vídeos para auxiliar na compreensão do processo.

Tipos de digestão (p. 21)

Relembre aos estudantes que enzimas são catalisadores biológicos que aceleram reações químicas sem se modificarem no processo. Um exemplo cotidiano é a desinfecção de machucados com água oxigenada. Ao entrar em contato com o sangue proveniente do corte na pele, a água oxigenada borbulha, ou seja, libera gás. Isso é uma evidência de reação química: a decomposição da água oxigenada em água e gás oxigênio, que é catalisada pela presença de uma enzima do sangue, a catalase.

Debata então sobre digestão intra e extracelular, reforçando a tendência evolutiva de animais mais complexos terem digestão extracelular.

Absorção dos nutrientes (p. 21)

Compare as imagens das adaptações para absorção, reforçando que em todas elas há o aumento de área de contato. Isso é um exemplo de convergência adaptativa, quando diferentes animais, em diferentes situações, têm adaptações com funções parecidas, sem que elas tenham relação filogenética entre si.

Adaptações do sistema digestório dos animais (p. 22)

Nesse momento, pode-se realizar uma aula invertida, dividindo a turma em grupos, e cada um irá analisar e pesquisar sobre adaptações de um dos animais mostrados no texto, para então apresentar ao restante da turma. Oriente os estudantes na pesquisa, observando as fontes pesquisadas. Peça a eles que debatam sobre como essas adaptações auxiliam os animais a ocupar o ambiente onde vivem.

Como digerimos os alimentos? (p. 24)

Para esse momento, é interessante que os estudantes elaborem no caderno um esquema do sistema digestório, listando suas principais funções, para auxiliar a memorização dos elementos principais. Isso pode ser feito com auxílio de ferramentas digitais.

Assim como o estudo dos organismos foi decomposto em sistemas, o sistema digestório também pode ser decomposto. Há etapas e regiões em que a digestão ocorre, evoluindo do consumo à eliminação dos resíduos. Na atividade 5, os estudantes devem escolher um alimento que consumam usualmente e identificar os nutrientes fornecidos e em que região ocorre cada processo de sua digestão. Estudar, identificar, reconhecer e compreender as etapas da digestão, do início ao fim, permite que eles coloquem em prática habilidades que dialogam com o pilar **decomposição** do pensamento computacional.

Circulação (p. 26)

Relacione novamente a questão do tamanho do organismo como uma condição que requer diferentes adaptações. Ao debater os diferentes tipos de sistema circulatório, pode-se utilizar o exemplo do tamanho do minhocuçu *Rhinodrilus alatus*, que passa de 60 cm de comprimento, com os insetos. O tamanho médio de insetos é muito menor exatamente pela dificuldade de circular nutrientes e gases com o sistema circulatório aberto.

O sistema circulatório dos vertebrados (p. 26)

Novamente, o tema permite que se façam seminários ou aulas invertidas para melhor compreensão dos conceitos. Modelos e esquemas também podem ser criados pelos estudantes e expostos na sala de aula para auxiliar na visualização dos diferentes sistemas circulatórios. Ao final dos seminários, conduza uma roda de conversa relacionando os diferentes sistemas com as adaptações ao ambiente onde esses animais vivem. As quatro cavidades do coração de aves e mamíferos, por exemplo, estão intimamente ligadas à capacidade de manter a temperatura corpórea por não haver mistura de gás oxigênio com gás carbônico no coração.

Como o sangue circula no nosso corpo? (p. 28)

Reforce que a nossa circulação funciona como a dos demais mamíferos: um sistema circulatório fechado, com dupla circulação. Analise com os estudantes o esquema do coração, identificando as partes. Na sequência, em "Sugestões de atividades", são sugeridos materiais complementares que podem ser usados em aula para melhor visualização das estruturas. Reforce o conceito de sangue arterial e sua relação com artérias. Essa relação é direta apenas na grande circulação. Na pequena circulação, o sangue venoso (pobre em oxigênio) é transportado pela artéria pulmonar até os pulmões, onde se torna arterial e volta ao coração pela veia pulmonar.

MODERNA

Sugestão de atividade complementar

- O *site Anatomia Online* tem uma série de materiais gratuitos que podem ajudar na visualização e compreensão das estruturas corporais: <http://www.anatomiaonline.com/arterias/>. Acesso em: 1º jul. 2020.
- O livro *O sangue*, de Lúcia Marcondes (editora Ática), traz inúmeras informações sobre composição do sangue e vasos sanguíneos e lista algumas atividades sobre o tema, tudo ricamente ilustrado.

Interligações (p. 29)

Pode-se realizar demonstrações para enriquecer o estudo do assunto, evidenciando como o aquecimento de uma enzima afeta sua atividade. Para isso, pode-se utilizar pedacinhos de fígado de boi ou galinha (ricos em catalase) e água oxigenada. O fígado cru catalisa a reação de decomposição da água oxigenada, já o cozido tem suas proteínas desnaturadas, e a reação não ocorre.

Circulação do sangue (p. 29)

A compreensão sobre pressão sanguínea é importante para complementar as noções de autocuidado nos estudantes, visto que muitos têm hipertensão ou conhecem pessoas que têm. Pode-se organizar um dia temático sobre saúde do coração, em que enfermeiros convidados medem a pressão sanguínea e orientam os estudantes sobre cuidados com o coração e a manutenção da pressão sanguínea em valores saudáveis. Esse tipo de atividade, além de reforçar o conteúdo do componente curricular, também trabalha a cidadania e o projeto de vida dos estudantes, além da capacidade comunicativa, tornando o aprendizado mais significativo.

Caixa de ferramentas (p. 30)

Peça aos estudantes que pesquisem hábitos que podem auxiliar na manutenção de pressão sanguínea saudável, e outros que podem prejudicá-la. Problemas cardiovasculares são a principal causa de óbito na população e é essencial que os estudantes se apropriem do tema para uma vida mais plena e saudável.

Sistema linfático humano (p. 31)

Retome o conhecimento prévio dos estudantes sobre vacinas e sistema imune, relembrando, antes da leitura, a função dos glóbulos brancos. Após a leitura, relacione o sistema linfático a situações que os estudantes já presenciaram, solicitando que tentem explicar o ocorrido, como inchaço em grávidas, em especial nas extremidades do corpo; nódulos linfáticos doloridos e desenvolvidos quando há uma infecção próxima, entre outros. Ao trazer exemplos do dia a dia, o conteúdo torna-se mais significativo.

ATIVIDADE PRÁTICA (p. 32)

Antes da atividade, verifique se não há nenhum estudante com qualquer problema de saúde que o impeça de realizar atividades físicas. Converse com a direção e com o professor de Educação Física sobre o tema.

Durante a discussão, aproveite para retomar o debate sobre interligação dos sistemas, relacionando também o aumento da frequência respiratória e a necessidade de energia pelas células, fazendo com que o oxigênio chegue mais rapidamente.

Excreção (p. 33)

Após a leitura dos dois primeiros parágrafos, esclareça aos estudantes que a excreção é diferente do final da digestão. A excreção joga fora produtos das reações químicas celulares, já as fezes são o produto final do que não foi absorvido.

Retome com os estudantes que proteínas e ácidos nucleicos têm nitrogênio e, quando quebrados pelo corpo, produzem excretas que têm esse elemento químico. Peça a eles que analisem as fórmulas químicas e esclareça que a amônia é a mais simples delas, mas também a mais tóxica. Em geral, diversos animais metabolizam a amônia em substâncias menos agressivas, como a ureia e o ácido úrico.

Analise a tabela relacionando o ambiente e a forma de vida dos animais. Os peixes, por viverem em ambiente aquático, não enfrentam problemas ao excretar amônia diretamente, uma vez que ela se solubiliza facilmente no meio. Aves, por sua vez, têm adaptações que reduzem o peso corpóreo, como a ausência de bexiga. Alguns répteis são adaptados a ambientes secos, e uma dessas adaptações é a excreção de ácido úrico. No caso do sistema excretor de mamíferos, a filtração do sangue é regulada por gradientes de concentração em difusão e osmose, transporte ativo e também hormônios.

A diversidade de sistemas excretores dos animais (p. 33)

Ressalte que todas as adaptações apresentadas têm relação com o ambiente e as pressões evolutivas que os diferentes animais sofreram. Relacione também a importância do sistema excretor com a regulação sanguínea. Uma das principais classes de medicamentos para o tratamento de hipertensão é a dos diuréticos, que aumentam a quantidade de água na urina, diminuindo assim a pressão sanguínea.

Caixa de ferramentas (p. 35)

Se possível, leve o resultado de um exame de urina para que os estudantes possam analisar os diferentes componentes.

MODERNA

Comunicando ideias (p. 36)

Se possível, compartilhe com a turma a reportagem disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2020/01/22/agua-tratada-na-estacao-guandu-e-praticamente-so-esgoto-afirmam-especialistas.ghtml> (acesso em: 1º jul. 2020) para auxiliar no debate dos estudantes sobre a importância do saneamento básico.

Avaliação

A avaliação deve ser contínua, observando o desenvolvimento dos debates durante o capítulo. Os blocos de atividades auxiliam nessa prática, ao permitirem avaliar a compreensão do assunto à medida que se avança no capítulo. Caso julgue necessária uma avaliação final, pode-se solicitar uma pesquisa sobre diferentes cuidados relacionados à saúde dos sistemas corpóreos estudados. Nesses trabalhos, os estudantes devem relacionar a anatomia e a fisiologia do organismo aos hábitos e às ações propostas para manutenção da saúde.

Bibliografia complementar

- OLIVEIRA, P. *Ensino do corpo humano*: abordagens dos professores de ciências no 8º ano do ensino fundamental em escolas estaduais de Planaltina de Goiás. 2011. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Ciências Naturais) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/3601>. Acesso em: 1º jul. 2020.

  Trabalho de conclusão de curso com importantes considerações sobre o ensino de temas relativos ao corpo humano.
- PORTAL Drauzio Varella. Disponível em: <https://drauziovarella.uol.com.br>. Acesso em: 1º jul. 2020.

  Site com muitas informações sobre enfermidades e sobre o corpo humano em geral.
- TRIVELATO, S. Que corpo/ser humano habita nossas escolas? *In*: MARANDINO, M. *et al.* (org.). *Ensino de biologia*: conhecimentos e valores em disputa. Niterói: EdUFF, 2005. p. 121-129.

  Texto com considerações sobre o estudo do corpo humano na educação básica.

Resoluções

Interligações (p. 15)

1. O oxigênio é um gás comburente, essencial para que exista fogo.
2. Priestley também conseguiu isolar o oxigênio, a que chamou de "ar deflogisticado". A teoria flogística foi derrubada por Antoine Lavoisier, que desvendou o papel do oxigênio na combustão.

Interligações (p. 16)

1. Termostato é um equipamento que regula a temperatura de um ambiente, desligando ou ligando aquecedores conforme temperatura pré-programada.
2. O termômetro mede a temperatura, o termostato regula a temperatura ligando ou desligando fontes de calor.

Atividades (p. 20)

1. Isso permite que o inseto possa colocar os espiráculos para fora da água e ficar parcialmente submerso, utilizando assim o oxigênio do ar.
2. Para realizar a respiração cutânea é essencial que a pele do animal esteja sempre úmida. Portanto, o hábitat dos anfíbios deve ser em locais úmidos, evitando ressecamento.
3. Ao ser retirado da água, as brânquias do peixe desidratam, diminuindo a eficiência do processo respiratório, o que o leva à morte.
4. Os múltiplos alvéolos aumentam a área de contato, propiciando maior eficiência nas trocas gasosas.

Atividades (p. 25)

1. Nutriente é algum composto que o corpo pode utilizar para gerar energia, construir células, regular processos etc. O teor nutricional se refere à quantidade de nutrientes: um alimento com baixo teor nutricional tem poucas moléculas que podem ser aproveitadas pelo corpo.
2. A frase está errada, já que os sais biliares e a digestão mecânica auxiliam a digestão química; sem esses processos, sua eficiência seria muito menor. A digestão química também depende das substâncias que regulam o pH ao longo do tubo digestório.
3. Os ruminantes têm diversas bactérias em seu intestino, que recebem abrigo e digerem a celulose ingerida, permitindo que eles se alimentem desse tipo de nutriente. Além dos ruminantes, os cupins também conseguem se alimentar de celulose, por terem em seu sistema digestório protozoários do gênero *Trichonympha*, que realizam a digestão da celulose ingerida.
4. A absorção de água e sais será prejudicada. Além disso, a pessoa poderá sofrer avitaminoses, já que algumas vitaminas são produzidas por bactérias que vivem nessa parte do corpo.
5. Resposta pessoal, a partir dos dados fornecidos.
6. Muito mais de bicarbonato do que de ácido carbônico, que se decompõe rapidamente.
7. Haverá maior produção de ácido, diminuindo assim o pH do sangue.
8. Como as questões dessa seção envolvem conceitos aprendidos em Química, pode-se trabalhar com o professor dessa disciplina para resolvê-las.

$$K_{eq} = \frac{[H_2CO_3]}{[CO_2]}$$

MODERNA

Interligações (p. 29)

1. Resposta pessoal. Febre é uma reação do corpo que acelera as reações químicas.
2. Temperatura corpórea acima de 40 °C pode provocar a desnaturação de proteínas, levando à morte.
3. A febre pode causar calafrios e aumento da produção de glóbulos brancos.

Atividades (p. 31)

1. A mistura diminui a concentração de O_2 do sangue, diminuindo o aporte desse gás às células.
2. O desenho deve ser semelhante às ilustrações apresentadas no tópico **O batimento cardíaco**, e o caminho percorrido pelo sangue deve ser como descrito no texto.
3. Caso ocorresse refluxo sanguíneo, poderia haver mistura de sangue no coração; além disso, o fluxo sanguíneo poderia ser interrompido, já que ocorreriam movimentos antagônicos de certas quantidades de sangue, dificultando a oxigenação de partes do corpo.
4. O aumento da frequência cardíaca e o da pressão arterial garantem a oxigenação de todos os tecidos durante a prática de exercício físico.

Atividades (p. 36)

1. Em regiões secas, a disponibilidade de água é menor. Assim, animais que não precisam de muita água para diluir suas excretas nitrogenadas (caso principalmente do ácido úrico e, em menor proporção, da ureia) têm vantagens nesses ambientes.
2. Os rins são responsáveis pela eliminação de sais do sangue, entre eles os de sódio, que são responsáveis pela hipertensão arterial.
3. O rim contém várias alças néfricas, mas existem apenas dois ureteres. Assim, ao se impedir o funcionamento do ureter, o rim inteiro será danificado, o que é mais prejudicial do que impedir o funcionamento da alça néfrica, que bloqueia apenas uma parte dele.
4. A vitamina C não é armazenada pelo organismo por ser hidrossolúvel, sendo inadequada a ingestão de grandes quantidades.

ATIVIDADES FINAIS (p. 37)

1. Boca, faringe e esôfago deverão ser pintados com a cor correspondente ao pH neutro; estômago deverá ser pintado com a cor correspondente ao pH ácido; intestino deverá ser pintado com a cor correspondente ao pH básico. A variação do pH ativa ou neutraliza enzimas durante o processo digestivo.
2. A lhama, pois ela apresenta maior taxa de saturação com oxigênio em valores menores de pressão de oxigênio, ou seja, sua hemoglobina consegue se ligar mais facilmente a esse gás.
3. A hemoglobina humana na gestação (pH 7,4) tem maior afinidade por O_2 que a hemoglobina humana (pH 7,2), o que indica que a hemoglobina tem pelo menos dois comportamentos no sangue humano. Isso ocorre em consequência de mudanças no pH sanguíneo: com pH mais baixo, a hemoglobina humana perde afinidade por O_2, o que a faz liberar maior quantidade de O_2 nas células, embora também possa fazê-las captar menor quantidade desse gás nos pulmões. Qualquer hipótese que os estudantes levantarem relacionando alterações na atividade da hemoglobina com fatores que afetam o funcionamento de proteínas deve ser considerada nessa questão.
4. Na gravidez, a mãe fornece O_2 para o feto. Para que isso ocorra, a hemoglobina fetal precisa capturar esse gás com maior eficiência que a hemoglobina materna, o que ocorre graças à sua maior afinidade por O_2.
5. Em elevadas altitudes, o ar é rarefeito, com baixa quantidade de O_2, de modo que a hemoglobina tem maior dificuldade para capturá-lo do ar inspirado. Para se adaptar a essa situação, o corpo promove algumas alterações que aumentam a captação de O_2, como o aumento no número de hemácias. Esse processo é importante para que os jogadores consigam, durante a realização da atividade física, captar quantidade suficiente de O_2.
6. Diversos testes e estudos podem ser feitos nele, sem necessidade de preocupação com efeitos colaterais em outros sistemas. Além disso, por se tratar de um sistema artificial, é mais fácil controlar as condições dos experimentos, como temperatura, pH etc. Com dois estômagos, pode-se realizar maior número de experimentos em menos tempo, fazer manutenções sem necessidade de interromper os testes e é mais fácil desenvolver estudos comparativos.
7. Apesar de o estômago simular apenas o processo digestivo, experimentos podem envolver o sistema cardiovascular, que capta os produtos da digestão, e o imunitário, como nos estudos com microrganismos.
8. Resposta pessoal. Estimule os estudantes a desenvolver projetos que envolvam mais de um sistema.
9. Resposta pessoal. As pesquisas podem fornecer informações que melhorem o aproveitamento de alimentos, gerando economia, mas os custos para isso serão elevados. Os estudantes devem discutir esses aspectos.

MODERNA

Capítulo 2

No ar, na água e no organismo: pressão em ação

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 competência diz respeito à valorização do conhecimento científico. O capítulo todo valoriza e apresenta conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, contribuindo para que o estudante entenda e explique a realidade que o cerca.	Todo o capítulo
2	As seções **Interligações** e **Atividade prática** permitem que conceitos físicos possam ser utilizados pelos estudantes para compreender o surgimento de furacões e o funcionamento dos submarinos. As perguntas propostas permitem a reflexão dos estudantes acerca dos fatores que influenciam o surgimento dos furacões em diferentes lugares do planeta e como o submarino pode subir e descer na água.	42 e 52
4	As seções **Interligações** fazem uso da linguagem visual e de conhecimentos das linguagens matemática e científica para partilhar conceitos e produzir sentido para o entendimento dos furacões e da circulação sanguínea no corpo humano, bem como da pressão arterial.	42 e 43

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
1	EM13CNT101	Na seção **Interligações**, o estudante pode, de certa forma, analisar o comportamento de uma massa gasosa em movimento e suas consequências no dia a dia.	42
2	EM13CNT205	Os conceitos discutidos permitem ao estudante interpretar previsões para o surgimento dos furacões e para o funcionamento dos submarinos após o experimento, reconhecendo os limites explicativos das ciências.	42 e 52
3	EM13CNT301	As seções **Interligações** e **Atividade prática** permitem aos estudantes elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregando instrumentos de medição, e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.	42, 52 e 53
	EM13CNT306	A seção **Interligações** permite aos estudantes avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas (alimentação inadequada, uso de botijão de gás e voo de balão), aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos (aparelho de pressão e válvulas de segurança) e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental.	43, 51 e 57
	EM13CNT307	A seção **Interligações** permite aos estudantes analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações e/ou propor soluções seguras e sustentáveis.	47 e 57

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.	A seção **Interligações – Flutuação, densidade e proporcionalidade** permite aos estudantes elaborar hipóteses sobre um processo ambiental, com base na sistematização de dados e informações de natureza qualitativa e quantitativa. A seção permite, parcialmente, problematizar hábitos e práticas individuais e coletivos de produção e descarte de resíduos na contemporaneidade e elaborar e/ou selecionar propostas de ação que promovam a sustentabilidade socioambiental e o consumo responsável.	47

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

O estudante deve retomar conhecimentos do Ensino Fundamental II, dentro do eixo temático "Terra e Universo", sobre as ideias de massa, força, energia e calor; dentro do eixo temático "Tecnologia e Sociedade", sobre as ideias de substâncias químicas e suas propriedades. Retome as ideias de força como uma grandeza vetorial e sua unidade no SI (newton), a atração gravitacional entre corpos que possuem massa, a existência de uma camada de gases que envolve nosso planeta (atmosfera), o processo de convecção térmica (massas fluidas de maior densidade tendem a descer e massas fluidas de menor densidade tendem a subir), os estados físicos da matéria (sólido, líquido e gasoso), as 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:

- Conhecer e relacionar conceitos fundamentais da hidrostática: pressão, pressão hidrostática, pressão atmosférica, pressão absoluta, empuxo e densidade.
- Conhecer e relacionar conceitos fundamentais da termodinâmica: estados físicos da matéria, teoria cinética dos gases e o modelo de gás ideal, variáveis de estado, transformações gasosas e lei geral dos gases.

O domínio de tais conceitos é fundamental para a compreensão de uma série de fenômenos que ocorrem no cotidiano, desde o funcionamento de equipamentos presentes nas residências até fenômenos climáticos. Nesse processo, o estudante trabalha habilidades e competências da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Sugestões metodológicas

Para começo de conversa (p. 38)

Inicie o capítulo fazendo a pergunta do primeiro parágrafo da seção aos estudantes e aguarde pelas respostas. Boa parte deles deve responder algo como "12 por 8". Comente que esse é o valor considerado adequado para pressão arterial, e que há pessoas com valores mais baixos ou mais altos, o que pode estar associado a problemas de saúde, como consta do segundo parágrafo. Comente que isso será mais bem discutido ao longo do capítulo.

Na sequência, comente com os estudantes sobre a panela de pressão, como descrito no texto, e a diferença de valores para cada um dos casos. Questione-os sobre como proceder em caso de abrir a panela de pressão após o alimento ficar pronto. Estimule-os a relacionar, mesmo que ainda de maneira inicial, os conceitos de pressão, volume e temperatura.

O que é pressão? (p. 39)

O conceito de pressão é um dos mais importantes dentro das Ciências da Natureza e é muito comumente confundido com o conceito de força. Peça à turma que pegue um lápis ou lapiseira e o segure apoiando cada extremidade em um dedo. Pergunte em qual dos dedos o desconforto é maior. Certamente a resposta será no dedo que está encostado na ponta do lápis ou lapiseira.

Em seguida, discuta o exemplo descrito no livro, pois se trata de uma situação provavelmente vivida pelos estudantes na areia da praia ou de outro piso qualquer com material de densidade semelhante. Procure estabelecer um paralelo com a situação do lápis/lapiseira.

Reforce que a força aplicada pelo corpo de cada um na areia é a mesma nas duas situações, assim como a força aplicada no lápis/lapiseira pelos dedos tem o mesmo valor. Comente que o fato de a superfície do pé em contato com a areia ser diferente faz com que o afundamento também o seja, assim como a sensação com o lápis/lapiseira está relacionada à dimensão da ponta e parte superior, e que essa característica está relacionada à pressão.

Há diversos outros exemplos do dia a dia que podem ser citados. Faça perguntas aos estudantes e avalie as respostas, valorizando-as e complementando-as com os conceitos adequados. Algumas perguntas:

- Por que a faca tem um lado certo para o corte? Comente que esse lado é mais fino, afiado, exercendo, assim, pressão maior sobre o objeto que se quer cortar. As facas devem ser afiadas de tempos em tempos, pois o desgaste durante seu uso faz com que aquela superfície aumente de tamanho e a tarefa de cortar seja mais trabalhosa.
- Por que é difícil andar de bicicleta na areia fofa? Comente que os pneus são finos, exercendo grande pressão sobre a areia e afundando.
- Por que os *buggies* que passeiam pelas dunas têm pneus largos? Comente que, assim, a pressão exercida é menor, e eles não afundam.
- Por que os pregos são colocados na parede com a ponta mais fina? Comente que aquela superfície, sendo menor, consegue exercer maior pressão e perfurar a parede com mais facilidade.
- Por que as agulhas de seringa são finas e, em geral, a dor sentida no corpo é maior quanto mais grossa for a agulha? Comente que, quanto mais fina for a agulha, maior será a pressão exercida por ela e mais fácil será perfurar o corpo.

Chame a atenção para a unidade de pressão no SI, o N/m^2, também chamado de pascal (Pa), em homenagem ao físico e matemático francês Blaise Pascal (1623-1662). Destaque que há inúmeras combinações de unidades de pressão e que elas são utilizadas de acordo com a situação.

Na primeira **Caixa de ferramentas**, relembre o conceito de peso e como ele é calculado. Em seguida, resolva o exemplo do livro e, se julgar interessante, use nos cálculos as massas dos estudantes. A segunda **Caixa de ferramentas** trata de outra unidade de medida de força. Lembre os estudantes de que, ainda que a unidade no SI de força seja o newton, existem outras, como o kgf, citado no texto, e o dina, cujo símbolo é dyn e é equivalente a 10^{-5} N. Na sequência, defina a unidade de pressão psi, bastante utilizada na calibragem de pneus.

Para maiores informações sobre a calibragem de pneus, acesse: <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=por-que-os-pneus-de-algumas-bicicletas-operam-com-pressao-tao-alta> e <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=carro-com-pneus-murchos-no-deserto-como-fica-a-resistencia-ao-rolamento>. Acessos em: 1º jul 2020.

Vale comentar que pressão é uma grandeza física escalar, pois não tem um sentido preferencial para ser exercida.

EDITORIA

Atividades (p. 40)

Na atividade 1, os estudantes devem analisar a situação, identificando e isolando as variáveis relevantes para que expliquem o que está acontecendo. No caso, a força aplicada sobre o balão é distribuída sob as pontas de muitos pregos, tornando a pressão insuficiente para rompê-lo. Se julgar adequado, peça aos estudantes que pesquisem situações similares. Isolar e identificar as variáveis relevantes para explicar ou, eventualmente, modelar uma situação problema são habilidades que dialogam com o pilar da **abstração** do pensamento computacional.

Pressão atmosférica (p. 41)

Comece a discussão lembrando os estudantes de que a Terra está envolvida por uma camada de gases chamada atmosfera, e que esses gases têm massa. Essa massa é atraída pela Terra, e as partículas se chocam com a sua superfície e/ou com os corpos presentes nela, exercendo o que se chama de pressão atmosférica. Comente que a altitude influencia na pressão, pois, quanto maior a altitude, mais rarefeito é o ar e menor é a pressão atmosférica. Em uma cidade ao nível do mar, a pressão atmosférica é mais intensa do que em uma cidade no alto de uma serra.

Se possível, estimule os estudantes a pensar por que nosso corpo não é esmagado pela pressão atmosférica. Para mais detalhes, consulte os materiais disponíveis em: <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=forca-devida-a-pressao-atmosferica-por-que-nao-a-sentimos> e <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=e-verdade-que-carregamos-15-toneladas-devido-a-atmosfera>. Acessos em: 1º jul. 2020.

Na sequência, explique o experimento de Torricelli, descrito detalhadamente no texto. Reforce que, quando o mercúrio desce pelo tubo, temos o surgimento de um vazio (vácuo) que não exerce pressão alguma sobre o líquido. Comente ainda que a unidade de medida mmHg está relacionada a esse experimento, e que Torricelli considerou a pressão atmosférica no nível do mar equivalente àquela exercida por uma coluna de 760 mmHg. Esse valor, no SI, é de aproximadamente 10^5 N/m^2 ou 10^5 Pa.

Comente as fotografias que mostram a lata de óleo e pergunte por que é mais fácil tirar o óleo quando há dois furos na lata. Ouça as respostas e explique que fica mais fácil porque o ar entra por um dos orifícios, exercendo no interior da lata uma pressão praticamente igual à atmosférica, o que facilita a saída do óleo.

Interligações (p. 42)

Peça aos estudantes que leiam a seção ou leia com eles. Comente os conceitos físicos envolvidos e destaque que, quanto menor for a pressão barométrica do furacão, maior será a sua intensidade, pois essa diferença entre a pressão atmosférica do local e a do olho fará com que os ventos sejam mais intensos. Mais detalhes estão disponíveis em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-49550393>. Acesso em: 1º jul. 2020.

A questão dos furacões pode ser trabalhada em conjunto com o professor de Geografia, que pode detalhar os motivos da ocorrência desses eventos em determinadas regiões do mundo. Comente ainda sobre a escala Saffir-Simpson, pois ela traz as categorias de furacões sobre as quais a turma deve ter lido ou ouvido na mídia.

Peça aos estudantes que façam a pesquisa proposta no texto. A resposta à pergunta é pessoal. Há uma discussão sobre o assunto disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-41154909>. Acesso em: 1º jul. 2020.

Interligações (p. 43)

Esta seção pode ser trabalhada de forma interdisciplinar com o professor de Biologia. Leia o texto com a turma e estimule perguntas e colocações dos estudantes. É fundamental que eles percebam como as Ciências da Natureza estão interligadas e relacionadas com a vida de todos.

Chame a atenção dos estudantes para o gráfico que relaciona pressão, velocidade do sangue e área total da secção dos vasos sanguíneos, destacando que, nas menores áreas, a pressão e a velocidade são mais elevadas. Nas áreas maiores, a pressão e a velocidade são menores. Relacione isso à expressão da pressão discutida no início do capítulo. Em seguida, 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.

Atividades (p. 44)

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.

Pressão e densidade (p. 45)

Inicie a discussão sobre densidade usando o exemplo do livro, que remete a uma pergunta bastante comum: "O que é mais pesado, 1 quilo de chumbo ou de algodão?". Aponte que a formulação dessa questão tem problemas. A rigor, "quilo", sozinho, não é unidade de nada, apenas um prefixo que indica mil vezes alguma unidade de medida; o correto seria dizer quilograma (kg). Se temos 1 kg de chumbo e 1 kg de algodão, ambos os corpos têm o mesmo peso. Naturalmente, massas iguais dessas duas substâncias apresentam volumes bem diferentes, e espera-se que o espaço ocupado por essa quantidade de chumbo seja bem menor do que a de algodão. Comente que esse comportamento está relacionado ao modo como as partículas dessas substâncias se arranjam e que, para substâncias puras, massa e volume são grandezas diretamente proporcionais.

A constante de proporcionalidade é uma grandeza física chamada de densidade ou massa específica, tratando-se de uma propriedade específica de cada substância. Comente o exemplo do livro sobre a densidade do ferro. Em seguida, defina densidade usando a ideia de proporcionalidade, e comente sobre as diversas unidades possíveis. Enfatize que, no SI, a unidade é o kg/m^3.

Faça o cálculo da densidade sugerido no texto. Discuta os outros valores, também presentes no texto, e chame a atenção para o valor da densidade da água pura, usando-o como exemplo para discutir as conversões entre as unidades mais comuns de densidade. Chame a atenção para o dado contido na **Caixa de ferramentas**, comparando a densidade do mercúrio com a da água.

REPRODUÇÃO

Questione se os estudantes já observaram que alguns relógios à prova d'água trazem uma informação sobre o limite de profundidade que suportam e pergunte o motivo. Aguarde as respostas e valorize-as. Em seguida, comente que a pressão exercida pela coluna de água aumenta de acordo com a profundidade. Mergulhadores percebem facilmente esse efeito. Questione os estudantes sobre se eles já ouviram falar que a água pode subir sem nenhum tipo de bomba até uma altura de 10 metros. Aguarde novamente as respostas e valorize-as, comentando que isso ocorre porque a pressão exercida por uma coluna de água dessa altura é equivalente à pressão atmosférica. Por isso não é possível elevar a água sem ajuda externa a alturas superiores a 10 metros. Em prédios altos, deve ser instalada uma bomba de recalque para elevar a água do nível da rua até a caixa d'água, que, normalmente, fica no topo do edifício.

Discuta a expressão para determinação da pressão absoluta, destacando a presença da pressão atmosférica e da pressão hidrostática, determinada pela expressão $d \cdot g \cdot h$. Chame a atenção para o gráfico no texto, mostrando que a pressão varia linearmente com a profundidade, o que pode ser deduzido da expressão. Na sequência, resolva o exemplo proposto na página 46, destacando as duas possibilidades de determinação da pressão absoluta. No caso do uso da expressão, é necessário usar as grandezas em unidades do SI.

Para maiores informações, consulte o material disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=garrafas-pet-submersas-e-amassadas>. Sobre a pressão no mergulho, consulte também: <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=pressao-no-mergulho>. Acessos em: 1º jul. 2020.

Interligações (p. 47)

Leia o primeiro parágrafo e aguarde as respostas da turma. Estimule os estudantes a falar. Ouça e comente, citando o exemplo do livro. Explique que, quando temos um líquido, corpos menos densos colocados nele flutuarão; os mais densos afundarão. O texto discute o conceito de fração imersa sem defini-lo através de uma expressão matemática, o que pode ser feito por você. Comente que a fração imersa é a porcentagem do corpo que fica dentro do líquido e pode ser obtida escrevendo a razão entre a densidade do corpo e do líquido em que ele foi colocado. Cite outros exemplos, usando os valores das madeiras na tabela. Resolva a proposta no final do texto.

Empuxo: o princípio de Arquimedes (p. 48)

Inicie as discussões perguntando aos estudantes se eles já perceberam uma força de resistência quando tentam afundar na água um objeto flutuante, como uma bola. Aguarde as respostas. Comente que esse efeito é causado por uma força chamada empuxo, que é responsável, por exemplo, por manter os navios flutuando e os balões em voo.

Todas as vezes que um corpo for imerso em um fluido, ele fica sujeito a essa força de empuxo, que é representada por uma seta na direção vertical, apontando para cima. Explique que, quando um corpo penetra um fluido, fica sujeito a diversas forças, em diferentes direções. Nas laterais, por simetria, essas forças se equilibram. Como a pressão aumenta com a profundidade, as forças que atuam na parte inferior do corpo são mais intensas do que as forças que atuam na sua parte superior. Assim, se estabelece uma resultante vertical para cima, que tenta impedir o corpo de penetrar no fluido. Essa resultante recebe o nome de empuxo. De acordo com a interpretação de Arquimedes, se pensarmos no corpo sendo mergulhado num líquido, essa força de empuxo é equivalente ao peso do líquido que é deslocado quando o corpo penetra nesse líquido.

A análise das figuras A, B e C da página 49 é muito importante. Explique que na figura A o corpo está boiando, com uma parte do seu volume submerso, e que a força de empuxo estabelecida E_1 é responsável por equilibrar o peso do corpo. Na figura B, quando o corpo é forçado pelo menino a entrar na água, aumenta a quantidade de líquido que está sendo deslocado e, consequentemente, o peso do líquido que está sendo deslocado, fazendo o empuxo (E_2) aumentar. Como $E_2 > E_1$, E_2 é também mais intenso do que o peso do corpo, estabelecendo uma resultante para cima que fará o corpo subir, reduzindo o volume de líquido deslocado até atingir uma posição de equilíbrio, com o empuxo assumindo novamente o valor E_1. É importante registrar que, enquanto o corpo estiver inteiro submerso, o empuxo continua valendo E_2, pois a quantidade de líquido deslocado continua a mesma. Quando o corpo começa a emergir, o empuxo vai diminuindo até equilibrar novamente o peso.

Em seguida, faça a dedução da expressão do empuxo, como demonstrado no livro. É fundamental chamar atenção para o fato de que o empuxo depende da densidade do fluido em que o corpo se encontra, e não da densidade do próprio corpo. Cite, como exemplo, que uma bolinha de plástico e uma de chumbo com o mesmo volume, completamente submersas, ficarão sujeitas a forças de empuxo de mesma intensidade. Também é importante comentar que o volume de fluido deslocado é equivalente ao volume do corpo que está imerso no fluido. Se ele estiver boiando, é necessário saber qual é o percentual imerso para determinar o volume deslocado. Faça o cálculo do empuxo proposto no exemplo da página 49, chamando a atenção para as informações da **Caixa de ferramentas**.

Veja mais informações sobre o empuxo em: <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=boiar-na-agua>, e sobre a variação do empuxo com a profundidade em: <https://www.if.ufrgs.br/novocref/?contact-pergunta=variacao-do-empuxo-com-a-profundidade>. Acessos em: 1º jul. 2020.

Atividades (p. 48 e 50)

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.

Interligações (p. 51)

Faça a leitura com os estudantes e comente, logo ao final do primeiro parágrafo, sobre o processo de convecção térmica. Depois, comente sobre a influência da temperatura para que

EXCERTA

o empuxo cresça, estabelecendo uma resultante para cima que acarreta a decolagem do balão. Durante o voo, a temperatura do ar no balão é controlada para que o empuxo varie de acordo com a necessidade do piloto.

Explique que os ventos nos momentos de Sol a pino podem ser mais intensos pelo fato de as correntes de convecção térmica serem também mais intensas, o que prejudica o voo e pode criar riscos à segurança. Peça aos estudantes que façam pesquisas sobre a segurança dos voos e as normas de segurança. Para maiores detalhes, consulte os materiais disponíveis em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/aerodesporto/balonismo> e <http://abeta.tur.br/pt/atividades/balonismo/>. Acessos em: 1º jul. 2020.

ATIVIDADE PRÁTICA (p. 52)

Para a realização da atividade, peça antecipadamente aos estudantes que providenciem o material. É muito importante que cada um manipule a garrafa PET para perceber os efeitos da variação de pressão, densidade e empuxo. Supervisione a montagem do experimento e peça aos estudantes que sigam os passos do livro. Em seguida, peça a eles que respondam às questões individualmente ou em grupo, de acordo com a conveniência. Depois, estimule a leitura das respostas e a troca de informações entre eles.

Transformações gasosas e os gases perfeitos (p. 53)

Comece a discussão do item comentando que, dependendo da temperatura e da pressão, as substâncias podem estar no estado sólido, líquido ou gasoso. Fale sobre as principais características de cada um dos estados no que diz respeito a forma, volume e forças de interação.

Interligações (p. 53)

Faça a leitura desta seção com os estudantes. Ela traz as suposições necessárias para que um gás seja considerado ideal. Destaque que se trata de um modelo teórico, sem existência real, mas que contribui para o estudo dos gases. Comente que, como as partículas não interagem a distância, não há nenhum tipo de energia potencial envolvida, e a única energia a ser considerada nos gases ideais é a energia cinética das partículas, relacionada à agitação e à temperatura. Inicie a abordagem das variáveis de estado físico verificando se os estudantes percebem que temperatura e pressão estão associadas, de certa forma, ao movimento das partículas e às colisões entre elas.

Na sequência, discuta as três variáveis de estado dos gases citadas no texto. Comente que a temperatura está relacionada ao estado de agitação das partículas e, no estudo dos gases, é sugerido trabalhar com a escala Kelvin. O volume está relacionado ao espaço ocupado pelo gás. A pressão existe pois, quando as partículas se chocam com as paredes do recipiente ou umas com as outras, existem forças sendo aplicadas numa superfície. A pressão pode ser associada à frequência e à intensidade com que ocorrem os choques entre as partículas e entre as partículas e as paredes do recipiente.

Isotérmica (p. 54)

Quando duas ou mais variáveis de estado mudam, dizemos que o gás sofreu uma transformação gasosa. Comece a discussão pela transformação isotérmica, aquela em que a temperatura permanece constante. Comente o experimento realizado por Robert Boyle e a dedução da expressão, conhecida como lei de Boyle, indicando que pressão e volume são inversamente proporcionais nessa transformação. Faça uma análise qualitativa da transformação usando o seguinte exemplo: suponha que um gás seja comprimido, mas o estado de agitação das partículas permaneça o mesmo. O que deve acontecer com a pressão? Certamente irá aumentar, pois a frequência de colisões entre as partículas e entre as partículas e a paredes do recipiente aumentará, já que o espaço disponível para elas diminuiu. E na situação oposta, com aumento do volume, mantendo a temperatura? Se as partículas têm mais espaço, a frequência de colisões diminui e a pressão também.

As transformações isotérmicas, em geral, são lentas, pois uma variação de volume ou pressão mais brusca pode causar mudança na temperatura. Um exemplo prático dessa transformação ocorre quando colocamos uma pequena bexiga cheia de ar no interior de uma seringa, também cheia de ar. Se taparmos a saída de ar da seringa e apertarmos seu êmbolo para que a pressão no interior da seringa aumente lentamente, o volume da pequena bexiga ficará ainda menor. Como o processo é realizado lentamente, as variações de pressão e de volume na bexiga não mudarão sua temperatura.

Isobárica (p. 55)

A transformação isobárica é aquela que ocorre com pressão constante. Faça a dedução da expressão conhecida como lei de Charles Gay-Lussac, mostrando que volume e temperatura são diretamente proporcionais. Faça uma análise qualitativa da transformação usando o seguinte exemplo: suponha que um gás seja aquecido, mas a frequência de colisões entre as partículas e entre as partículas e as paredes do recipiente em que o gás está confinado permaneça inalterada. O que deve acontecer com o volume? Para que a pressão se mantenha, é necessário dar mais espaço ao gás; logo, o aquecimento vem acompanhado de uma expansão do volume. Na situação oposta, um resfriamento deve vir acompanhado de uma compressão para manter a frequência de colisões. Um exemplo prático dessa transformação ocorre quando aquecemos o ar de um balão, como discutido anteriormente no capítulo. Esse ar é aquecido, seu volume aumenta e a densidade da mistura gasosa diminui, permitindo que o empuxo supere o peso e o balão suba.

Faça a leitura da **Caixa de ferramentas**, relacionando volume e temperatura graficamente. Comente que a relação se dá por uma reta. Discuta a extrapolação proposta no boxe e relacione com o zero absoluto da escala Kelvin.

Isovolumétrica (p. 56)

Discuta a transformação isométrica, isovolumétrica ou isocórica. Faça a dedução da expressão conhecida como lei de Charles, mostrando que pressão e temperatura são diretamente proporcionais. Faça uma análise qualitativa da transformação usando o seguinte exemplo: suponha que um gás seja aquecido, mas o espaço para as partículas continua o

MODERNA

mesmo. O que deve acontecer com a pressão? Com o aumento de agitação das partículas num mesmo volume, a frequência de colisões entre as partículas deve aumentar. Se houvesse resfriamento, com as partículas menos agitadas no mesmo espaço, espera-se uma redução da pressão. Comente sobre o fato de o gráfico dessa transformação também ser uma reta, como mostrado no capítulo. Um exemplo prático dessa transformação ocorre quando estamos usando a panela de pressão. O ar em seu interior é aquecido e seu volume permanece constante. Assim, a pressão interna aumenta.

Lei geral dos gases perfeitos (p. 56)

Por fim, discuta a lei geral dos gases perfeitos. Discuta que as proporcionalidades observadas nas outras transformações permitem a formulação da expressão. Resolva o exemplo do livro e enfatize a necessidade de que a temperatura precisa sempre ser colocada na escala Kelvin, para que não obtenhamos valores negativos de pressão ou volume. Para pressão e volume é necessário que as unidades sejam coerentes para a utilização da expressão.

Interligações (p. 57)

Faça a leitura desta seção com os estudantes. Ela traz informações importantes sobre o gás comumente usado em casas. Chame atenção para o fato de 13 kg do gás precisarem de um volume muito grande, dada sua baixa densidade. Estimule os estudantes a refletir e a fazer a pesquisa proposta no final do texto.

Atividades (p. 58)

Na atividade 5, os estudantes devem identificar o tipo de transformação (isotérmica) e determinar, por meio da aplicação da fórmula, o volume ao final do processo. A identificação das variáveis e sua aplicação na fórmula para resolver um problema promove a execução de um **algoritmo**, um dos pilares do pensamento computacional.

Avaliação

A avaliação da aprendizagem dos estudantes é uma das etapas mais complexas do processo de ensino e aprendizagem. Tradicionalmente, avaliações de Física são feitas por meio de exercícios que estimulam uma repetição de modelos e estratégias, estimulando muito pouco a reflexão dos estudantes 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, e essa característica deve ser contemplada num planejamento para a avaliação. Ao final do capítulo, é fundamental que os estudantes tenham fixado os principais conceitos que foram explicitados nos objetivos.

Nunca podemos perder de vista que a aprendizagem é um processo contínuo, que não acontece de um momento para o outro e, por isso, é necessário adaptar o processo de avaliação a essa continuidade. É fundamental compreender que a avaliação deve ser percebida como um momento de aprendizagem para o estudante, com a valorização do erro, mostrando para todos a diferença existente entre a percepção de cada um e aquilo que é proposto ou explicado pela ciência. No caso de temas tão presentes no cotidiano como os deste capítulo, esse cuidado é imprescindível para avaliar quanto cada estudante foi capaz de apreender dos temas discutidos. Os conhecimentos prévios precisam ser valorizados e relacionados com a construção do conhecimento de Física.

A avaliação deve ocorrer de forma contínua, com aspectos qualitativos sendo sempre preponderantes sobre os quantitativos. O desenvolvimento do capítulo ao longo das aulas permite que o professor avalie o aprendizado de seus estudantes. A seção **Para começo de conversa** permite fazer uma análise do conhecimento prévio de cada um e quais serão as estratégias utilizadas para levá-los aos conceitos científicos adequados. A seção **Comunicando ideias** pretende estimular o raciocínio sobre algo que acaba de ser discutido, permitindo verificar o que foi compreendido. A seção **Interligações** é outro instrumento bastante poderoso para checar como os estudantes compreenderam o tema, estimulando sua reflexão. A seção **Atividade prática** permite que os estudantes interajam concretamente com os materiais, possibilitando a melhor assimilação dos conceitos. As **Atividades** trazem situações-problema muitas vezes relacionadas com o cotidiano, possibilitando avaliar a assimilação dos conceitos. As **Atividades finais** trazem exercícios que permitem, novamente, checar a compreensão de todos.

Portanto, é fundamental que você estimule a participação ativa dos estudantes em todas as etapas desse processo, ouvindo suas respostas, estimulando o diálogo entre eles e a troca de pontos de vista, por isso a sugestão de, quando possível, os estudantes trabalharem em grupos. A relação entre os pares possibilita grande desenvolvimento intelectual. Ao identificar problemas ou confusões conceituais, aproveite para mostrar a maneira correta de lidar com a situação. As dúvidas devem sempre ser valorizadas e servir como instrumento de aprendizagem para o grupo. Todas essas etapas do processo devem compor a avaliação final do estudante.

A produção individual de cada estudante também deve ser levada em consideração de diferentes maneiras, contemplando, inclusive, a aplicação de provas, que serão analisadas e comentadas após sua realização. Assim, mais uma vez, favorecemos a reflexão sobre os temas discutidos. É importante, na elaboração de itens, que se estabeleçam os conceitos básicos e as habilidades que serão trabalhadas; que haja uma contextualização e que ela seja real; que haja diferentes tipos de itens; que os enunciados sejam claros, objetivos e sucintos, evitando confusões em sua interpretação e, se forem de múltipla escolha, que haja bons distratores, para identificar quais conceitos não foram compreendidos adequadamente. Há ainda a possibilidade de uma autoavaliação, tanto de estudantes como de professores, para perceberem como cada um seguiu seu caminho nas discussões sobre o tema, buscando estimular a reflexão.

Bibliografia complementar

- BORGES, J. F. M. *Física do cotidiano*. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

  Livro com diversas situações do cotidiano explicadas pela Física.

MODERNA

- CADERNO Brasileiro de Ensino de Física. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>. Acesso em: 1º jul. 2020.
  Site que realiza trabalhos ligados à sala de aula, pesquisas e experimentos didáticos.
- CARVALHO, R. P. *Física do dia a dia*. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2011. v. 2.
- CARVALHO, R. P. *Física do dia a dia*. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013. v. 1.
- CARVALHO, R. P.; CARVALHO, A. P. *Uma casa na visão da Física*. Belo Horizonte: Autêntica, 2017.
- CARVALHO, R. P.; GUTIÉRREZ, J. C. H. *O automóvel na visão da Física*. 1. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013.
  Quatro livros com diversas situações do cotidiano explicadas pela Física.
- FÍSICA na escola. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/>. Acesso em: 1º jul. 2020.
  Site que realiza trabalhos ligados à sala de aula, pesquisas e experimentos didáticos. Acesso em: 1º jul. 2020.
- FÍSICA na prática. Disponível em: <https://www.youtube.com/c/FisicanaPratica>. Acesso em: 1º jul. 2020.
  Canal com diversos experimentos para sala de aula.
- GASPAR, A. *Problemas conceituais de Física para o Ensino Médio*. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2018.
  Livro com 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*. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2016.
  Livro sobre diversas situações do cotidiano explicadas pela Física.
- JÚNIOR, G. D. D. C. *Aula de Física*: do planejamento à avaliação. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
  Livro com proposta completa para aulas de Física, desde o planejamento até a avaliação.
- MIGLIAVACCA, A.; WITTE, G. *A Física na cozinha*. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2014.
  Mais um livro com diversas situações do cotidiano explicadas pela Física.
- NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de Física básica*. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002. v. 2.
  Livro com fortes referências teóricas sobre Física.
- REVISTA Brasileira do Ensino de Física. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/>. Acesso em: 1º jul. 2020.
  Site que realiza trabalhos ligados à sala de aula, pesquisas e experimentos didáticos. Acesso em: 1º jul. 2020.
- REVISTA do Professor de Física. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/index>. Acesso em: 1º jul. 2020.
  Site que realiza trabalhos ligados à sala de aula, pesquisas e experimentos didáticos. Acesso em: 1º jul. 2020.
- 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.
  Livro com diversos experimentos de Física de baixo custo.
- WALKER, J. O *circo voador da Física*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.
  Outro livro com diversas situações do cotidiano explicadas pela Física.

Resoluções

Atividades (p. 40)

1. A bexiga não estoura porque a força que ela exerce sobre os pregos (força que é aplicada pelo professor) é dividida sobre os vários pregos. Assim, a pressão exercida por cada prego é muito reduzida, insuficiente para romper o balão.

2. A intensidade da força $\vec{F}$ que o livro exerce sobre a mesa equivale à intensidade da força peso sobre o livro. Sabemos que $p = \frac{F}{A}$ e que a pressão exercida pelo livro quando apoiado sobre sua maior face é igual a p. Como a área da maior face é dada por $A = 3a \cdot 2a = 6a^2$, podemos calcular a intensidade da força F que o livro exerce sobre a superfície:
   $$p = \frac{F}{A} \Rightarrow p = \frac{F}{6a^2} \Rightarrow F = 6pa^2$$
   A maior pressão que o livro pode exercer sobre a mesa ocorre quando ele está apoiado sobre sua menor face. Como a área da menor face é dada por $2a \cdot a = 2a^2$, temos:
   $$p = \frac{F}{A} \Rightarrow p' = \frac{6pa^2}{2a^2} \Rightarrow p' = 3p$$
   Observe que a maior pressão exercida pelo livro sobre a mesa ocorre quando ele está apoiado sobre a face de menor área.
   Reforce que a força aplicada é a mesma em todos os casos e que a pressão varia de acordo com a área da superfície do livro em contato com a mesa.

3. Quanto menor a área de contato dos pneus (no caso, os pneus da bicicleta), maior a pressão necessária especificada para calibrá-los. No automóvel, levando em conta somente o fator área, deve-se considerar uma característica óbvia: são quatro pneus, sendo que eles são mais largos que os da bicicleta. Portanto, a calibragem nos automóveis é menor. Reforce, novamente, a relação entre pressão e área. Para maiores detalhes, leia o trabalho disponível em: <https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe_Goulart/Material_de_Apoio/Artigos%20Extras/Fisica%20dos%20Pneus.pdf>. Acesso em: 1º jul. 2020.

4. A intensidade da força $\vec{F}$ que a pessoa exerce sobre as telhas é igual ao seu peso ($F = 800$ N).

MODERNA

a) Área de contato: $A = 1{,}2\ m^2$

$p = \frac{F}{A} = \frac{800}{1{,}2} \therefore p \simeq 666\ m^2$

Logo, as telhas não quebram.

b) Área de contato: $A = 400\ cm^2 = 0{,}04\ m^2$

$p = \frac{F}{A} = \frac{800}{0{,}04} \therefore p \simeq 2\ 10^4\ m^2$. Logo, as telhas não quebram.

c) Área de contato: $A = 180\ cm^2 = 0{,}018\ m^2$

$p = \frac{F}{A} = \frac{800}{0{,}04} \therefore p \simeq 4{,}4\ 10^4\ m^2$. Logo, as telhas quebram.

Chame a atenção novamente para o fato de a força exercida ser a mesma, mas como a área da superfície de contato mudou, a pressão também mudou.

Interligações (p. 43)

1. Afirmação II. Pela observação do gráfico podemos tirar essa conclusão. Além disso, para a mesma vazão de um fluido, quanto maior for a área de secção transversal, menor será sua velocidade de escoamento.
2. A hipertensão arterial ou pressão alta é uma doença crônica caracterizada pelos níveis elevados da pressão sanguínea nas artérias. Hábitos saudáveis como uma alimentação balanceada e a prática de esportes podem ajudar a evitá-la.

   Reforce com os estudantes a necessidade de uma alimentação com menos sal, açúcar e carne vermelha para manter a pressão arterial em níveis mais baixos.

Atividades (p. 44)

1. **cmHg** (centímetro de mercúrio): é uma unidade de pressão fora do SI e é definida como uma pressão exercida na base de uma coluna de mercúrio com 1 cm de altura.

   pascal (1 Pa = 10^5 N/m² = 1 kgf/cm²): medido em newton por metro quadrado. Medidas de pressão utilizadas pelo SI para descrever a pressão de gases e líquidos.

   bar: pode ser usado para medir a pressão atmosférica, mas também é bastante utilizado para medir a pressão de sistemas hidráulicos e pneumáticos.

   psi (libra-força por polegada quadrada): unidade utilizada na calibragem da pressão de pneus.

   Comente que essa tabela pode ser usada toda vez que for necessária uma conversão de unidades de pressão.
2. Sendo 76 cmHg a pressão atmosférica ao nível do mar, e considerando que 100 m de altitude equivalem à diminuição de 1 cm de Hg, a pressão nessa cidade será de: 76 cmHg − 7 cmHg = 69 cmHg.

   Comente que a pressão atmosférica diminui com o aumento da altitude.
3. O peso do saco de arroz será de:

   $P_s = mg \Rightarrow P_s = 5 \cdot 10 \therefore P_s = 50$ N.

   Para obter uma pressão equivalente com uma quantidade de x sacos, temos:

   $\frac{xP_s}{4} = 100.000 \Rightarrow \frac{xP_s}{4} = 10^5 \Rightarrow 50x = 4 \cdot 10^5 \Rightarrow$

   $\Rightarrow x = \frac{4 \cdot 10^5}{50} \Rightarrow x = 8.000$ sacos

   Comente que o valor da pressão atmosférica ao nível do mar é bastante elevado.
4. Sendo 76 cmHg a pressão atmosférica ao nível do mar, a pressão numa cidade a 400 m de altitude (diminuição de 4 cmHg) será:

   76 cmHg − 4 cmHg = 72 cmHg

   Em libras/pol² (psi), a pressão é:

Pressão (cmHg)		Pressão (psi)
76	_____	14
72	_____	x

   Logo: $x = 13{,}3$ psi

   Assim: $\frac{p_{pneu}}{p_{at}} = \frac{32\ psi}{13{,}3\ psi} = 2{,}4$

   Chame a atenção para a necessidade da conversão de unidades e os cuidados que devem ser tomados com os cálculos.

Interligações (p. 47)

Considerando a fração imersa como f_i, temos:

$f_i = \frac{d_{Al}}{d_H} \cdot 100\% = \frac{2{,}7}{13{,}6} \cdot 100\%$

$\therefore f_i = 19{,}8\%$

Atividades (p. 48)

1. A pressão máxima suportada pelo aparelho pode ser separada em duas parcelas: uma relativa à pressão atmosférica, igual a 1 atm, e a outra relativa à coluna de água, ou seja, 24 atm. Lembrando a relação de 10 m de profundidade para cada acréscimo de 1 atm na pressão, podemos afirmar que, sem perder a precisão, o aparelho poderá atingir a profundidade de: 24 · 10 m = 240 m.

   Chame a atenção para a necessidade de se levar em consideração a pressão atmosférica.
2. Como a pressão hidrostática é a mesma, podemos escrever $d_A g h_A = d_B g h_B$.

   Sendo: $h_B = m$ e $h_A = n$, ficamos com:

   $d_A n = d_B m \Rightarrow \frac{m}{n} = \frac{d_A}{d_B}$

   Sendo $d_A m \Rightarrow \frac{m}{n} = \frac{d_A}{d_B}$

   Sendo $d_A = 1$ g/cm³ e $d_B = 2$ g/cm³, temos: $\frac{m}{n} = \frac{1}{2}$

   Reforce que líquidos menos densos precisam de colunas maiores para exercerem a mesma pressão e que essa relação é de proporcionalidade inversa.
3. A pressão num ponto localizado na base na coluna de mercúrio é igual à pressão atmosférica. Portanto: $p = dgh$.

   $p_{atm} = 10^5$ N/m²; $g = 10$ m/s²;

   densidade do líquido = 3.400 kg/m³

MODERNA

Assim: $10^5 = 3.400 \cdot 10 \cdot h \therefore h = 2{,}94$ m.

Chame a atenção, mais uma vez, para a necessidade de se levar em consideração a pressão atmosférica.

4. Ocorre devido à diferença entre a pressão interna e externa do avião. Conforme o avião sobe, a pressão externa diminui, logo, é injetado ar em seu interior para que a pressão seja mantida próxima ou igual à pressão atmosférica encontrada à altura do solo, garantindo a respiração adequada de passageiros e tripulação. Como a pressão do lado de dentro fica maior do que a do lado de fora, a tendência é que os corpos sejam expulsos de dentro do avião.

Comente que a tendência dos corpos é a de se movimentar da região de maior para a de menor pressão.

Atividades

(p. 50)

1. Como o cubo está em equilíbrio, a resultante das forças que atuam sobre ele é nula. Assim, o empuxo do líquido sobre o corpo deve ter intensidade igual à da força peso que atua sobre ele ($E = P$).

$E = P \Rightarrow d_{líq.} \cdot V_{deslocado} \cdot g = m_c \cdot g \Rightarrow$

$\Rightarrow d_{líq.} \cdot V_{deslocado} = m_c \Rightarrow d_{líq.} \cdot V_{deslocado} = d_c V_c \Rightarrow$

$\Rightarrow 1 \cdot 0{,}6 \cdot 400 = d_c \cdot 400 \Rightarrow$

$\Rightarrow d_c = 1 \cdot 0{,}6 \therefore d_c = 0{,}6$ g/cm³

Como o cubo de plástico é homogêneo, sua densidade tem o mesmo valor da massa específica do plástico.

Observe que, se 60% do corpo está imerso em água ($d = 1$ g/cm³), então a densidade do cubo corresponde a 60% da densidade da água, ou seja:

$d_c = 0{,}6$ g/cm³

Chame a atenção para o fato de o volume de líquido deslocado ser igual ao volume do corpo que está submerso, e não o volume total dele.

2. a) $\frac{d_{madeira}}{d_{água}} = \frac{0{,}85}{1{,}0} = 0{,}85$. A fração é 0,85, ou seja, 85% do volume do bloco.

b) $\frac{d_{madeira}}{d_{gasolina}} = \frac{0{,}85}{0{,}7} = 1{,}2$. O resultado é 1,2. Portanto, o corpo imerge na gasolina.

c) $\frac{d_{madeira}}{d_{óleo}} = \frac{0{,}85}{0{,}9} = 0{,}94$. A fração é 0,94, ou seja, 94% do volume do bloco.

Destaque a facilidade do cálculo da fração imersa para determinar esse percentual.

3. No SI:

$d_{alumínio} = 2.700$ kg/m³; $V_{alumínio} = 5 \cdot 10^{-4}$ m³;

$m_{alumínio} = d_{alumínio} \cdot V_{alumínio} = 2.700$ kg/m³ $\cdot\, 5 \cdot 10^{-4}$ m³ $=$

$= 1{,}35$ kg;

$P_{alumínio} = 13{,}5$ N; $d_{água} = 1.000$ kg/m³;

$d_{gasolina} = 700$ kg/m³

a) Como o alumínio afunda completamente, pois sua densidade é maior que a da água, o empuxo que age sobre o pedaço de alumínio colocado na água é:

$E = d_{água} \cdot V_{deslocado} \cdot g \Rightarrow E = 1.000 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 10$

$\therefore E = 5$ N

b) O empuxo que age sobre o pedaço de alumínio colocado na gasolina é:

$E = d_{gasolina} \cdot V_{deslocado} \cdot g \Rightarrow E = 700 \cdot 5 \cdot 10^{-4}$

$\therefore E = 3{,}5$ N

Como a densidade do alumínio é maior que a dos dois líquidos, o corpo afunda. Note que o peso do pedaço de alumínio é maior que o empuxo exercido sobre ele quando colocado nos dois líquidos, estabelecendo uma resultante para baixo, que fará o corpo afundar. Por isso, corpos de materiais mais densos afundam nos menos densos. Destaque novamente que o empuxo depende da densidade do líquido, e não do corpo.

4. a) No equilíbrio, o empuxo do líquido sobre o corpo deve ter intensidade igual à da força peso que atua sobre ele:

$E = P \Rightarrow d_{líq.} \cdot V_{imerso} \cdot g = m_{cortiça} \cdot g \Rightarrow$

$\Rightarrow d_{líq.} \cdot V_{imerso} = m_{cortiça}$

Sendo V o volume da cortiça, podemos escrever sua massa em função de V e de sua densidade:

$m_{cortiça} = d_{cortiça} \cdot V = 0{,}3\,V$.

Assim, $d_{líq.} \cdot V_{imerso} = d_{cortiça} \cdot V \Rightarrow 0{,}9 \cdot V_{imerso} = 0{,}3 \cdot V \Rightarrow$

$\Rightarrow V_{imerso} = 0{,}3 \cdot \frac{V}{9} = \frac{V}{3}$

O volume de cortiça imerso corresponde a $\frac{1}{3}$ do volume total da peça. Então, $\frac{2}{3}$ (aproximadamente 66%) do volume total da cortiça estão acima da linha da água.

b) Sabendo que $d_{líq.} = 900$ kg/m³, o valor do empuxo que o líquido exerce sobre a cortiça é:

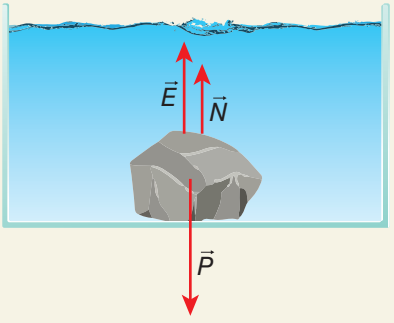
$E = d_{líq.} \cdot V_{imerso} \cdot g = 900 \cdot \frac{1}{3} V \cdot g \Rightarrow E = 300 \cdot V \cdot g \Rightarrow$

$\Rightarrow E = 300 \cdot 0{,}01 \cdot 10 \therefore E = 30$ N

Destaque a fração da rolha que está imersa no líquido.

5. As forças que atuam sobre a pedra são seu peso, a força normal exercida pelo fundo do aquário e o empuxo.

NELSON MATSUDA



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Como a pedra está em equilíbrio, a resultante dessas forças deve ser nula. Então:

$P = E + N \Rightarrow N = P - E \Rightarrow$

$\Rightarrow N = m_{pedra} \cdot g - d_{líq.} \cdot V_{deslocado} \cdot g \Rightarrow$

$\Rightarrow N = V_{pedra} \cdot d_{pedra} \cdot g - d_{líq.} \cdot V_{deslocado} \cdot g$

O volume de líquido deslocado é igual ao volume da pedra. No SI, temos:

$V_{deslocado} = V_{pedra} = 2 \cdot 10^{-4}$ m³; $d_{pedra} = 5.600$ kg/m³

MODERNA

Assim:

$N = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 5.600 \cdot 10 - 1.000 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 10$

$\therefore N = 9{,}2\ N$

A intensidade da força que a pedra exerce sobre o fundo do aquário é igual à força que o fundo do aquário exerce sobre ela; portanto, 9,2 N.

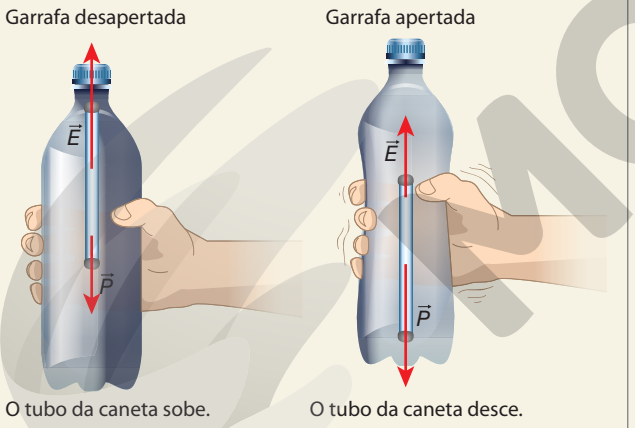
Enfatize que a pedra, ao atingir o fundo do aquário, trocará com ele uma normal. Comente que, quando carregamos algum objeto dentro da água, esse objeto parece mais leve porque o empuxo diminui a normal trocada entre o corpo e nossa mão e ela não tem mais a mesma intensidade do peso, o que acontece quando o objeto está fora da água.

ATIVIDADE PRÁTICA (p. 52)

1. Ao apertar a garrafa, a caneta afunda. Soltando a garrafa, ela retorna para cima. A explicação para isso está relacionada à densidade da caneta. Quando ela é maior que a da água, a intensidade da força de empuxo é menor que a da força peso e a caneta afunda. Quando a densidade da água é maior que a da caneta, o empuxo sobre a caneta tem intensidade maior que o peso e, assim, a caneta sobe. Essa modificação na densidade ocorre por causa do furo no tubo da caneta. Quando apertamos a garrafa, a pressão sobre o líquido faz a água entrar no tubo da caneta, modificando sua densidade. Quando soltamos, a pressão diminui e a água sai do tubo, alterando, novamente, sua densidade.

   Destaque essa alteração na densidade do tubo da caneta e no empuxo sobre ela.

2.



NELSON MATSUDA

(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

   Chame a atenção para a diferença no tamanho dos vetores, representando sua intensidade.

3. O submarino tem compartimentos (tanques de lastro) que são inundados de água ou esvaziados por meio de um sistema de bombas, o que faz com que a densidade do submarino seja alterada, modificando as forças que atuam sobre ele. Assim, esvaziando os tanques de lastro, o submarino emerge, pois o empuxo é maior que o peso; enchendo esses tanques, ele submerge até a profundidade desejada. No caso do nosso "submarino caseiro", os tanques de lastro correspondem ao tubo vazio da caneta, e a função do sistema de bombas se dá ao apertar ou desapertar a garrafa, modificando a pressão do líquido em seu interior.

   É importante destacar que, enquanto o submarino está completamente submerso, o empuxo sobre ele permanece o mesmo. Essa força só diminui quando o submarino começa a emergir.

Interligações (p. 53)

Resposta pessoal. No caso dos sistemas gasosos, a temperatura e a pressão estão ligadas diretamente. Quando a temperatura de um gás aumenta, caso esse gás esteja preso dentro de um recipiente, sua pressão irá aumentar, conforme diz a teoria cinética dos gases.

Interligações (p. 57)

Resposta pessoal. Existem diversas normas relacionadas à utilização do gás GLP que costuma ser vendido em botijões, porque ele é um produto inflamável e que requer muitos cuidados. O botijão tem um plugue fusível que derrete quando exposto a altas temperaturas, impedindo que exploda. Todo botijão deve ser vendido com lacre de segurança e com etiqueta de instruções. Em relação à utilização, nunca deixe o botijão deitado, para evitar dano ao regulador de pressão ou mangueira. O botijão deve sempre permanecer em ambiente ventilado, nunca em local fechado, sempre longe de tomadas ou interruptores, e se possível deve ficar sempre instalado do lado de fora da cozinha.

Atividades (p. 58)

1. Em um dia quente, as moléculas do desodorante têm alta energia cinética. A colisão dessas moléculas com as paredes da embalagem gera uma pressão interna elevada no conjunto. Num dia frio, as moléculas estão menos agitadas, o que causa um menor número de colisões entre as moléculas e as paredes do recipiente; portanto, a pressão interna é menor. A diferença entre a pressão interna e a pressão atmosférica faz a embalagem murchar até que a pressão interna se equilibre com a pressão externa.

2. **a)** À medida que o balão é conduzido da superfície até os 10 m de profundidade, seu volume diminui substancialmente por causa do aumento da pressão que a água exerce sobre ele. Considerando que a temperatura se manteve constante, da lei geral dos gases ideais, temos: $p_0 \cdot V_0 = p_f \cdot V_f$. Assim, com o aumento substancial da pressão, o volume deve ser diminuído, para que a relação $p \cdot V$ seja mantida constante.

   b) Considerando que a pressão se manteve constante, porque a temperatura da água aumenta subitamente, pela lei geral dos gases ideais, temos:

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_f}{T_f}$$

MODELO

Quando o balão adentra a região com temperatura mais alta, seu volume aumenta.

3. Lembrando que a pressão atmosférica ao nível do mar é 1 atm e que, submetida a essa pressão, a água ferve a 100 °C, a panela de pressão cozinha mais rapidamente os alimentos porque a temperatura da água no seu interior ultrapassa os 100 °C, atingindo aproximadamente 120 °C. Como a panela de pressão é totalmente fechada, o vapor de água que vai se formando não consegue se dispersar e a pressão interna da panela aumenta: torna-se maior que a pressão atmosférica. O aumento da pressão faz com que a água no interior da panela entre em ebulição a uma temperatura acima de 100 °C. A pressão do vapor de água, porém, aumenta até certo limite.

Superado esse limite, ela se torna suficientemente elevada para que o vapor levante o pino da válvula central e comece a sair da panela. A partir desse momento, a pressão do vapor se estabiliza, porque é controlada pelo escapamento através da válvula. Em consequência, a temperatura no interior da panela também não aumenta mais. A lata deve ser colocada em água fria antes de ser aberta, pois, devido à pressão interna, ela pode estourar se for aberta muito quente.

Destaque o princípio de funcionamento da panela de pressão detalhadamente.

4. a) Considerando constante o volume do ar contido na bola, o aumento de temperatura implica o aumento de pressão, de acordo com a lei de Charles para transformações a volume constante.

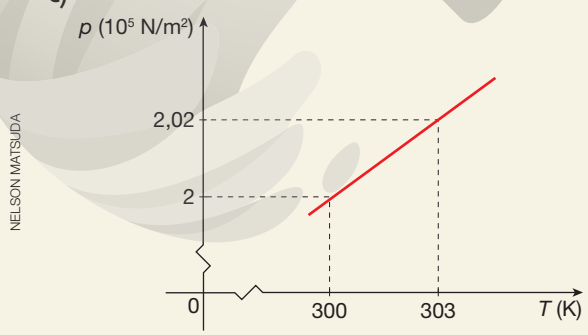
b) Dados: $p_A = 2 \cdot 10^5$ N/m²; $T_A = 27$ °C $= 300$ K; $T_B = 30$ °C $= 303$ K, temos:

$$\frac{p_A}{T_A} = \frac{p_B}{T_B} \Rightarrow \frac{2 \cdot 10^5}{300} = \frac{p_B}{303} \Rightarrow p_B = \frac{303 \cdot 2 \cdot 10^5}{300}$$

$$\therefore p_B = 2{,}02 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

Constata-se, portanto, que o aumento de 3 K em relação aos 300 K iniciais corresponde a 1%, o que implica aumento de mesma ordem na pressão inicial, que passa de $2 \cdot 10^5$ N/m² para $2{,}02 \cdot 10^5$ N/m².

c)



NELSON MATSUDA

5. a) A forma hiperbólica da curva do gráfico $p \cdot V$ revela uma transformação isotérmica, na qual pressão e volume do gás são grandezas inversamente proporcionais.

b) Na condição representada no gráfico, temos:

$p_A \cdot V_A = p_B \cdot V_B \Rightarrow 1{,}5 \cdot 10 = 0{,}3 \cdot V_B \therefore V_B = 50$ L

O volume do gás no estado B é o volume total dos recipientes I e II. O volume do recipiente II é, portanto:

$V_{II} = 50 - 10 \therefore V_{II} = 40$ L

c) Se o volume disponível fosse a metade do volume total, o novo volume seria 25 L. Na condição apresentada no gráfico, temos:

$p_A \cdot V_A = p_C \cdot V_C \Rightarrow 1{,}5 \cdot 10 = p_C \cdot 25 \therefore p_C = 0{,}6$ atm

Chame a atenção para a forma do gráfico da transformação isotérmica. Comente que o gráfico se chama isoterma e que, quanto maior for a temperatura em que a transformação ocorre, a isoterma fica mais afastada da origem do plano cartesiano.

6. a) De acordo com o enunciado, à medida que a temperatura da massa gasosa se eleva, o volume dessa massa também aumenta. Como o êmbolo se movimenta sem atrito, pode-se inferir que a pressão do gás permanece constante, caracterizando uma transformação isobárica.

Comente que a pressão sobre o gás é exercida pela atmosfera e pelo êmbolo, permanecendo sempre igual durante todo o processo.

b) A temperatura inicial do gás, de 300 K, aumentou para 350 K, variando, portanto, 16,7%, conforme o cálculo:

Temperatura (K)		Percentual
300	———	100%
350	———	x%

$\therefore x \simeq 116{,}7\%$

A variação percentual do volume do gás também será igual a 16,7%, pois, em uma transformação isobárica, o volume se mantém diretamente proporcional à temperatura absoluta.

ATIVIDADES FINAIS (p. 60)

1. Alternativa **c**. A pressão está associada ao desnível entre a superfície livre do líquido na caixa d'água e o cano, que é dado por h_3.

2. Alternativa **b**. Quando a válvula de descarga é pressionada, entra determinado volume de água no vaso sanitário. Se a pessoa apertar outras vezes, não haverá entrada de água enquanto o reservatório não for reposto.

3. Alternativa **b**. Como $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \Rightarrow p \cdot V = 2p \cdot V_2 \Rightarrow$ $\Rightarrow V_2 = \frac{v}{2}$. Supondo $d = \frac{m}{V}$ a densidade do gás na situação inicial, então a densidade do gás na nova situação é:

$$d_2 = \frac{m}{v_2} = \frac{m}{\frac{v}{2}} = \frac{2m}{v} = 2d$$

4. Alternativa **b**. A questão pode ser resolvida diretamente pela lei geral do modo que ela foi apresentada no livro.

MODERNA

Capítulo 3

Gases e cálculos químicos: importância para a vida

Professor indicado

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

BNCC – competências e habilidades trabalhadas

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

Competência geral	Justificativa	Página
1	O capítulo 3 introduz e desenvolve os conceitos de mol, massa molar, cálculos estequiométricos, concentração e a construção histórica da lei volumétrica de Gay-Lussac e do princípio de Avogadro, auxiliando os estudantes a valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos, além de associar esses conceitos a temas como a respiração humana e os impactos socioambientais relacionados as ações antropogênicas, colaborando para a compreensão da realidade.	67, 68, 69, 70, 77, 78, 79, 80 e 81
2	Na **Atividade prática – Influência da temperatura na solubilidade de gases em líquidos**, os estudantes são incentivados a utilizar procedimentos do método científico como a observação, a reflexão e a análise dos dados experimentais obtidos para formular uma hipótese e explicar a influência da temperatura na solubilidade dos gases. O capítulo também apresenta outras atividades que propõem aos estudantes a análise crítica de informações, a investigação de causas, a elaboração de hipóteses e propostas de soluções para diferentes problemas. Na seção **Interligações – Trocas gasosas na respiração**, os estudantes podem exercitar a curiosidade intelectual ao aplicar o conhecimento científico exposto no texto para solucionar as atividades.	64, 67, 73, 76, 77, 78, 82 e 83
4	Na seção **Comunicando ideias**, os estudantes são convidados a compartilhar o resultado de suas pesquisas sobre o saneamento básico da região em que vivem, por diferentes meios, com a adequação textual ao meio escolhido, de modo que possam expressar suas ideias e sentimentos de acordo com a experiência vivida durante a atividade, contextualizando a realidade dos locais visitados e explicando-a para que os outros estudantes compreendam os diversos cenários que existem dentro de um mesmo tema. O capítulo também apresenta outras atividades que incentivam os estudantes a se comunicarem por meio de diferentes linguagens para expressar e/ou divulgar o conhecimento científico.	67, 80 e 83
7	Em algumas atividades, os estudantes são levados a apresentar argumentos e defender ideias, considerando dados e informações confiáveis, como na atividade 3 (página 67) da seção **Atividades**, em que produzem o conteúdo de um telejornal para a divulgação de informações sobre soluções para a redução da emissão de monóxido de carbono. Nesse contexto, ao selecionar as informações a serem divulgadas, os estudantes têm a oportunidade de se posicionar eticamente e defender ideias que promovam a consciência socioambiental.	67, 73 e 80

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
1	EM13CNT101	A atividade 3 (página 67) da seção **Atividades** possibilita aos estudantes a análise de processos de transformação da matéria que contribuem para a redução da emissão de monóxido de carbono na atmosfera e representá-los de maneira adequada na divulgação científica realizada por meio de um telejornal. O capítulo apresenta outras atividades nas quais os estudantes aplicam o conhecimento científico para analisar, representar e fazer previsões que envolvem as transformações da matéria.	67, 76 e 78
	EM13CNT104	Na seção **Comunicando ideias** os estudantes terão a oportunidade de avaliar o impacto ambiental do descarte inadequado de resíduos industriais, muitas vezes tóxicos, e da falta de acesso da população ao tratamento de esgoto, e discutir como o aumento das temperaturas médias na superfície terrestre decorrente do aquecimento global potencializa os problemas causados pelo lançamento de esgotos em cursos de água sem prévio tratamento.	80

continua

continuação

	EM13CNT105	Ao realizar a atividade 3 (página 82) da seção **Atividades**, os estudantes podem refletir e propor soluções para o descarte de resíduos industriais nos rios, considerando os riscos desse descarte à qualidade das águas e à vida aquática; ao fazer a atividade 2 (página 83) da seção **Atividades finais**, podem avaliar os efeitos do lançamento de ácido sulfúrico realizado por atividades humanas nos ciclos biogeoquímicos e promover o desenvolvimento da consciência individual e coletiva sobre o descarte adequado desse tipo de substância.	82 e 83
2	EM13CNT207	Ao realizar a questão 1 proposta na seção **Atividades finais**, os estudantes são levados a discutir a questão dos riscos de dirigir após ingerir bebidas alcoólicas e debater sobre as causas e consequências desse tipo de atitude.	83
3	EM13CNT301	Ao realizar a **Atividade prática – Influência da temperatura na solubilidade de gases em líquidos**, os estudantes terão a oportunidade de elaborar hipóteses e interpretar os resultados experimentais para construir suas conclusões. O capítulo também apresenta outras atividades nas quais os estudantes podem analisar informações e dados sob uma perspectiva científica, para elaborar previsões e estimativas sobre diferentes situações-problema.	64, 73, 77 e 78
	EM13CNT302	A atividade proposta na seção **Comunicando ideias** permite que os estudantes pesquisem, reflitam, compartilhem as informações com os colegas e elaborem um material para ser divulgado à comunidade para promover o debate e esclarecer a situação de coleta e tratamento de esgoto na região.	80
	EM13CNT306	A questão 8 proposta na seção **Atividades** oportuniza aos estudantes a análise dos riscos socioambientais associados à soltura de balões em festas juninas para justificar sua proibição.	73
	EM13CNT309	A atividade 3 proposta na seção **Atividades** permite aos estudantes pesquisar, discutir e selecionar informações sobre recursos alternativos que contribuam para a redução da emissão de poluentes atmosféricos.	67
	EM13CNT310	A proposta da seção **Comunicando ideias** leva os estudantes a pesquisar sobre os programas de infraestrutura de sua região, investigando regiões em que o esgoto não é tratado, descrevendo os prejuízos e refletindo sobre possíveis providências a serem tomadas para solução do problema e compartilhando com os colegas e a comunidade.	80

Competências específicas 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.	A seção **Comunicando ideias** aborda como a problemática da falta de saneamento básico relaciona-se com diversos problemas ambientais além da poluição e permite que os estudantes se posicionem criticamente em relação a essa temática.	80
3. Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem e promovam a consciência, a ética socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.	A atividade 1 (página 67), da seçao **Atividades** permite aos estudantes que avaliem diferentes modais de transporte em relação ao seu impacto na poluição atmosférica, promovendo a consciência socioambiental. No **Comunicando ideias** se discutem impactos ambientais na vida aquática causados pelo lançamento de esgoto não tratado em corpos de água.	67 e 80

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

No estudo deste capítulo é importante que os estudantes tenham familiaridade com **proporções e operações matemáticas com potência de 10**, conhecimentos de **notação científica**, **Leis de Lavoisier e Proust**, saibam o conceito de **solução**, diferenciem **molécula**, **átomo**, **elemento**, **substância** e tenham noções da **relação entre as massas das partículas subatômicas**: próton, nêutron e elétron. Além disso, espera-se que eles identifiquem **transformações químicas e físicas** e saibam realizar **cálculos estequiométricos** básicos.

A seguir, estão detalhadas as habilidades do Ensino Fundamental – anos finais tidas como conhecimento prévio, importantes para o aprendizado dos conteúdos abordados neste capítulo. Caso ache necessário ou identifique que os estudantes manifestam concepções alternativas, retome alguns conceitos que julgar mais pertinentes.

- **EF07CI12:** Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição.
- **EF07CI13:** Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro.

EDIÇÃO MODERNA

- **EF07CI14:** Justificar a importância da camada de ozônio para a vida na Terra, identificando os fatores que aumentam ou diminuem sua presença na atmosfera, e discutir propostas individuais e coletivas para sua preservação.
- **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, espera-se que o estudante seja capaz de:

- Compreender e aplicar o conceito de mol como unidade de quantidade de matéria, relacionando-o à constante de Avogadro.
- Utilizar o conceito de massa molar de um elemento químico e o de uma substância de fórmula conhecida para realizar cálculos simples como os que envolvem a quantidade de moléculas e a quantidade de átomos em uma amostra de uma substância.
- Compreender e aplicar o conceito de concentração das soluções em mol/L e g/L.
- Realizar cálculos estequiométricos simples usando os conceitos de massa molar, concentração, leis dos gases.
- Compreender a relação histórica entre a Lei de Gay-Lussac, a proposição do Princípio de Avogadro e construção da ideia de molécula.
- Empregar a lei dos gases ideais para realizar cálculos simples envolvendo variáveis de estado e comparações entre amostras gasosas diferentes.
- Relacionar a densidade absoluta de um gás (p, T) com sua massa molar e comparar densidades de gases diferentes.
- Compreender e aplicar os conceitos de pressão parcial e de pressão total em misturas gasosas.
- Compreender como as pressões parciais do dióxido de carbono e oxigênio determinam as trocas gasosas nos pulmões.
- Compreender e analisar em diferentes situações como a natureza da substância, a temperatura e a pressão influem na solubilidade de um gás em líquido.

Este capítulo tem por objetivo, do ponto de vista das Ciências da Natureza, que o estudante compreenda os conceitos básicos que envolvem o cálculo estequiométrico, a concentração das soluções, as propriedades dos gases e a solubilidade de um gás em líquido. Ao mesmo tempo, tais conhecimentos relacionam-se a questões fundamentais à vida, como é o caso da abordagem do teor de oxigênio dissolvido na água e a vida aquática. Vale relembrar que Meio Ambiente e Saúde e, portanto, a vida é um importante tema transversal que favorece a abordagem integrada de diferentes componentes curriculares

Sugestões metodológicas

Um cuidado que devemos ter ao iniciar o estudo desse capítulo é em relação à terminologia utilizada quando trabalhamos com os cálculos químicos.

Professores e estudantes do Ensino Médio costumam sofrer as consequências de uma série de desencontros quanto à terminologia empregada na área da Química. Em geral, não há preocupação com padronizações e decisões adotadas pelo Sistema Internacional de Unidades (SI) ou pela *International Union Pure and Applied Chemistry* (IUPAC). Essas informações, em geral, demoram a ser divulgadas e incorporadas por textos didáticos — e até mesmo por textos destinados ao nível superior. Por isso, vale fazer alguns esclarecimentos.

- **A unidade de quantidade de matéria** – O Sistema Internacional de Unidades (SI), desde 1971, considera o mol uma de suas unidades básicas, associada à grandeza **quantidade de matéria** (ou de substância). Essa unidade até pouco tempo atrás era assim definida pelo SI: "Mol é a quantidade de matéria de um sistema que contém tantas entidades elementares quantos são os átomos contidos em 0,012 kg de carbono 12".

Em 2017, a IUPAC trouxe novas recomendações na definição do conceito de mol:

"O mol, símbolo mol, é a unidade SI da quantidade de substância. Um mol contém exatamente $6{,}02214076 \cdot 10^{23}$ entidades elementares. Esse número é o valor numérico fixo da constante de Avogadro, N_A, quando expressa em mol^{-1}, e é chamado número de Avogadro. A quantidade de substância, símbolo n, de um sistema é uma medida do número de entidades elementares especificadas. Uma entidade elementar pode ser um átomo, uma molécula, um íon, um elétron, qualquer outra partícula ou grupo especificado de partículas."

> Essa recomendação pode ser encontrada em mais detalhes no artigo em inglês, disponível em: <https://www.degruyter.com/view/journals/pac/90/1/article-p175.xml#j_pac-2017-0106_ref_007>. Acesso em: 20 ago. 2020.

Para fins didáticos, vamos adotar a constante de Avogadro como sendo $6{,}02 \cdot 10^{23}$ entidades.

Assim, as entidades elementares que constam da definição variam de acordo com o sistema. Por exemplo, para 1 mol de água, as entidades elementares são moléculas; para 1 mol de carbono, são átomos; e para 1 mol de Na^+ são íons. E 1 mol de água ou de íons Na^+ contém $6{,}02 \cdot 10^{23}$ entidades.

- **Cuidados com a nomenclatura** – O número $6{,}02 \cdot 10^{23}$, que no passado era chamado de número de Avogadro, é agora denominado constante de Avogadro, sendo representado por N_A.

A massa da unidade de quantidade de matéria (um mol) de qualquer substância deve ser chamada somente de massa molar, sendo representada por M. No entanto, ainda ocorrem algumas confusões em razão do uso das formas antigas. E, embora isso seja cada vez mais raro, expressões impróprias ainda são empregadas como sinônimos para **massa molar**: mol, átomo-grama (massa molar de um elemento químico), molécula-grama (massa de 1 mol de moléculas), íon-grama (massa de 1 mol de íons), e assim por diante.

A quantidade de uma amostra é representada por n. Antigamente, n era chamado número de mol, expressão cujo uso é ainda bastante frequente, mesmo em exames elaborados por entidades vinculadas a universidades conceituadas. É importante, porém, evitar esse uso.

EM MODERNA

O Livro Verde da IUPAC (*IUPAC Green Book – Quantities, Units, and Symbols in Physical Chemistry*) – que aborda grandezas, unidades e símbolos utilizados no estudo da Físico-Química – recomenda utilizar apenas mol para designar a unidade de quantidade de matéria (ou substância), sem as formas plurais "mols" ou "moles", comuns antigamente.

Assim, temos, por exemplo:

- 1 mol de NaOH(aq)
- 2 mol de $Cl_2(g)$
- 0,5 mol de $H_2SO_4(aq)$

Nesta coleção, procuramos privilegiar os termos corretos; vale lembrar que os estudantes poderão encontrar termos em desuso em questões de exames de seleção, por exemplo. Sugerimos que em cada situação seja chamada a atenção da turma para a nomenclatura oficialmente adotada.

A concentração de uma solução expressa em mol/litro, antigamente chamada molaridade ou concentração molar, agora é chamada concentração em quantidade de matéria. Isso pode causar confusão entre os estudantes, uma vez que essa terminologia antiga ainda aparece em exames de seleção das universidades. No entanto, o termo molaridade caiu em desuso pois pode ser facilmente confundido com a grandeza *molalidade*.

- **Sobre as unidades de pressão** – A unidade de pressão do Sistema Internacional (SI) é o pascal, representado por Pa. Trata-se de unidade derivada das unidades de força (newton, N) e área (metro quadrado, m^2): 1 Pa = 1 N/m^2.

  Outras unidades de pressão bastante usadas são:
  - bar: 1 bar = 100.000 Pa
  - atmosfera: 1 atm = 101.325 Pa
  - milímetro de mercúrio ou torr: 1 mmHg ou 1 Torr
  - 1 atm = 760 Torr
- **CNTP e CPTP** – Ao longo das últimas décadas, muita confusão tem sido feita em relação aos valores associados à sigla CNTP – condições normais de temperatura e pressão (ou TPN – temperatura e pressão normais). Até 1982, a IUPAC não fazia distinção entre pressão normal e pressão padrão e, por isso, todas as publicações se referiam à pressão de 1 atm.

  Vale lembrar que a unidade atmosfera (atm) não pertence ao Sistema Internacional (SI). Considerando que a pressão relaciona o módulo da força peso com a área em que é exercida, a unidade de pressão deveria ser newton por metro quadrado. Em homenagem a Pascal, essa unidade de pressão foi chamada de pascal, cujo símbolo é Pa.

  A confusão se iniciou em 1982, quando a entidade recomendou um novo valor para a pressão padrão: 10^5 Pa ou 100 kPa.

  Durante a década de 1990, em suas publicações, a IUPAC apresentou as Condições Padrão de Temperatura e Pressão (CPTP), do inglês *Standard Temperature and Pressure* (STP).

  De acordo com recentes publicações da IUPAC (*Gold Book*. Disponível em: <http://goldbook.iupac.org>, acesso em: 21 ago. 2020), são feitas as distinções:

  CNTP:

  p = 101.325 Pa ou 1 atmosfera (1 atm)

  T = 273,15 K

  Nessas condições, o volume molar é 22,4 L.

  CPTP:

  p = 100.000 Pa

  T = 273,15 K

  Nessas condições, o volume molar é 22,7 L.

  Para evitar confusões, recomenda-se que, nas questões propostas aos estudantes, sejam explicitados os valores de p, T e volume molar.

Para começo de conversa (p. 61)

Inicie a aula questionando os estudantes sobre suas experiências com as práticas de natação e mergulho. Nesse momento, se julgar pertinente, traga informações sobre a origem das atividades do mergulho.

Dando sequência, discuta com os estudantes as questões propostas nessa seção e aproveite para fazer um levantamento de possíveis concepções alternativas que eles possam apresentar nesse momento.

Na primeira questão, espera-se que os estudantes respondam que subir rapidamente em mergulhos profundos pode provocar alterações no organismo (narcose por nitrogênio).

A partir das respostas da segunda pergunta, discuta com a turma como os estudos do século XIX envolvendo gases foram importantes para a sugestão da ideia de molécula.

Na terceira questão, talvez alguns estudantes respondam que se o balão fosse preenchido com ar seria necessário aquecê-lo para fazer com o que ele ascendesse, o que não é necessário ao utilizar gás hélio. Verifique se em suas explicações os estudantes utilizam conceitos como densidade.

Mol: uma unidade fundamental (p. 62)

Para iniciar a discussão desse tópico, divida os estudantes em grupos e forneça 3 amostras a cada grupo: uma contendo grãos de feijão, uma contendo grãos de arroz e uma contendo sal. Em seguida, faça o seguinte questionamento aos grupos: "Quantas unidades há na porção de feijão, na de arroz e na de sal? Seria possível estimar a quantidade de grãos de sal?"

Dê um tempo aos grupos para que pensem a respeito e aproveite para circular pela sala identificando as ideias e hipóteses levantadas.

Na sequência, utilize as ideias apresentadas pelos estudantes para levá-los a compreender a importância de existir uma grandeza que expresse essa quantidade de matéria (ou substâncias), que pode ser enorme.

Solicite aos estudantes que façam as atividades 1 e 2 da página 64 do **Livro do Estudante** e aproveite para avaliar se eles compreenderam os conceitos de mol e molécula.

Massa molar de elementos químicos e de substâncias (p. 64)

Apresente aos estudantes a tabela da atividade 3 da página 64 do **Livro do Estudante** e vá completando as informações com eles enquanto discute o conceito de massa molar dos elementos químicos e de substâncias.

Depois, se tiver acesso a uma balança com precisão de 0,001 g, solicite a alguns estudantes que meçam a massa de 1 mol de uma amostra específica previamente preparada (você poderá utilizar amostras de água, bicarbonato de sódio, sulfato

EXCLUSIVO

de cobre etc.). Aproveite esse momento para determinar com a turma a quantidade de substância em mol, a quantidade de moléculas e a quantidade de átomos em uma amostra de uma substância com fórmula química. Utilize essa atividade para sanar quaisquer dúvidas que os estudantes apresentarem quanto aos conceitos.

O mol e os cálculos envolvidos nas reações químicas (p. 65)

Recorde com os estudantes os conceitos já estudados sobre as leis de Lavoisier e de Proust. Em seguida, utilize a notícia apresentada sobre o tombamento de um caminhão com uma grande carga de ácido fluorídrico para que os estudantes compreendam a importância do mol como grandeza de quantidade de matéria (ou substância) na realização de cálculos químicos – nesse caso específico, envolvidos na reação de neutralização do ácido derramado.

É essencial nesse momento que, além de trabalhar com os estudantes os cálculos químicos, seja discutida também a questão ambiental envolvida na situação apresentada pela notícia. Discuta com eles a avaliação dos benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente do transporte de produtos químicos, considerando sempre a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles. Dessa forma, é possível desenvolver a habilidade EM13CNT104, que permitirá aos estudantes se posicionarem criticamente quanto aos cuidados envolvidos no transporte de produtos químicos e outros.

Sugestão de atividade complementar: o transporte de produtos perigosos

Se julgar pertinente, proponha aos estudantes que realizem uma pesquisa na internet sobre a porcentagem de acidentes envolvendo caminhões com cargas perigosas em seu estado.

São considerados produtos perigosos quaisquer materiais que possam representar riscos à saúde das pessoas, à segurança pública ou ao ambiente; muitas substâncias químicas se enquadram nessa categoria.

No Brasil, existe um conjunto de leis e normas que regulamenta o transporte de produtos perigosos por meio terrestre (rodovias e ferrovias), aéreo ou aquaviário. Entre as exigências dessa legislação estão um veículo adequado e em boas condições, documentos da carga, sua correta identificação no meio de transporte e até cursos específicos. Os condutores, por exemplo, precisam fazer o curso de Movimentação de Produtos Perigosos. Já aos operadores de terminais de cargas é recomendado o curso de Transporte Aéreo de Artigos Perigosos. Respeitar todas as exigências legais ajuda a prevenir inúmeros acidentes.

Questione os estudantes a respeito da importância de, ao transportar esse tipo de produtos, eles serem corretamente identificados por placas como estas:

ERICSON GUILHERME LUCIANO

Questione-os também e os faça refletir sobre a importância de que todos os profissionais envolvidos no transporte de produtos perigosos conheçam minimamente as características de diferentes substâncias químicas.

Concentração de uma solução (p. 66)

Para iniciar o estudo sobre o conceito de concentração, é possível utilizar uma atividade prática que envolve concentração de soluções. Essa abordagem possibilita aos estudantes refletir sobre uma situação do cotidiano antes de compreenderem o conceito. Para isso, leve para a sala de aula (ou laboratório):

- pacotes de suco em pó;
- béqueres ou copos de medida (usados em culinária) com marcações de volume;
- balança;
- água.

Comece questionando os estudantes quanto de suco em pó seria necessário para a produção de uma bebida saborosa. Anote no quadro as sugestões e, em seguida, proponha que, em grupos, eles façam os sucos conforme sugeriram, medindo a massa do suco em pó e o volume de água que será utilizado. É importante que cada grupo utilize uma quantidade diferente de suco em pó para a produção da bebida. Dê preferência a sucos em pó que já contenham açúcar ou adoçante e, se possível, incolores ou com a utilização de pouco corante, para que a coloração da bebida não influencie a opinião da turma. Peça aos estudantes que preencham uma tabela como a do exemplo a seguir:

Amostras	Massa de água (g)	Massa de suco sugerida (g)	Massa da bebida produzida	Concentração do suco
Grupo 1	//////////	//////////	//////////	//////////
Grupo 2	//////////	//////////	//////////	//////////
Grupo 3	//////////	//////////	//////////	//////////

Após a realização do experimento e a construção coletiva da tabela, discuta com os estudantes os aspectos observados, fazendo questionamentos como: "Qual dos sucos que vocês fizeram é o mais concentrado?", "Qual é a diferença entre um suco mais concentrado e um menos concentrado?". Nesse momento, é possível que eles associem a concentração à intensidade da coloração da solução. Peça-lhes que calculem para cada uma das amostras da tabela, quantos gramas de suco em pó estão dissolvidos por mililitro de solução. Discuta, então, a relação entre a massa do soluto e o respectivo volume de solvente e comente que a concentração determina certas propriedades da solução, como a intensidade da cor ou o sabor do suco.

Após essa discussão, dê exemplos de como a concentração de soluções faz parte do cotidiano das pessoas, como no consumo de alguma medicação, ou quando diluem hipoclorito de sódio em água para higienizar os alimentos. Peça aos estudantes que tentem definir o conceito de solução com suas próprias palavras e, enquanto eles expõem suas ideias, anote-as na lousa. Levando em consideração as ideias anotadas, auxilie-os a resumir o que a concentração de uma solução expressa.

MODELO

Concentração em quantidade de matéria por litro (mol/L) (p. 66)

Sugerimos esclarecer aos estudantes a forma adequada de expressar a concentração de uma solução. Nesse momento, mostre-lhes que ela também pode ser expressa em quantidade de matéria, sendo então expressa pela relação entre a quantidade de matéria e o volume da solução. Utilize o exemplo do preparo da solução de ácido sulfúrico e demonstre como é possível estabelecer a concentração em função da quantidade de matéria em uma solução.

Peça aos estudantes que respondam às atividades propostas na seção **Atividades** da página 67 do **Livro do Estudante**.

Sugestão de atividades complementares

- Concentração de soluções. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/concentration/latest/concentration_pt_BR.html>. Acesso em: 3 jul. 2020.
  Nesse *site* é possível fazer simulações de concentração de soluções e alterar parâmetros que influenciam na concentração final de uma solução.
- Determinação e quantificação de ácido ascórbico em produtos industrializados. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/41e9/c5e7e7ff06c4efdeb9b1721bfc8dc9fa6754.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2020.
  Esse artigo apresenta um experimento em que se identificou e comparou a quantidade de ácido ascórbico em comprimido vitamínico e em sucos de variados sabores industrializados para analisar a quantidade de vitamina C contida em cada um. Proporciona aos estudantes a aprendizagem significativa através da experimentação. O texto também traz todo o procedimento experimental realizado.

Atividades (p. 67)

Consulte as orientações para esta atividade nas *Sugestões metodológicas*.

Espera-se que na produção audiovisual sejam indicados: uso de catalisadores automotivos; uso de combustíveis mais limpos, como os biocombustíveis, e diminuição da frota de veículos movidos a gasolina ou diesel. Auxilie os estudantes nas pesquisas e na elaboração do telejornal.

Sugestões de fontes de pesquisa

- GAROFALO, D. Educomunicação: o que é e como usar na sua aula. *Nova Escola*, 13 ago. 2019. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/18177/educomunicacao-o-que-e-e-como-usar-na-sua-aula>.
- LOPES, R. M. Produção de telejornal como estímulo para o desenvolvimento da escrita, da oralidade e da expressão corporal. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/599/Lopes_Roselia_Morales.pdf?sequence=3>.
- BASSO, T. B. R. Telejornal da escola. Disponível em: <http://premioprofessoresdobrasil.mec.gov.br/images/pdf/relatos_2009/2009_ppb_tatiana_basso.pdf>.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Redução na emissão de poluentes pela frota brasileira é comemorado pelo Proconve. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/reducao-na-emissao-de-poluentes-pela-frota-brasileira-e-comemorado-pelo-proconve>.

  Acessos em: 10 abr. 2021.

Lei volumétrica de Gay-Lussac (p. 67)

Realize a leitura coletiva do texto, aproveitando a oportunidade para enfatizar a utilização dos conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade. Dessa maneira, estará desenvolvendo a *competência geral 1* da BNCC.

Princípio de Avogadro (p. 68)

Inicie a discussão apresentando aos estudantes a ilustração que representa as moléculas dos gases presente neste tópico do **Livro do Estudante**, destacando que, nas mesmas condições de pressão e temperatura, volumes iguais de diferentes gases contêm a mesma quantidade de moléculas. Explique que o objetivo de Avogadro com seus estudos era explicar os dados experimentais encontrados por Gay-Lussac, pois eles não condiziam com a teoria atômica de Dalton. Assim, Avogadro elaborou uma hipótese que conseguia explicar tais resultados.

Enfatize, nesse momento, que a Ciência está sempre em evolução e que os cientistas, ao elaborarem novas hipóteses, contribuem para a evolução do conhecimento científico da humanidade.

Lembre-se de que, além de saberem enunciar o princípio de Avogadro, é de fundamental importância que os estudantes reflitam a respeito das consequências desse princípio.

Volume molar de um gás (p. 70)

Explique aos estudantes que o princípio de Avogadro e a definição do volume molar dos gases nos permitem realizar diversos cálculos químicos.

Solicite aos estudantes que formem grupos e peça-lhes que realizem as atividades de 1 a 3 do **Livro do Estudante**. Circule pelos grupos e aproveite para sanar possíveis dúvidas.

Em seguida, realize a correção coletiva das atividades, tendo o cuidado de retomar os principais conceitos estudados para que os estudantes se apropriem dos conhecimentos adquiridos.

Sugestão de atividade complementar

- MÓL, G. S. *et al*. Constante de Avogadro – É simples determiná-la em sala de aula. *Química Nova na Escola*, maio 1996. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc03/exper.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2020.
  Este artigo apresenta uma atividade prática simples (eletrólise da água) que pode ser realizada com material de fácil obtenção usado para cálculo da constante de Avogadro.

Leis dos gases ideais (p. 71)

Inicie a aula retomando alguns conceitos estudados em relação aos estados da matéria. Para isso, você pode utilizar a simulação "Estados da matéria", disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter/latest/states-of-matter_pt_BR.html>. Acesso em: 3 jul. 2020. Enfatize nessa simulação a interação entre os gases e como a matéria se comporta em cada um dos estados físicos. Espera-se que o uso de experimentos virtuais desperte o interesse e a curiosidade dos estudantes.

MANUAL DO PROFESSOR

Em seguida, solicite aos estudantes que abram o simulador "Propriedades dos Gases", disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_pt_BR.html>. Acesso em: 3 jul. 2020. Durante a atividade de simulação, dê instruções a eles, pedindo que alterem os parâmetros para visualizar o comportamento dos gases com tais variações. Então, apresente a equação de Clapeyron e, em seguida, resolva coletivamente as atividades 1 e 2 da página 73 do **Livro do Estudante**.

Densidade (p. 72)

Inicie a discussão desse tópico fazendo alguns questionamentos aos estudantes: "Vocês já conhecem o conceito de densidade de uma substância. Esse conceito é válido para uma substância em qualquer estado físico. Por que, então, estudaremos em particular a densidade dos gases?", "Sem conhecer a massa e o volume ocupado por uma amostra de um gás, é possível calcular sua densidade em dadas pressão e temperatura?".

Explique a eles como é realizado o cálculo da densidade de um gás, explicitando que existe uma relação entre as grandezas massa de uma amostra de gás e volume que ele ocupa em certa pressão e temperatura, as quais são diretamente proporcionais.

Em seguida, discuta com os estudantes a influência da variação de pressão e de temperatura na densidade de um gás e estabeleça coletivamente o conceito de densidade relativa dos gases.

Para finalizar, solicite aos estudantes que, individualmente, façam as atividades de 3 a 8 da página 71 do **Livro do Estudante**. Faça a correção coletiva e aproveite a oportunidade para retomar os conceitos e sanar quaisquer dúvidas.

Misturas gasosas (p. 74)

Com base na metodologia de sala de aula invertida, solicite aos estudantes que leiam em casa a seção **Interligações – Trocas gasosas na respiração** e respondam às questões propostas, buscando novas informações sobre o tema do texto.

Em seguida, questione-os sobre seus aprendizados por meio da leitura do texto e dos demais materiais pesquisados. Solicite-lhes que se reúnam em grupos e socializem com os colegas as informações obtidas.

Corrija, então, oralmente as questões e converse com os estudantes sobre a pressão parcial dos gases e a lei de Dalton.

Atividades (p. 76)

A atividade 2 é uma oportunidade de o professor retomar os conceitos de elemento químico, substância e massa molar de uma substância. Independentemente do raciocínio utilizado na resolução, vale chamar a atenção dos estudantes para o fato de que, apesar de a massa molar das substâncias oxigênio e ozônio ser diferente (32 g/mol e 48 g/mol, respectivamente), como só há um único reagente (oxigênio) resultando em um único produto (ozônio), a massa do gás ozônio formado é igual à massa do gás oxigênio (lei da conservação das massas).

Soluções de gás em líquido (p. 76)

A chuva ácida é um fenômeno químico provocado por grandes quantidades de óxidos poluentes, que são lançados na atmosfera e entram em contato com o gás oxigênio e a água e formam o que chamamos de chuva ácida.

Essa precipitação ácida ocorre quando há um aumento na concentração de dióxido de enxofre e de óxidos de nitrogênio, que são liberados na combustão de materiais de origem fóssil e, em contato com a própria água da chuva, produzem compostos de caráter ácido.

Com o decorrer do tempo, os efeitos da chuva ácida podem ser um importante indicador das condições de degradação do meio ambiente, afetando vegetações, monumentos, solo, lagos, rios e até mesmo causando problemas de saúde na população. Isso ocorre principalmente em áreas mais urbanas, apesar de a chuva ácida nem sempre cair onde foi gerada, pois os ventos podem transportá-la para outros locais.

Dando seguimento à discussão, questione os estudantes quanto ao conhecimento sobre os efeitos da chuva ácida no corpo humano, sugerindo uma pesquisa para aprofundar o tema.

Se julgar pertinente, apresente aos estudantes o vídeo "Chuva ácida", do canal Manual do Mundo, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IEMjO01xm_4>. Acesso em: 3 jul. 2020. É possível também realizar essa demonstração em laboratório.

Influência da temperatura (p. 76)

Para a discussão da influência da temperatura na solubilidade de gases em líquidos, sugerimos iniciar a aula com a atividade prática proposta.

ATIVIDADE PRÁTICA (p. 77)

Realize, com os estudantes, a atividade prática **Influência da temperatura na solubilidade de gases em líquidos**. Leia o procedimento junto a eles e acompanhe a montagem e a realização da atividade. Lembre-os de que os balões devem ser colocados no gargalo da garrafa o mais rapidamente possível, e a água da garrafa deve estar em temperatura ambiente. Ao final da atividade, os balões podem ser reaproveitados e a água, descartada.

Ressaltamos que os estudantes devem ser orientados a observar a influência da temperatura na solubilidade do gás. Discuta com eles todo o procedimento experimental, questionando-os se percebem variação em algum parâmetro durante a execução desse experimento. Solicite-lhes então que façam as considerações sugeridas nas questões propostas para análise e, em seguida, discutam o que foi observado e elaborem coletivamente uma explicação para isso. Essas ações têm como objetivo promover o desenvolvimento da *competência geral 2* da BNCC.

Um **algoritmo** pode ser definido como uma sequência finita e clara de passos com os quais se resolve um problema ou se executa uma tarefa. Na atividade prática, o procedimento descrito pode ser comparado a um algoritmo, pois, para que tudo funcione conforme o esperado, é necessário que os alunos sigam rigorosamente os quatro passos descritos na ordem em que aparecem no item *Procedimento*. Dessa

MODELO

maneira, o experimento pode ser reproduzido e o mesmo resultado pode ser observado por diferentes grupos a fim de que respondam às questões propostas. Essa estratégia pode desenvolver o *pensamento computacional* por meio do pilar **algoritmo**.

Interligações (p. 77)

A seção **Interligações – Trocas gasosas na respiração** apresenta uma forma interessante de contextualizar o estudo das misturas gasosas, discutindo o tema de modo interdisciplinar. Antes de ler o texto, investigue os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do sistema respiratório e então solicite-lhes que tentem explicar os processos representados nas ilustrações sem ler o texto ou a legenda. Anote os principais pontos levantados por eles na leitura das imagens. Então, leiam conjuntamente o texto e revisitem o esquema apresentado, solicitando a eles que acrescentem novas informações ao que já sabiam.

Por fim, se achar conveniente, faça um desafio aos estudantes: como esse esquema poderia ser apresentado a uma pessoa com baixa visão ou cega? Solicite-lhes que tentem transformar esse esquema em um esquema acessível. Assim, além de retomarem os conceitos, poderão exercitar seu protagonismo e desenvolver as *competências gerais 4* e *9* da BNCC.

Gases dissolvidos em água (p. 79)

A concentração de gás oxigênio na água é um parâmetro importante para analisar as características químicas e biológicas da água. Uma das aplicações práticas desse parâmetro é o seu monitoramento em práticas da aquicultura, como a criação de camarões. Solicite aos estudantes que realizem uma pesquisa sobre parâmetros da aquicultura e como os criadores fazem para controlar a quantidade de gás oxigênio dissolvido na água.

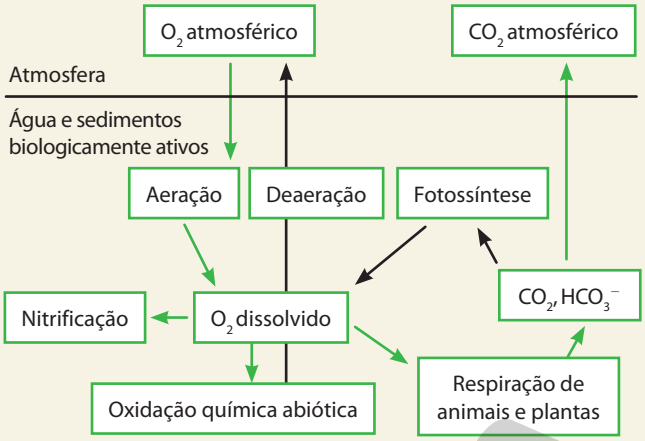
Atividades (p. 73)

Para a atividade 2, sugerimos orientar os estudantes quanto à elaboração do gráfico, verificando se eles estão usando a escala corretamente e se estão representando a solubilidade no eixo vertical e a temperatura no eixo horizontal, com a indicação das unidades de medida. É importante perceberem que a 100 °C a água entra em ebulição e, a partir dessa temperatura, a solubilidade do gás passa a ser zero. Uma opção é solicitar que essa construção seja feita no computador, caso os estudantes saibam usar um programa de edição de planilhas.

Interligações (p. 79)

Para contextualizar o estudo sobre solubilidade de gases, solicite aos estudantes que, em grupos, realizem as atividades propostas na seção **Interligações – Os efeitos da solubilidade dos gases sobre a vida aquática: um desafio para o Brasil**.

A figura apresentada a seguir representa o balanço de oxigênio dissolvido nos sistemas aquáticos. Se possível, reproduza esse esquema na lousa, explicando aos estudantes as etapas que julgar mais relevantes para a compreensão do texto.



Comunicando ideias (p. 80)

Finalize o estudo da solubilidade dos gases convidando os estudantes a compartilharem com a comunidade os estudos sobre a coleta e tratamento de esgoto da região, conforme indicado no **Comunicando ideias**. O trabalho investigativo diretamente na comunidade é importante para que todos os estudantes reconheçam realidades e possam agir de maneira empática, propondo soluções e transpondo o conhecimento e os métodos próprios da Ciência para a realidade local, podendo assim exercer sua cidadania de maneira embasada e consciente, o que favorece o desenvolvimento das *competências gerais 2* e *10*.

Interligações (p. 81)

Solicite aos estudantes que leiam e façam as atividades da seção **Interligações – Mergulho e despressurização**.

Sugira-lhes que façam uma pesquisa sobre normas de segurança em mergulhos e busquem relacionar as medidas de segurança às propriedades químicas que afetam o corpo humano. Ao final, solicite-lhes que produzam um infográfico em papel ou com auxílio de aplicativos ou programas de computador, apresentando de maneira mais simples e visual essas normas de segurança e relações com processos químicos e fisiológicos. Esse trabalho pode ser compartilhado com a comunidade e com entidades responsáveis por segurança em mergulho, como escolas de mergulho e o Corpo de Bombeiros.

Avaliação

Nesse momento, privilegie a avaliação ao final do processo, que permitirá identificar os conhecimentos construídos e determinar a qualidade do processo de ensino.

Sugerimos que sejam utilizadas as **Atividades finais** (páginas 83 e 84) como uma lista de exercícios, que deverá ser realizada pelos estudantes.

Outra sugestão é pedir aos estudantes que se dividam em grupos, pesquisem questões do Enem ou de vestibulares sobre os temas estudados no capítulo e tragam para a próxima aula. Na aula seguinte, cada grupo deve direcionar o conjunto de questões escolhidas para os outros grupos. Dessa maneira, os integrantes do grupo poderão discutir e resolver o conjunto de questões.

MODELO

Bibliografia complementar

- ATKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. *Princípios de Química*. Questionando a vida moderna e o meio ambiente. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.
  Esse livro apresenta os principais conceitos de química em uma abordagem que traz reflexões de aspectos do cotidiano.
- KAFER, G. A.; MARCHI, M. I. Utilização do *software* de Simulações PhET como estratégia didática para o ensino dos conceitos de soluções. Centro Universitário Univates – Programa de pós-graduação em ensino de ciências exatas. Disponível em: <https://www.univates.br/ppgece/media/pdf/2015/giovana_aparecida_kafer.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2020.
  O texto traz uma proposta de utilização de um simulador para facilitar os processos de ensino e de aprendizagem dos conceitos de soluções.
- LOURENÇO, I. M. B.; MARCONDES, M. E. R. Um plano de ensino para mol. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 18, p. 22-25, 2003.
  Esse artigo descreve uma série de atividades do conceito de mol como unidade de quantidade de matéria e propicia aos estudantes a oportunidade de fazerem uso desse conceito no estudo quantitativo das transformações químicas.
- ROGADOR, J. A grandeza quantidade de matéria e sua unidade, o mol: algumas considerações sobre dificuldades de ensino e aprendizagem. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 1, p. 63-73, 2004.
  O artigo apresenta algumas questões que podem ser de difícil compreensão para os estudantes no que diz respeito ao estudo dos conceitos de quantidade de matéria e de mol.
- SANTOS, L. C.; SILVA, M. G. L. da. O estado da arte sobre estequiometria: dificuldade de aprendizagem e estratégias de ensino. *In*: IX CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, set. 2013, Girona. *Anais* [...].
  O artigo apresenta um levantamento da produção científica relacionada ao ensino de estequiometria. Aborda algumas dificuldades de aprendizagem dos estudantes com relação à estequiometria e apresenta estratégias de ensino.

Resoluções

Atividades

(p. 64)

1. Fábio confundiu o conceito de mol com o de molécula. Não teria sentido falar em meia molécula de água, pois, nesse caso, sequer haveria os átomos unidos formando uma molécula dessa substância. Já meio mol de água implica grande número de moléculas dessa substância, o que tem sentido.
2. Seria impossível uma molécula de água ter massa 18 g. Essas massas (9 g e 18 g) podem ser medidas em balanças usadas em operações de nosso cotidiano. Isso deve levar os estudantes a supor que 18 g não pode ser a massa de uma molécula — parte do "mundo infinitamente menor" que o nosso.
3. Para preencher a tabela, é necessário estabelecer as proporções tomando por base os dados referentes a 1 mol, conforme orientação dada no enunciado. Por exemplo, para preencher o número de átomos de O em 0,5 mol de SO_3, usamos a relação:

$$\frac{1\text{ mol de } SO_3}{0{,}5\text{ mol de } SO_3} = \frac{1{,}8 \cdot 10^{24}\text{ átomos de O}}{x}$$

$x = 9 \cdot 10^{23}$ átomos de O

	I	II	III			IV			V
	Quantidade de matéria da substância na amostra (mol)	Nº de moléculas da substância na amostra	Nº de átomos de cada elemento químico na amostra			Quantidade de matéria de cada elemento químico na amostra (mol)			Massa total da amostra (g)
A	1 mol de SO_3	$6 \cdot 10^{23}$	S: $6 \cdot 10^{23}$	O: $1{,}8 \cdot 10^{24}$		S: 1	O: 3		80
B	0,5 mol de SO_3	$3 \cdot 10^{23}$	S: $3 \cdot 10^{23}$	O: $9 \cdot 10^{23}$		S: 0,5	O: 1,5		40
C	1 mol de H_3PO_4	$6 \cdot 10^{23}$	H: $1{,}8 \cdot 10^{24}$	P: $6 \cdot 10^{23}$	O: $2{,}4 \cdot 10^{24}$	H: 3	P: 1	O: 4	98
D	0,25 mol de H_3PO_4	$1{,}5 \cdot 10^{23}$	H: $4{,}5 \cdot 10^{23}$	P: $1{,}5 \cdot 10^{23}$	O: $6 \cdot 10^{23}$	H: 0,75	P: 0,25	O: 1	24,5

MODERNA

Atividades

1. **a)** O total da emissão de CO pelos automóveis (gasolina, etanol, *flex*) em 2018 é igual a 256.791 toneladas ou $256{,}791 \cdot 10^9$ g. A massa mola do CO é: 12g/mol + 16 g/mol = 28 g/mol. Dividindo a massa de CO pela massa molar, obtemos a quantidade de matéria em mol. A quantidade estimada é $9{,}17 \cdot 10^9$ mol de CO.

   b) $CO(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

   c) Reduzir a concentração de CO no ar. O monóxido de carbono se liga à hemoglobina do sangue e impede que ela realize o transporte do oxigênio para as várias partes do organismo, ocasionando problemas diversos à saúde, dependendo do teor de monóxido no ar.

   d) A proporção estequiométrica de CO e O_2 é de 1 : 0,5; portanto, a quantidade de O_2 necessária é a metade da quantidade de CO calculada no item **a**: $4{,}58 \cdot 10^9$ mol de O_2.

2. $22{,}9 \cdot 10^9$ mol ($4{,}58 \cdot 10^9$ mol de O_2 + $18{,}32 \cdot 10^9$ mol de outras moléculas).

Atividades

(p. 71)

1. **a)** Sim. Em toda reação química há conservação do número de átomos.

   b) Na equação não há conservação do número de moléculas. De acordo com a equação balanceada, $2\ CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2\ CO_2(g)$, conclui-se que, para cada 3 moléculas de reagentes, formam-se 2 moléculas de produto.

   c) Não. Sob mesmas condições de pressão e temperatura, cada 2 volumes de CO reagem com 1 volume de oxigênio formando 2 volumes de dióxido de carbono. Essa proporção é a mesma existente entre o número de moléculas participantes da reação química.

   d) Se, para a combustão de 2 volumes de CO, é necessário 1 volume de O_2, isto é, se a proporção é de 2 V : 1 V, serão necessários 5 L de O_2 para queimar 10 L de CO nas mesmas condições de p e T.

2. $2\ N_2(g) + 5\ O_2(g) \rightarrow 2\ N_2O_5(g)$

   De acordo com a equação, podemos escrever:

   V_{N_2} ——— V_{O_2}

   2 V ——— 5 V

   20 L ——— x

   x = 50 L

3. **a)** Ambos contêm a mesma quantidade de matéria, já que eles têm volumes iguais e estão na mesma temperatura e pressão, o que está de acordo com o princípio de Avogadro.

   b) Para o número de moléculas, sim, pois, nas mesmas condições de temperatura e pressão, volumes iguais de gases encerram o mesmo número de moléculas. Para o número de átomos, não, uma vez que, em cada molécula de hidrogênio (H_2), há 2 átomos e, em cada molécula de ozônio (O_3), há 3 átomos.

   c) $V_{H_2} = V_{O_3} \Rightarrow n_{H_2} = n_{O_3}$

   2 g de H_2 — 1 mol **(p. 67)**

   3 g de H_2 — n_{H_2}

   $n_{H_2} = 1{,}5$ mol $\Rightarrow n_{H_2} = n_{O_3} = 1{,}5$ mol

   Como $M_{O_3} = 48$ g/mol, 1,5 mol de O_3 tem massa igual a $1{,}5 \cdot 16 \cdot 3$ g = 72 g.

Atividades

(p. 73)

1. $R = \frac{pV}{nT}$. Como o volume molar é ocupado por 1 mol de gás, basta substituir, nessa expressão, n por 1 e T por 273 K e calcular os diferentes valores de R, de acordo com os correspondentes valores da pressão, expressos em atm ou mmHg.

   $R = \frac{10^5\ Pa \cdot 1\ dm^3}{1\ mol \cdot 273\ K} = 8.313\ Pa\ dm^3\ mol^{-1}\ K^{-1}$

2. **a)** $n = 1$ mol; $p = 1$ atm; $T = (27 + 273)$ K = 300 K; $V_m = x = ?$

   $R = 0{,}82 \frac{atm\ L}{mol\ K} = \frac{pV}{nT} = \frac{P_{atm} \cdot x}{1\ mol \cdot 300\ K}$

   x = 24,6 L

   O volume molar será de 24,6 L.

   b) Cálculo do volume:

   1 mol ——— 24,6

   0,25 mol ——— V

   V = 6,15 L

3. $M_{C_4H_{10}} = 58$ g/mol; V = 50 m³ = $50 \cdot 10^3$ L; $p = 1$ atm

   $T = (27 + 273)$ K = 300 K

   $pV = nRT$

   $pV = \frac{n}{M} RT$

   $1\ atm \cdot 50 \cdot 10^3\ L = \frac{m}{58\ g\ mol^{-1}} \cdot 0{,}082 \frac{atm\ L}{mol\ K} \cdot 300\ K$

   $m = 117.886\ g \simeq 117{,}9\ kg$

4. $p = 1$ atm; $T = (27 + 273)$ K = 300 K; $M_{CO_2} = 44$ g/mol

   $m = 4{,}4$ kg

   $n = 100$ mol

   $V = x$

   $pV = nRT$

   $x = \frac{100\ mol \cdot 0{,}082\ atm\ L\ mol^{-1}\ K^{-1} \cdot 300\ K}{1\ atm}$

   x = 2.460 L

5. Porque esses gases possuem as menores massas molares, consequentemente são menos densos. O hélio é o gás não combustível de menor massa molar e, portanto, de menor densidade.

6. $d_{H_2} = \frac{pM}{RT} = \frac{0{,}5\ atm \cdot 2\ g\ mol^{-1}}{0{,}082\ atm\ L\ mol^{-1}\ K^{-1} \cdot 300\ K} = 0{,}04\ g/L$

7. $d_{He\ (p,T)} = 0{,}16$ g/L; $d_{Y\ (p,T)} = 1{,}28$ g/L

   Massa molar (He): 4 g/mol

   $\frac{d_{He}}{d_Y} = \frac{M_{He}}{M_Y} \Rightarrow \frac{0{,}16\ g\ L^{-1}}{1{,}28\ g\ L^{-1}} = \frac{M_{He}}{M_Y}$

   $M_Y = \frac{4\ g\ mol^{-1} \cdot 1{,}28\ g\ L^{-1}}{0{,}16\ g\ L^{-1}} = 32$ g/mol

MODERNA

8. Com o aquecimento do ar no interior do balão, este fica menos denso que o ar e sobe. Se o balão caísse com a tocha apagada (isso porque o gás no interior do balão se resfriaria, tornando-se mais denso), não haveria problemas; a proibição se deu devido à possibilidade de o balão cair com a tocha ainda acesa, causando queimadas, incêndios e acidentes.

Atividades (p. 76)

1. **a)** Se $p_{He} = 4\ p_{CH_4}$ e a pressão total = 1 atm, temos:

$p_{He} + p_{CH_4} = 1$ atm

$4\ p_{CH_4} + p_{CH_4} = 1$ atm

$p_{CH_4} = 0{,}2$ atm

$p_{He} = 4 \cdot 0{,}2$ atm $= 0{,}8$ atm

b) A relação entre as pressões parciais dos gases na mistura corresponde à relação entre a quantidade de matéria desses gases na mistura (lei de Henry).

Assim:

$\frac{p_{He}}{p_{CH_4}} = 4 = \frac{n_{He}}{n_{CH_4}}$

Como $M_{He} = 4$ g/mol

$M_{CH_4} = 16$ g/mol

Como $n_x = \frac{m}{M_X}$ (para qualquer substância X), podemos escrever:

$$4 = \frac{n_{He}}{n_{CH_4}} = \frac{m_{He} \cdot 16\ g\ mol^{-1}}{m_{CH_4} \cdot 4\ g\ mol^{-1}} = \frac{m_{He} \cdot 16}{m_{CH_4} \cdot 4}$$

Ou seja: $m_{He} = m_{CH_4}$.

Os gases têm massas iguais; ou: a relação entre as massas desses gases é igual a 1.

2. Cálculo da massa de O_3:

$M_{O_2} = 32$ g/mol

$M_{O_3} = 48$ g/mol

$3\ O_2(g) \rightarrow 2\ O_3(g)$

$3 \cdot 32$ g —— $2 \cdot 48$ g

4,8 kg —— x

$x = 4{,}8$ kg

Portanto, a massa de O_3 é 4,8 kg.

Cálculo do volume de O_3:

1 mol de O_3 —— 48 g

n —— $4{,}8 \cdot 10^3$ g

$n_{O_3} = 100$ mol

Mas $V_{m(CNTP)} = 22{,}4$ L

Então, 4,8 kg $O_3 \Rightarrow 100 \cdot 22{,}4$ L

$V = 2.240$ L

3. $2\ NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s) + H_2O(g) + CO_2(g)$

Para cada 2 mol de $NaHCO_3(s)$ que se decompõe, formam-se 1 mol de $H_2O(g)$ e 1 mol de $CO_2(g)$.

$M_{NaHCO_3} = 84$ g/mol

Como foram usados 4,2 g de $NaHCO_3$, temos:

$2 \cdot 84$ g de $NaHCO_3$ —— 2 mol (mistura gasosa)

4,2 g de $NaHCO_3$ —— n

$n = 0{,}05$ mol

Usando a expressão: $pV = nRT$, podemos calcular a pressão total, p, da mistura dos dois gases, levando em conta que $V = 44{,}8$ L; $T = (227 + 273)$ K $= 500$ K.

$p \cdot 44{,}8\ L = 0{,}05\ mol \cdot 0{,}082\ atm\ L\ mol^{-1}\ K^{-1} \cdot 500\ K$

$p = 0{,}046$ atm

Como a quantidade de matéria dos dois gases é igual, a pressão parcial de ambos é igual a 0,023 atm.

ATIVIDADE PRÁTICA (p. 77)

1. Provavelmente, os estudantes vão observar que o balão colocado na garrafa que foi aquecida (mergulhada na água quente) aumentará de volume; no caso da garrafa submetida a uma temperatura mais baixa que a do ambiente, o balão terá seu volume reduzido.
2. Faça questionamentos para a turma de modo que os estudantes relembrem que, na água gaseificada, assim como em refrigerantes, o gás dissolvido na água é o dióxido de carbono. A turma deve perceber que o aumento da temperatura leva à maior saída de CO_2 da solução aquosa, e isso se deve à redução da solubilidade desse gás com o aumento da temperatura do sistema.

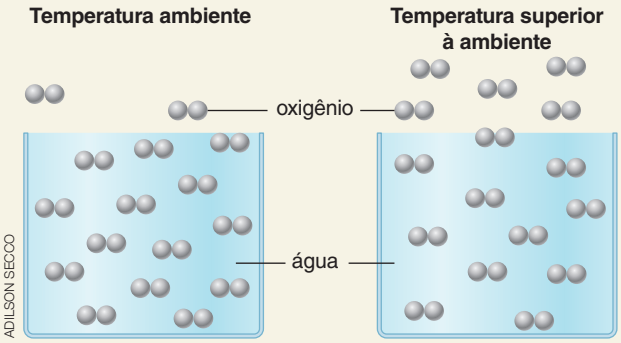
Interligações (p. 77)

1. A pressão parcial máxima de CO_2 é encontrada nas células do corpo humano.
2. Contribui na transferência de CO_2 do sangue para os alvéolos pulmonares em consequência da diferença de pressão, permitindo que o CO_2 deixe o sangue e atinja os pulmões, sendo então expirado.
3. No sangue arterial, 100 mmHg.
4. Como é dito que o ar contém cerca de 20% de oxigênio (em mol), sua pressão parcial será $0{,}2 \cdot 760$ mmHg, isto é, 152 mmHg ou 0,209 atm.
Observação: apesar de a pressão parcial do oxigênio que inalamos ser de 152 mmHg, ao atingir os alvéolos ela é de 100 mmHg, informacão que pode ser obtida na ilustração.
5. Será mais difícil, porque a pressão parcial do O_2 será menor que ao nível do mar. Assim, haverá mais dificuldade de o O_2 passar dos alvéolos pulmonares ao sangue venoso que chega a eles.
6. Dentro da câmera hiperbárica, a pressão parcial de O_2 (1.520 mmHg ou 2 atm) é bem maior que a pressão parcial do O_2 no ar (cerca de 152 mmHg); assim, maior será a concentração de O_2 no sangue, isto é, maior quantidade de O_2 se dissolverá no sangue. Desse modo, a pressão do oxigênio que chega aos alvéolos pulmonares será bem maior que a usual (que é de 100 mmHg), e assim se consegue substituir parte do CO que indesejavelmente havia se fixado a hemoglobina.

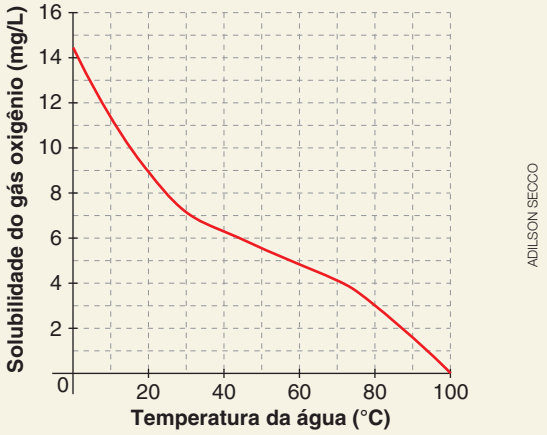
MODERNA

Atividades (p. 79)

1. Os estudantes podem desenhar os modelos ou usar esferas de isopor, por exemplo.



2. O gráfico deve ter o seguinte aspecto:



Interligações (p. 79)

1. De acordo com as informações do mapa, as regiões Norte e Nordeste são as mais carentes quanto ao percentual de domicílios com acesso à rede de esgoto.
2. O provável aumento das temperaturas médias na superfície da Terra diminui a solubilidade dos gases. É o que acontece com a solubilidade do gás oxigênio quando a temperatura da água de rios e lagoas é elevada, o que provoca a menor concentração de gás oxigênio disponível para a vida aquática.

Comunicando ideias (p. 80)

Resposta pessoal. Incentive os estudantes a produzirem o material para a divulgação das informações coletadas. Dessa maneira, espera-se que eles possam se expressar, compartilhando os conhecimentos adquiridos.

Interligações (p. 81)

1. É interessante discutir com os estudantes a solução dessa questão. Pode-se iniciá-la retomando com eles o conceito de pressão parcial. Se o ar contém aproximadamente 20% de O_2 e 80% de N_2 em volume, conclui-se que $n_{N_2} = 4n_{O_2}$. Como a relação entre as quantidades de matéria dos constituintes coincide com a relação entre as pressões parciais, deduzimos que a pressão parcial do N_2 é quatro vezes a do O_2, e a soma das duas é igual à pressão total: no caso, 1.520 mmHg a 10 m de profundidade e, na superfície, 760 mmHg. Assim:
   - a pressão parcial do N2 na superficie (p'_{N_2}) é dada por: $p'N_2 = 0{,}8 \cdot 760$ mmHg
   - a pressão parcial do N_2 a 10 m de profundidade (p_{N_2}) é dada por: $p_{N_2} = 0{,}8 \cdot 1.520$ mmHg

   A solubilidade de um gás é dada por: $S = k \cdot p$

   Em termos relativos, ao passar de 10 m de profundidade para a superfície, a solubilidade do N_2 cai à metade, pois:

$$\frac{S'}{S} = \frac{k \cdot 0{,}8 \cdot 760 \text{ mmHg}}{k \cdot 0{,}8 \cdot 1.520 \text{ mmHg}} = \frac{1}{2}$$

2. Quando o mergulhador alcançar o topo da montanha, haverá redução da quantidade relativa dos constituintes do ar que chegam aos pulmões.

Atividades (p. 82)

1. Espera-se que os estudantes concluam que a pressão diminui depois que a garrafa é aberta, fazendo que o conteúdo jorre para fora da garrafa.
2. É provável que os estudantes respondam que o refrigerante à temperatura de 25 °C apresentará maior efervescência e concluam que o aumento da temperatura reduz a solubilidade do gás (dióxido de carbono) em água; com isso, parte do gás abandona o líquido.
3. **a)** De acordo com o gráfico, é possível determinar que, a 30 °C, a solubilidade do oxigênio em água é cerca de 7,5 mg de O_2/L; por isso, sobreviveriam os peixes cuja demanda máxima de oxigênio fosse de 7,5 mg de O_2/L.

   b) É interessante ajudar os estudantes a refletir sobre a situação: os cidadãos podem denunciar às autoridades competentes o procedimento da indústria, podem denunciá-la na imprensa, boicotar seus produtos etc. O poder público deve vistoriar a indústria, dar a ela um prazo para se adequar às leis ambientais e, se isso não ocorrer, tomar as medidas cabíveis (aplicar multa, por exemplo).
4. **a)** É porque, acima de 40 °C, a solubilidade do O_2 em água é muito baixa, menos de 7 mg de oxigênio por litro, insuficiente para manter a vida aeróbia.

   b) Quando a temperatura da água é de 20 °C, a solubilidade do O_2 é igual a 0,0092 g/L; ao passar para 35 °C, a solubilidade desse gás passa a 0,0070 g/L, ou seja, ela fica reduzida em 0,0022 g/L (0,0092 g/L − 0,0070 g/L). Considerando o volume de 10 m³ ou 10.000 L, há uma redução da quantidade de O_2 dissolvido de 10.000 · 0,0022 g. Quer dizer, nessa mudança de temperatura, escapam da água 22 g de O_2 que nela estavam dissolvidos antes do aumento da temperatura.

MOFERNA

ATIVIDADES FINAIS (p. 83)

1. a) Cálculo da massa molar de C_2H_5OH:
$2 \cdot 12$ g/mol + $6 \cdot 1$ g/mol + $1 \cdot 16$ g/mol = = 46 g/mol.

b) Significa que em cada litro de sangue do motorista era permitida a presença de 0,6 g de etanol.

c) Podemos calcular: $\frac{0{,}6\ \text{g L}^{-1}}{46\ \text{g mol}^{-1}} = 0{,}013$ mol/L

d) Seus reflexos ficariam mais lentos, ele teria dificuldade em se adaptar a variações da intensidade luminosa, estaria menos capaz de reagir a situações e minimizar riscos, além da tendência à agressividade.

e) Resposta pessoal. Aproveitar a questão para conversar com os estudantes sobre o fato de que quem dirige alcoolizado coloca em risco não só a própria vida, mas a de outras pessoas.

f) Resposta pessoal. Podem ser citados: maior fiscalização, campanhas educativas etc. Se houver possibilidade, peça aos estudantes que organizem na escola uma campanha de conscientização de estudantes, funcionários e professores sobre os riscos representados pelo consumo de álcool quando se dirige.

g) Resposta pessoal. Auxilie os estudantes na confecção desse material, ressaltando que o material a ser produzido será distribuído para a população leiga em conhecimentos científicos, portanto as informações precisam ser claras, objetivas e conter uma linguagem acessível.

2. a) $M_{H_2SO_4} = 98$ g/mol. A amostra de ácido em questão tem massa 12.000 t ou $12.000 \cdot 10^3$ kg ou $12.000 \cdot 10^3 \cdot 10^3$ g. Então, podemos calcular:

$$\frac{1\ \text{mol}}{n} = \frac{98\ \text{g}}{12.000 \cdot 10^3 \cdot 10^3\ \text{g}}$$

$n = 1{,}22 \cdot 10^{10}$ mol de H_2SO_4

b) $1\,H_2SO_4(aq) + 1\,Ca(OH)_2(s) \rightarrow 1\,CaSO_4(aq) + 2\,H_2O(l)$

c) 1 mol de $Ca(OH)_2$ é capaz de neutralizar 1 mol de H_2SO_4 ou 2 mol de íons H^+. A proporção é a mesma em número de moléculas.

d) 74 g de $Ca(OH)_2$ para 98 g de H_2SO_4

e) Pela equação química, sabe-se que a proporção estequiométrica entre H_2SO_4 e $Ca(OH)_2$ é de 1:1. Portanto, pelo cálculo realizado no item **a**, pode-se afirmar que a quantidade de $Ca(OH)_2$ é $1{,}22 \cdot 10^{10}$ mol. Com base nos dados anteriores, podemos calcular:

$$\frac{74\ \text{g}}{98\ \text{g}} = \frac{m}{12.000 \cdot 10^6\ \text{g}}$$

$m = 9.061{,}2 \cdot 10^6$ g ou 9.061,2 t de $Ca(OH)_2$

f) Resposta pessoal. Oriente os estudantes quanto às fontes confiáveis para obter tais informações. Ressalte que, ao produzirem os cartazes, divulgarão informações e conhecimentos, que precisam ser confiáveis e corretos.

3. Alternativa **c**. Todas as amostras estão sob a mesma temperatura e ocupam o mesmo volume; portanto, a quantidade de matéria, n, dos gases será diretamente proporcional à pressão.

$pV = nRT$

$p = n \cdot \frac{RT}{V}$

Inicialmente, vamos determinar o número de átomos em 22,4 L de gás H_2 a 2 atm e 273 K, recorrendo à equação geral dos gases perfeitos:

$pV = nRT \Rightarrow n = \frac{pV}{RT}$

$$n = \frac{2\ \text{atm} \cdot 22{,}4\ \text{L}}{0{,}082\ \text{atm L mol}^{-1}\ \text{K}^{-1} \cdot 273\ \text{K}}$$

$n = 2$ mol de H_2

Então, a 2 atm, temos 2 mol de H_2 e, por consequência, 4 mol de átomos de H. Aplicando a mesma lógica para outros gases, chegamos à conclusão de que o recipiente com mesma quantidade de átomos é o 3: a 4 atm temos 4 mol de He, então 4 mol de átomos do gás.

4. Alternativa **a**. Calcular por estequiometria o número de mol de CO_2 a partir da massa do ferro.

112 g de Fe ——— 132 g de CO_2

$2{,}8 \cdot 10^6$ g de Fe ——— x

$x = 3{,}3 \cdot 10^6$ g de CO_2

44 g de CO_2 ——— 1 mol de CO_2

$3{,}3 \cdot 10^6$ g de CO_2 ——— y

$y = 0{,}075 \cdot 10^6$ mol de CO_2

Usando $pV = nRT$ para achar o volume de CO_2:

$p = 1$ atm

$V = ?$

$n_{CO_2} = 0{,}075 \cdot 10^6$ mol

$R = 0{,}082$ atm L mol^{-1} K^{-1}

$T = (27 + 273)$ K = 300 K

$1\ \text{atm} \cdot V = 0{,}075 \cdot 10^6\ \text{mol} \cdot 0{,}082\ \text{atm L mol}^{-1}\ \text{K}^{-1} \cdot 300\ \text{L}$

$V = 1{,}845 \cdot 10^6$ L

Então, o volume de CO_2 será 1.845 m^3.

5. Alternativa **c**. Sendo a pressão total 200 mmHg, o gás A, que representa 30% da mistura, tem pressão parcial de 60 mmHg. Assim, encontramos a pressão parcial de C pela seguinte equação:

$p_{total} = p_A + p_B + p_C$

$p_C = 200$ mmHg − (60 + 100) mmHg = 40 mmHg

40 mmHg correspondem a 20% de 200 mmHg e, portanto, a 20% em mol da amostra.

6. Alternativa **c**. p_{CH_4} = % de CH_4 na mistura · p_{total} = = $0{,}7 \cdot 80$ atm = 56 atm

MODENA

Capítulo 4

Saúde: bem-estar físico, mental e social

Professor indicado

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

BNCC – competências e habilidades trabalhadas

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

Competência geral	Justificativa	Página
1	A competência diz respeito à valorização do conhecimento científico. O capítulo todo valoriza e apresenta conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, contribuindo para que o estudante entenda e explique a realidade que o cerca.	Todo o capítulo
3	A competência está relacionada ao repertório cultural, com a valorização dos saberes e manifestações artísticas e culturais.	86, 88 e 102
4	A competência trabalha a comunicação. Por meio de diferentes linguagens, os estudantes deverão ser capazes de expressar-se, partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos, produzindo sentidos que levem ao entendimento mútuo. Assim, ao comunicar descobertas e entendimentos sobre a realidade, o trabalho com tal competência é favorecido.	94
5	A competência visa que o estudante possa comunicar-se, acessar e produzir conhecimento, em especial utilizando tecnologias digitais, de forma a disseminar informações de maneira crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais.	105
6	A valorização dos saberes locais é promovida em textos e atividades de pesquisa que tratam de conhecimentos e rituais de comunidades tradicionais.	86, 88 e 102
7	A competência trabalha a argumentação. Os estudantes deverão embasar seus argumentos em fatos, dados e informações confiáveis para assim formular e defender suas ideias e decisões sobre o autocuidado e sobre hábitos saudáveis.	105
8	A competência geral 8 versa sobre o autocuidado e a saúde física e emocional, visando cuidar da saúde física e emocional, reconhecendo suas emoções e a dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.	101, 103 e 105
9	A competência geral 9 trata de empatia e cooperação, visando fazer-se respeitar e promover o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade, sem preconceito de qualquer natureza.	90 e 105

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
1	EM13CNT103	Riscos e usos da radiação são abordados no contexto da saúde.	95
	EM13CNT104	A habilidade trabalha a análise sobre toxicidade e riscos à saúde humana.	93
2	EM13CNT207	A habilidade trata dos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.	88 e 89
3	EM13CNT303	A habilidade é trabalhada debatendo a importância das pesquisas científicas.	106
	EM13CNT304	A habilidade discute as aplicações, em especial as polêmicas, sobre Ciências da Natureza, estimulando a argumentação embasada.	99
	EM13CNT310	A habilidade é trabalhada analisando os impactos de um despejo irregular de esgoto e refletindo sobre danos à saúde e sobre a importância do saneamento básico.	87

MODERNA

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.	A competência trabalha a análise de processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais. Assim, espera-se que os estudantes possam compreender tais processos e posicionar-se criticamente em relação a eles ao analisar como diferentes culturas abordam questões relacionadas a saúde, adolescência e sexualidade.	88 e 102

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

Neste capítulo são retomados e aprofundados conceitos e conhecimentos com que os estudantes tiveram contato nos anos finais do Ensino Fundamental. O trabalho com saúde de forma ampla, compreendendo aspectos como hábitos de vida saudáveis, autocuidado, escolhas responsáveis, entre outros elementos para além da simples ausência de patologias, traz uma série de habilidades.

Assim, do 6º ano do Ensino Fundamental, podemos citar as habilidades:

- (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.
- (EF06CI07) Justificar o papel do sistema nervoso na coordenação das ações motoras e sensoriais do corpo, com base na análise de suas estruturas básicas e respectivas funções.
- (EF06CI09) Deduzir que a estrutura, a sustentação e a movimentação dos animais resultam da interação entre os sistemas muscular, ósseo e nervoso.
- (EF06CI10) Explicar como o funcionamento do sistema nervoso pode ser afetado por substâncias psicoativas.

A primeira habilidade trabalha os níveis de organização dos organismos. A segunda habilidade iniciou os estudos em sistemas nervosos e suas interações e estruturas, e a terceira trabalha os sistemas muscular, ósseo e a regulação do sistema nervoso no movimento. Como habilidade ligada ao conceito mais global de saúde, será retomada a quarta habilidade, que explica como o funcionamento do sistema nervoso pode ser afetado por substâncias psicoativas.

No 7º ano há diversas habilidades que abordam aspectos de saúde pública. São elas:

- (EF07CI09) Interpretar as condições de saúde da comunidade, cidade ou estado, com base na análise e comparação de indicadores de saúde (como taxa de mortalidade infantil, cobertura de saneamento básico e incidência de doenças de veiculação hídrica, atmosférica entre outras) e dos resultados de políticas públicas destinadas à saúde.
- (EF07CI10) Argumentar sobre a importância da vacinação para a saúde pública, com base em informações sobre a maneira como a vacina atua no organismo e o papel histórico da vacinação para a manutenção da saúde individual e coletiva e para a erradicação de doenças.
- (EF07CI11) Analisar historicamente o uso da tecnologia, incluindo a digital, nas diferentes dimensões da vida humana, considerando indicadores ambientais e de qualidade de vida.

A primeira habilidade trabalha a interpretação das condições de saúde da comunidade, cidade ou estado, analisando os indicadores de saúde. Já a segunda habilidade trata do conceito de saúde coletiva e da importância da vacinação. Por fim, a terceira habilidade abrange os impactos da tecnologia em diferentes contextos, como a qualidade de vida.

No 8º ano, as habilidades trabalhadas são:

- (EF08CI10) Identificar os principais sintomas, modos de transmissão e tratamento de algumas DST (com ênfase na AIDS), e discutir estratégias e métodos de prevenção.
- (EF08CI08) Analisar e explicar as transformações que ocorrem na puberdade considerando a atuação dos hormônios sexuais e do sistema nervoso.
- (EF08CI09) Comparar o modo de ação e a eficácia dos diversos métodos contraceptivos e justificar a necessidade de compartilhar a responsabilidade na escolha e na utilização do método mais adequado à prevenção da gravidez precoce e indesejada e de Doenças Sexualmente Transmissíveis (DST).
- (EF08CI11) Selecionar argumentos que evidenciem as múltiplas dimensões da sexualidade humana (biológica, sociocultural, afetiva e ética).

Os estudantes estudam ISTs e como elas se manifestam e são transmitidas, na primeira habilidade. A segunda habilidade trabalha o autocuidado, o que engloba conhecer as transformações ocorridas na puberdade. A terceira habilidade aborda a compreensão dos métodos contraceptivos para combater a gravidez na adolescência e ISTs, estimulando os estudantes a fazerem escolhas responsáveis. A quarta habilidade amplia o tema, ao debater as múltiplas dimensões da sexualidade humana.

Por fim, o 9º ano trabalha as seguintes habilidades:

- (EF09CI13) Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.
- (EF09CI07) Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raio X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a *laser*, infravermelho, ultravioleta etc.).

Os conceitos de cidadania são desenvolvidos durante o desenvolvimento da primeira habilidade, que dá ferramentas aos estudantes para refletir de forma cidadã sobre os problemas da comunidade. A segunda habilidade discute o papel do avanço tecnológico na medicina diagnóstica.

REPRODUÇÃO PROIBIDA

Objetivos do capítulo

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

- Compreender saúde como um conceito amplo, para além da ausência de patologias.
- Conhecer fatores externos que podem causar desequilíbrios no funcionamento do organismo, resultando em problemas de saúde para indivíduos e sociedades.
- Compreender e analisar questões relacionadas à saúde, em especial aspectos relacionados especificamente à adolescência.

Ao refletir sobre saúde como uma busca por equilíbrio em diferentes esferas e analisar o que pode causar desequilíbrio, os estudantes refletem não apenas sobre os próprios hábitos, como também sobre costumes e ações que podem resultar em melhoria de vida para toda a comunidade. O debate sobre saúde na adolescência é essencial para a construção de uma cultura saudável e de respeito, auxiliando na construção do projeto de vida do jovem a partir de escolhas que priorizem a autonomia e o respeito a si próprio e aos outros.

Sugestões metodológicas

Para começo de conversa (p. 85)

A seção inicial do capítulo tem como objetivo sondar os conhecimentos prévios dos estudantes e retomar conceitos já trabalhados que são importantes para o andamento do trabalho. Inicie a aula solicitando aos estudantes que escrevam no caderno o que eles entendem por saúde.

Peça então a um estudante que leia em voz alta os dois primeiros parágrafos e debata com toda a turma: eles já tinham pensado em saúde como um conceito mais amplo do que ausência de doença? Questione quantos estudantes e peça a eles que apresentem suas definições de saúde. Discuta brevemente as ideias iniciais e avise-os de que tal debate será retomado ao longo do capítulo.

Debata a legenda da fotografia e peça aos estudantes que reflitam sobre como o fato de manter amizades e cultivar bons laços com a família e a comunidade pode influenciar a saúde. Espera-se que os estudantes mencionem noções sobre saúde mental ou emocional. Peça a eles que façam uma lista de outras medidas que podem auxiliar nesse aspecto da construção da saúde e utilize tal lista ao final do capítulo para cotejar os conhecimentos iniciais e finais dos estudantes a partir do trabalho no capítulo.

Conceitos de saúde (p. 85)

Aproveite o tema para conhecer melhor os estudantes. Após a leitura texto, debata se algum deles já se tratou ou se medicou utilizando os conhecimentos populares. Esclareça que, apesar de não serem cientificamente comprovados, esses métodos são muito comuns e podem auxiliar, se não no aspecto físico, ao menos no conceito mais amplo de saúde tratado no capítulo. Questione-os se alguém já passou por algum tipo de tratamento alternativo. Debata sobre a diferença entre essas técnicas e o método científico, no qual a medicina moderna se baseia.

Interligações (p. 86)

Durante a leitura, esclareça que a fitoterapia atual leva em conta a ciência moderna. Os fitoterápicos são medicamentos à base de plantas e, como outros medicamentos, têm indicação, posologia, efeitos colaterais e contraindicações. Debata sobre a noção incorreta de que "o que é natural não faz mal", muito comum no imaginário popular. Esclareça que a fitoterapia é o método de tratamento caracterizado pela utilização de plantas medicinais em diferentes preparações, sem a utilização de substâncias ativas isoladas. Já "planta medicinal" é a espécie vegetal, cultivada ou não, utilizada com propósitos terapêuticos. Certos tratamentos tradicionais feitos com base em plantas realmente contam com moléculas biologicamente ativas; por isso, devem ser sempre consumidos com cautela e acompanhamento especializado. Comente que o conhecimento tradicional pode servir de base para pesquisas e investigações que auxiliarão a ciência.

A Organização Mundial da Saúde (p. 86)

Durante a pandemia da Sars-Cov-2, muito provavelmente os estudantes tiveram contato com debates sobre a OMS. Inicie o tópico conversando com os estudantes sobre o que eles sabem sobre a entidade e quais suas impressões sobre ela.

Leia com a turma os dois primeiros parágrafos e esclareça sobre a epidemia de varíola. O Instituto Butantan, em São Paulo, tem uma série de vídeos sobre epidemias. Se possível, projete o episódio sobre a varíola e debata com os estudantes a permanência da epidemia, a descoberta dos curandeiros (realizando um paralelo com o debate anterior) e a importância da vacinação, retomando conhecimentos que os estudantes já têm dos anos finais do Ensino Fundamental. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=vSi823WmbzY>. Acesso em: 2 jul. 2020.

Saúde é um direito de todos (p. 86)

Reforce a discussão sobre a visão multifatorial de saúde e converse um pouco mais com os estudantes sobre a pandemia de 2020. Debata como o isolamento social também afetou a saúde mental de muitas pessoas e como precisamos da interação social para nos sentirmos bem.

Concepção atual de saúde (p. 87)

Debata o conceito de qualidade de vida e como ele abrange diversos parâmetros da vida individual e coletiva. Se possível, esse momento pode contar com a colaboração dos professores de Geografia e Matemática, para uma atividade mais aprofundada de análises de índices socioeconômicos através de gráficos e tabelas. O *site* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísica (IBGE) oferece muitos materiais sobre o assunto; eles podem servir para aprofundar a análise dos conhecimentos prévios dos estudantes. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9221-sintese-de-indicadores-sociais.html>. Acesso em: 2 jul. 2020.

Comunicando ideias (p. 87)

A seção comenta sobre IDH-M e sobre questões de saúde. O IDH-M é o índice de Desenvolvimento Humano Municipal, que leva em conta três fatores: longevidade, educação e renda. Sugere-se que os estudantes se debrucem sobre dados do munícipio onde residem, geralmente disponíveis no *site* da prefeitura ou do IBGE. É possível encontrar informações sobre o tema no *site* do Programa das Nações Unidas para

EXCERTO

o Desenvolvimento, disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-o-idhm.html>. Acesso em: 2 jul. 2020.

Sobre o conceito de saúde em diversas culturas, é possível encontrar muita informação confiável em revistas de antropologia e outros periódicos especializados. Oriente os estudantes na leitura desse tipo de gênero textual, auxiliando em dúvidas que porventura surgirem.

Sugestões de atividades complementares

O *site Datawrapper* tem ferramentas para que os estudantes construam gráficos e mapas interativos. Disponível em: <https://www.datawrapper.de/> (em inglês). Pode-se propor uma análise dos indicadores socioeconômicos da região onde vivem e a representação gráfica deles. Se julgar interessante, demonstre um exemplo de material produzido com o *Datawrapper*: <https://www.aosfatos.org/noticias/o-saneamento-basico-no-brasil-em-6-graficos/>. Acessos em: 2 jul. 2020.

Outra opção é dividir a turma em grupos para discutir cada um dos tópicos apresentados, em forma de seminário. Os estudantes podem utilizar o *site* indicado acima ou mesmo elaborar um *podcast* com o tema para alcançar um público mais amplo.

Saúde do adolescente e sexualidade (p. 88)

Oriente os estudantes sobre a existência do médico hebiatra, que é o especialista em adolescentes. Se julgar necessário, peça a eles que façam um glossário com os termos em destaque. Reforce as medidas de saúde especiais para adolescentes. Fale sobre que as mudanças no corpo ocorrem em épocas diferentes nas pessoas. Isso costuma ser um tema que gera muita insegurança nos adolescentes. Quanto mais aberta e tranquila for a conversa sobre puberdade, melhor. Se julgar necessário, forneça um canal de comunicação *on-line* ou mesmo uma caixa para que os estudantes possam fazer perguntas de maneira anônima. O tema é de interesse deles, mas muitas vezes eles não se sentem à vontade para partilhar em público suas dúvidas e angústias.

Interligações (p. 88)

Oriente os estudantes a não julgar ou desvalorizar os relatos dos colegas. Existem diversos ritos na nossa sociedade, desde o baile de debutante até ritos religiosos comuns a certos grupos. O artigo disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-21002008000300004> (acesso em: 2 jul. 2020) pode ser utilizado para aprofundamento do assunto pelo professor.

Sexualidade (p. 89)

Discuta o termo "sexualidade" com os estudantes, explorando seu sentido amplo. O senso comum geralmente confunde o termo com outros, como sensualidade, libido ou vulgaridade. Deixe bem claro que a sexualidade é um aspecto amplo da constituição do indivíduo e tem a ver com a maneira como cada um se enxerga no mundo e interage com ele.

O papel dos gêneros costuma também levantar polêmicas. Esclareça aos estudantes que eles devem evitar estereótipos, pois essas reduções e simplificações são preconceituosas e limitam as potencialidades do indivíduo. Muitas vezes, a pressão por certas posturas e comportamentos pode tolher características do indivíduo, causando angústia, dor e sofrimento. Um exemplo é a afirmação de que meninos não podem demonstrar sentimentos, ou de que meninas não são boas em lógica matemática. Explique que a ciência mostra que tais afirmações não têm embasamento, e que um gênero não tem maior aptidão para lógica ou para linguagens artísticas do que outro. O importante é que os estudantes possam construir com autonomia seu próprio projeto de vida. Um artigo que auxilia o professor na construção do debate está disponível em: <http://www.revistas.usp.br/revbiologia/article/view/108728/107151>. Acesso em: 2 jul. 2020.

Esclareça que a orientação sexual tem relação com a atração que a pessoa sente, não tendo relação com a maneira como ela vê seu corpo, por exemplo. Explique também que, em alguns países, as sexualidades diferentes da heterossexualidade ainda são condenadas, em alguns casos com punições previstas em leis. Reforce o tema com estudos históricos de como outras culturas compreendem a sexualidade.

Comunicando ideias (p. 90)

Os debates propostos podem gerar polêmicas; portanto, preze pelo livre debate e respeito mútuo durante a condução da atividade, valorizando a empatia e reforçando o combate aos preconceitos.

Sugestão de atividade complementar

Esclareça a diferença entre agente causador, agente transmissor e mecanismos de transmissão. É comum os estudantes confundirem tais conceitos. Para sondar os conhecimentos prévios, pergunte aos estudantes sobre essas três terminologias para uma doença amplamente conhecida, como a dengue. É normal os estudantes confundirem o agente transmissor e o causador, dizendo que o *Aedes aegypt* é o causador da doença. Esclareça os termos antes de prosseguir com a leitura.

Doenças infecciosas ou transmissíveis (p. 90)

Reforce a questão das infecções sexualmente transmissíveis e a importância do preservativo como forma de evitá-las. Explique que, apesar de muitas dessas infecções terem tratamento, há casos em que o diagnóstico é difícil, o que pode atrasar o tratamento e deixar sequelas graves.

Ressalte a questão do preconceito, esclarecendo aos estudantes que o fato de uma pessoa ter uma infecção sexualmente transmissível não a impede de se relacionar com pessoas e ter amigos. Aproveite a **Caixa de ferramentas** para ressaltar a importância de financiamentos públicos de pesquisa para doenças negligenciadas, e reforce o número alarmante de pessoas com enfermidades desse tipo.

Sugestão de atividade complementar

Uma forma de auxiliar os estudantes a diferenciar os tipos de doença e assimilar melhor o conteúdo é a construção de um mapa mental diferenciando os tipos de doença, listando exemplos. Peça a eles que construam um mapa mental assim em uma folha à parte e que o compartilhem com os colegas, para que possam comparar e esclarecer dúvidas entre si.

Doenças degenerativas (p. 92)

Converse com os estudantes sobre a importância do autocuidado para minimizar as chances de doenças degene-

rativas, que podem causar muito sofrimento. A adolescência é uma fase de experimentações e, caso o estudante não faça escolhas responsáveis, pode desenvolver vícios e sequelas que aumentarão os riscos de se desenvolver tais doenças na vida adulta ou na velhice.

Doenças ocupacionais (p. 92)

Esse tema deve ser trabalhado mostrando aos estudantes os potenciais riscos de hábitos e costumes, evidenciando que eles podem desenvolver tais doenças a partir de hábitos rotineiros.

Doenças carenciais (p. 92)

Reforce que não há necessidade de saber a composição nutricional exata dos alimentos nem de tomar complementos manipulados ou vendidos em farmácias, sem que estes sejam receitados por médicos. Esclareça aos estudantes que uma dieta variada, com boa quantidade de frutas, legumes e verduras é geralmente suficiente para suprir vitaminas e sais minerais, cuja falta pode causar graves problemas de saúde.

Sugestão de atividade complementar

Solicite aos estudantes que, em grupo, pesquisem sobre as principais doenças carenciais, suas causas e sintomas, bem como os alimentos cujo consumo é recomendado para a prevenção delas. O trabalho pode ser exposto na forma de folhetos, contendo também informações sobre boa nutrição, para serem distribuídos na escola.

Doenças causadas por toxinas ambientais (p. 92)

Explore com os estudantes o tema analisando quais alimentos são mais contaminados por agrotóxicos. A lista varia de tempos em tempos, mas pode ser verificada na página da Anvisa na internet, na seção de resíduos em alimentos. Debata a questão dos alimentos orgânicos, pedindo aos estudantes que analisem se é possível o consumo deles na região onde vivem, verificando as diferenças de valor entre esses produtos e os convencionais. Se julgar pertinente, peça aos estudantes que façam uma pesquisa sobre os principais agrotóxicos encontrados nos alimentos e pesquisem os efeitos deles na saúde.

Ao discutir substâncias tóxicas, em especial as que se acumulam nas cadeias tróficas, como metais pesados, pode-se retomar o estudo da bioacumulação ou magnificação trófica. Retome os conceitos de fluxo de energia e pirâmide de energia ao debater o tema com os estudantes. A revista *Pesquisa Fapesp* tem material sobre o tema, com vídeos explicativos. Se possível, repasse o material aos estudantes para aprofundar o debate: <https://revistapesquisa.fapesp.br/contaminacao-alem-do-garimpo/>. Acesso em: 2 jul. 2020.

Doenças e o corpo humano (p. 93)

Durante o debate da leitura, reforce as questões de autocuidado, retomando o funcionamento de cada sistema corporal. É comum que durante a adolescência exista uma certa sensação de invulnerabilidade. Encaminhe a discussão para que os estudantes compreendam que muitos dos problemas listados no capítulo se desenvolvem no longo prazo. Reforce também que todas as doenças devem sempre ser diagnosticadas e acompanhadas por médicos, retomando a discussão do início do capítulo sobre as diferenças da medicina baseada em ciência.

Comunicando ideias (p. 94)

O Brasil tem grande incidência de doenças negligenciadas. Oriente os estudantes a buscar informações em órgãos públicos que são tidos como referência em epidemiologia, como a Fundação Oswaldo Cruz, o Instituto de Infectologia Emílio Ribas, o Instituto Adolfo Lutz, entre outros. Tais centros são referências em pesquisas e tratamentos para diversas enfermidades tropicais.

Retome o debate sobre toxidade de metais pesados e peça aos estudantes que pesquisem sobre os materiais presentes na pilha para esclarecer seus perigos durante a campanha.

Tecnologia na saúde (p. 95)

Inicie debatendo a pandemia de Sars-Cov-2 em 2020. Se possível, analise informações divulgadas por órgãos oficiais e consórcios criados para levantar e disponibilizar dados sobre a evolução da pandemia no Brasil. Um exemplo de consórcio do tipo é encontrado no endereço: <https://covid19br.github.io> (acesso em: 2 jul. 2020), que trabalhou com inúmeras fontes de dados para analisar a pandemia e fazer previsões. Retome as discussões sobre as previsões do isolamento. Deixe que os estudantes falem de suas experiências e impressões pessoais acerca do processo.

Debata os tipos de exames diagnósticos e questione os estudantes sobre os tipos de exame de imagem que eles já fizeram. Se julgar pertinente, organize pesquisas em grupo para que os estudantes expliquem o funcionamento de cada um, de preferência com o auxílio do professor de Física.

Caixa de ferramentas (p. 95)

Se possível, traga imagens de exames ou solicite aos estudantes que tragam imagens de exames que já fizeram para auxiliar a visualização das diferenças entre eles.

Métodos contraceptivos (p. 96)

Reforce a importância do preservativo como método de prevenção a ISTs. Se possível, peça aos estudantes que façam cartazes e traga exemplos de cada um dos métodos listados no livro (muitos podem ser obtidos gratuitamente em postos de saúde), para que os manuseiem e conheçam.

Reforce também a baixa eficácia dos métodos comportamentais e explicite como eles podem ser falhos. Se possível, recomende o *site*: <https://www.vivasuavida.com.br/pt/metodos-contraceptivos> (acesso em: 2 jul. 2020), para que os estudantes saibam mais sobre diferentes métodos contraceptivos.

O sistema imunitário humano (p. 97)

Esse tema permite retomar conhecimentos dos estudantes em relação à importância da vacinação, bem como aprofundar conceitos de saúde pública.

Debata com os estudantes sobre as diferenças da imunização passiva e ativa. Esclareça que os soros mais comuns são os antiofídicos, mas existem outros, como o antipestoso. O *site* do Instituto Butantan traz diferentes tipos de vacinas e soros produzidos. Disponível em: <http://www.butantan.gov.br/soros-e-vacinas>. Acesso em: 2 jul. 2020. Reforce que o soro é indicado após o contato com o agente e a vacina, antes.

EM OBRA

Sugestão de atividade complementar

Solicite uma pesquisa aos estudantes sobre as doenças erradicadas por meio de campanhas de vacinação. Peça a cada grupo que escolha uma doença para pesquisar e apresentar informações sobre o agente infeccioso e as formas de transmissão, debatendo sobre os ganhos na erradicação dessas doenças.

As vacinas, como explicado na página 98, tiveram início a partir da observação de um padrão de aquisição de imunidade: um indivíduo é exposto a agentes patogênicos enfraquecidos, mortos ou apenas partículas deles, recuperando-se da doença e desenvolvendo anticorpos contra aquele agente. Compreender a situação em que se observa um problema, se encontra a solução e a reaproveita em novas situações, como no desenvolvimento das vacinas, coloca os estudantes em contato com habilidades que dialogam com o pilar **reconhecimento de padrões** do pensamento computacional.

Tecnologia no tratamento de doenças (p. 99)

Esclareça que a invenção de novos medicamentos pode trazer ganhos enormes para a sociedade. Para ilustrar o ponto, pode-se falar do caso da penicilina, tratado na matéria disponível em: <https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/almanaque/como-faziamos-sem-antibioticos-penicilina.phtml>. Acesso em: 2 jul. 2020. Discuta também como a automedicação pode ser prejudicial para o indivíduo e para a população como um todo, no caso da seleção de variedades de microrganismos patogênicos resistentes a antibióticos.

Deve-se debater com os estudantes sobre a resistência aos antibióticos. A matéria da BBC disponível em <https://www.bbc.com/portuguese/geral-38046429> (acesso em: 2 jul. 2020) traça um panorama da situação no mundo e deve ser lida e analisada levando-se em consideração as questões evolutivas por trás do fenômeno.

Interligações (p. 99)

Aproveite a oportunidade para realizar uma análise do Sistema Único de Saúde no seu município, avaliando os tratamentos disponíveis e a facilidade de acesso a eles. Caso os estudantes relatem problemas nesse sistema, solicite que os enumerem e que, conjuntamente, escrevam uma carta para a câmara de vereadores, citando os problemas, avaliando os riscos que eles representam, demandando (e propondo) soluções.

Comunicando ideias (p. 99)

As duas questões abordam arte e cultura. Estimule os estudantes a usarem a criatividade. Pode-se sugerir que os trabalhos sejam em duplas ou trios, de forma que um desenha e outro foca no texto e na ideia do cartum, por exemplo. Se possível, divulguem as tirinhas para um número ainda maior de pessoas, usando as redes sociais ou aplicativos de mensagem.

Saúde no Brasil (p. 100)

Após a leitura do texto, aprofunde o estudo com os estudantes analisando os institutos de pesquisa que levam os nomes dos pesquisadores, considerando o ramo de atuação dessas instituições. Muitos desses institutos são referências internacionais nas pesquisas em suas áreas. Trace um paralelo entre o ceticismo que as pessoas tinham na revolta da vacina e o ceticismo que encontramos hoje contra a ciência em muitos discursos. Aproveite para explorar a capacidade argumentativa dos estudantes, solicitando um texto dissertativo acerca da importância da vacinação.

O Sistema Único de Saúde (SUS) (p. 101)

Reforce a importância do SUS para além da criação de hospitais. Apresente o vídeo feito pelo Instituto de Direito Sanitário Aplicado (Idisa) disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FPS8FxcCgvU> (acesso em: 2 jul. 2020). Debata a importância do sistema público de saúde e discuta com os estudantes a imagem que a população em geral tem dele.

Interligações (p. 101)

Existem muitos exemplos de mulheres com atuações de destaque em diversas áreas, e é importante explorar as dificuldades que tais mulheres enfrentam. Na história da ciência existem inúmeros exemplos de tais dificuldades, como a descoberta da estrutura do DNA, que não foi creditada à mulher que primeiro o desvendou, Rosalind Franklin. Outro caso é o de Barbara McClintock, que descobriu os elementos de transposição. Matérias sobre esses exemplos podem ser encontradas em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2020/04/quem-foi-rosalind-franklin-quimica-que-descobriu-estrutura-do-dna.html> e <https://revistapesquisa.fapesp.br/conhecimento-aos-saltos/>. Acessos em: 2 jul. 2020.

Qualidade de vida nas diferentes regiões do Brasil (p. 101)

Se possível, leia o texto e peça aos estudantes que naveguem no mapa do *Atlas Brasil*, investigando os diferentes indicadores: <http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/mapa> (acesso em: 2 jul. 2020). O *site* pode ser explorado para diferentes atividades, como a criação de mapas e gráficos temáticos.

Interligações (p. 102)

Retome o debate com os estudantes sobre como o conhecimento tradicional pode servir de base para a descoberta de princípios ativos. Deixe que os estudantes façam as atividades de forma individual e realize uma roda de conversa ao final.

Qualidade de vida e hábitos saudáveis (p. 103)

Debata os pontos colocados como sugestões embasadas para manter uma qualidade de vida voltada à saúde, e pergunte aos estudantes se eles sugerem outros. É possível que eles retomem a discussão do início do capítulo, sobre a saúde mental. Discuta também os próprios hábitos dos estudantes, reforçando a importância do autocuidado.

Comunicando ideias (p. 105)

A atividade contribui para desmistificar a visão que muitos estudantes têm do tabaco como uma droga menos maléfica, mais simples de abandonar, em especial em relação ao seu uso social em narguilés. Estimule os estudantes a refletir também sobre os custos individuais do vício e sobre como a indústria do tabaco lucra bilhões de dólares anualmente com um produto que sabidamente é muito prejudicial à saúde.

MANUAL DO PROFESSOR

Interligações (p. 105)

Debata com os estudantes a importância do uso consciente das redes sociais e de como elas podem desencadear diversas reações emocionais, como ansiedade ou depressão, e como muitas vezes o uso impróprio das redes sociais pode atrapalhar outros aspectos da vida.

Avaliação

A avaliação deve ser contínua, em especial observando os debates dos estudantes durante o capítulo. Caso julgue necessária uma avaliação final, além das atividades realizadas ao longo do capítulo, sugira aos estudantes que pensem em uma atividade final debatendo saúde e qualidade de vida. Uma opção pode ser a produção de um *podcast*. Pode-se sortear temas como saúde mental, saúde sexual, hábitos saudáveis, entre outros, e sugerir aos estudantes que apresentem o tema e entrevistem profissionais da área de forma a montar um programa de áudio que apresente e explique o tema a um público mais amplo.

Bibliografia complementar

- ADOLESCÊNCIA e saúde. Disponível em: <http://www.adolescenciaesaude.com/>. Acesso em: 2 jul. 2020.
  Site sobre saúde na adolescência mantido pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro.
- OMS Brasil. Disponível em: <https://www.who.int/eportuguese/countries/bra/pt/>. Acesso em: 2 jul. 2020.
  Site da Organização Mundial da Saúde, farto em estatísticas e materiais de divulgação sobre saúde.

Resoluções

Atividade (p. 87)

1. Os diversos índices são calculados levando-se em conta dados sobre os aspectos físicos (saneamento, doenças endêmicas, doenças infantis), mentais (guerras e pobreza) e sociais (acesso a educação e serviços de saúde). Portanto, refletem o estado dos diversos fatores que influenciam a saúde, tal como definida pela OMS.

Atividade (p. 89)

1. Resposta pessoal. Proponha o desenvolvimento de um parágrafo para descrever as mudanças físicas e comportamentais. O que causa essas alterações são os hormônios sexuais produzidos nos testículos e nos ovários.

Comunicando ideias (p. 90)

1. Permita a elaboração dos tópicos pelos estudantes e o compartilhamento de opiniões. Alguns exemplos que podem ser citados: a escolha das cores azul e rosa para identificar o sexo dos bebês; o uso diferencial de brinquedos (carrinho e boneca, por exemplo) e o comportamento de pessoas adultas, até mesmo quanto à valorização preferencial de algumas atividades, discutindo por que algumas pessoas ainda acreditam que é função do homem "trabalhar para garantir o sustento familiar" enquanto a mulher deve "ter filhos e cuidar da casa". É possível que os estudantes apresentem uma concepção mais moderna dos papéis de homens e mulheres, atribuindo diversos comportamentos iguais a ambos. A discussão do valor e da origem dos papéis deve ser guiada para mostrar uma equivalência entre os sexos, ou seja, para a desconstrução dos papéis clássicos relacionados a cada um deles.
2. Inúmeros exemplos podem ser trazidos nesta atividade. É provável que os estudantes percebam mudanças que vão desde simples direitos (como o direito ao voto) até mudanças comportamentais profundas (como a expansão feminina no mercado de trabalho). É importante proporcionar um ambiente de respeito para a discussão em sala de aula, em que os estudantes possam expor sua opinião e reconhecer a importância da igualdade de direitos entre as pessoas.
3. Proporcione condições para exposição da opinião e participação de cada um. Caso os estudantes tenham dificuldade em identificar situações reais, sugira exemplos hipotéticos.

Atividade (p. 94)

1. Uma atitude consciente seria que ele aconselhasse o amigo a procurar um médico, descrever os sintomas e realizar os exames sugeridos para determinar se tem alguma IST. Outro conselho importante seria tomar os cuidados necessários em sua vida sexual para não propagar a doença até que o resultado seja confirmado.

Comunicando ideias (p. 94)

1. Algumas das principais doenças negligenciadas no Brasil são dengue, doença de Chagas, esquistossomose, malária, doença do sono e leishmaniose visceral. A dengue é a que tem maior incidência no Brasil. Os estudantes podem discutir a importância do envolvimento do governo para combater tais doenças, já que são negligenciadas pelas indústrias farmacêuticas, que não têm com elas lucro significativo. Algumas políticas públicas que podem contribuir para o combate a essas doenças são o investimento em saneamento básico e no tratamento de doentes e o incentivo a instituições de pesquisa para que estudem essas doenças.
2. Conscientize os estudantes de que esses equipamentos contêm metais pesados em sua composição e precisam ser recolhidos para não contaminarem o solo dos aterros sanitários. A campanha pode incluir a produção de cartazes e deve, preferencialmente,

MANUAL

estimular a participação de pais e funcionários da escola, além de estudantes de outros anos. De forma geral, alguns supermercados e postos de gasolina têm programas para recolhimento desse tipo de descarte.

Atividades (p. 99)

1. Inúmeros exemplos podem ser levantados, como escova e pasta de dente, tratamento de água e de esgoto, medicamentos, redes e camas para dormir, equipamentos para esportes e máquinas de uso agrícola.
2. O conselho deve destacar a importância dos métodos contraceptivos para pessoas que estão iniciando sua vida sexual, e o preservativo deve ser indicado como o único contraceptivo que também previne contra as ISTs. Além disso, seria interessante sugerir uma consulta com um profissional da saúde, que pode dar mais informações e responder a dúvidas sobre o assunto.
3. A metodologia empregada seria totalmente condenada pelos conselhos de ética atual. Existem protocolos e passos a serem seguidos até que um medicamento ou vacina comece a ser testado em humanos.

Comunicando ideias (p. 99)

1. A atividade valoriza a criatividade, o desenvolvimento de outra forma de expressão escrita e o trabalho coletivo. Pode-se promover um concurso para eleição das melhores tirinhas entre a comunidade escolar. As tirinhas vencedoras podem ser enviadas a jornais e revistas locais para divulgação dos métodos de prevenção de IST.
2. Estimule os estudantes a observarem criticamente a descrição da doença nos filmes, comentando pontos com os quais estejam de acordo e outros sobre os quais tenham alguma crítica sobre como a história foi retratada, ou mesmo sobre a forma de atuação dos personagens diante da situação.

Atividades (p. 102)

1. O IDH dos municípios brasileiros pode ser consultado na página da internet <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/> e o IDH dos países, na página <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/> (acessos em: 2 jul. 2020). É interessante que os estudantes percebam as diferenças de IDH entre as cidades e discutam os motivos.
2. Resposta pessoal. Conduza os estudantes à percepção de que na época as informações a respeito da importância da vacinação eram muito mais restritas, e que a forma como o episódio foi conduzido levou apenas a mais desconfiança da população. A principal ideia a ser construída é que é necessário conscientizar as pessoas com informação, não obrigá-las a receber a vacina.

Interligações (p. 102)

1. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes respondam que a cultura é importante como preservação da memória e fonte de novas análises e descobertas e que debatam formas que beneficiem as populações das descobertas da ciência.
2. Espera-se que os estudantes reconheçam a imensa biodiversidade da Amazônia.
3. As empresas querem estudar tais extratos e obter princípios ativos que possam comercializar de forma monopolista.
4. Resposta pessoal.

Atividades (p. 104)

1. Resposta pessoal. Estimule os estudantes a fazer uma avaliação dos próprios hábitos e de novas atitudes que poderiam adotar.
2. Pode-se iniciar uma discussão sobre embalagens e meio ambiente, incluindo definições de redução, reutilização e reciclagem.

Comunicando ideias (p. 105)

1. Desde 2000, é proibido veicular propaganda de cigarro nos meios de comunicação de massa, como televisão, jornais, revistas e *outdoors*. A propaganda é feita, principalmente, nos locais de venda e em eventos patrocinados pelas marcas. No final de 2012, a Justiça determinou a proibição de propagandas de bebidas alcoólicas, incluindo cervejas e vinhos, em rádio e televisão, entre 6 h e 21 h. Oriente os estudantes a obter dados atualizados e, se possível, comparar a situação do Brasil com a de outros países. Antes do debate, oriente-os a organizar os argumentos por escrito e preparar questões. A mediação pode ser feita por estudantes, que devem zelar para que o debate transcorra com respeito mútuo.
2. O método de entrevistas aproxima os estudantes de histórias reais e pode, por isso, provocar efeitos variados. Procure chamar a atenção da turma para as semelhanças e as diferenças nos relatos trazidos.

Interligações (p. 105)

1. Espera-se que os estudantes respondam que as três, por doenças ocupacionais, mas principalmente por componentes sociais e mentais.

2. a) Narcisismo é uma autoimagem exacerbada. Tem origem no mito grego de Narciso, o jovem que se apaixona pela própria imagem e se afoga no lago ao se ver refletido nele.
   b) Resposta pessoal.

3. a) Resposta pessoal. Espera-se que a pressão pelo corpo perfeito entre outros fatores aumentem a pressão nas meninas.
   b) Espera-se que os estudantes respondam que sim, propondo escolhas responsáveis no uso das redes.

EDIÇÃO INTERNA

ATIVIDADES FINAIS (p. 106)

1. Saúde não é apenas a ausência de doença, equivalendo a um estado de bem-estar físico, mental e social. Inclui acesso a moradia, saneamento, educação, serviços de saúde, condições de crescimento humano e profissional.

2. Alguns exemplos de atitudes: para doenças infecciosas, manter boas práticas de higiene e vacinação; para doenças degenerativas, alimentação saudável e evitar o tabagismo; para doenças ocupacionais, utilizar equipamento de proteção compatível com o trabalho e seguir as recomendações de duração para as atividades no trabalho; para doenças carenciais, ter uma alimentação balanceada e ingerir suplementos vitamínicos; e para infecções sexualmente transmissíveis, utilizar preservativo e vacinação em alguns casos.

3. Os testículos produzem testosterona, que promove as alterações no corpo dos meninos durante a puberdade (aumento da massa muscular, amadurecimento dos órgãos genitais, crescimento de pelos, aumento da transpiração etc.). Os ovários produzem estrógeno e progesterona. Seus efeitos incluem as alterações no corpo das meninas durante a puberdade (alargamento do quadril, amadurecimento dos órgãos genitais, crescimento de pelos etc.) e o desenvolvimento do endométrio, que pode levar à menstruação.

4. A tabela abaixo mostra alguns exemplos.

IST	Sintomas	Tipo do agente causador
Sífilis	Lesões avermelhadas nas palmas das mãos e nos pés.	Bactéria *Treponema pallidum*
Gonorreia	Dor e ardência ao urinar.	Bactéria *Neisseria gonorrhoeae*
Clamídia	Formação de vesículas nos órgãos genitais externos e inflamação dos linfonodos da virilha.	Bactéria *Chlamydia trachomatis*
Condiloma acuminado	Formação de verrugas ou pápulas nos órgãos genitais externos e ânus.	Vírus HPV
Candidíase	Coceira e vermelhidão nas mucosas e secreção esbranquiçada nas mulheres.	Fungo *Candida albicans*
Herpes genital	Surgimento de pequenas bolhas doloridas nos órgãos genitais externos.	Vírus HSV-2
Aids	Diminuição das defesas do organismo.	Vírus HIV

5. Não é importante, nesse caso, a correção científica das respostas, mas sim a descrição do raciocínio utilizado pelo estudante para chegar a elas. A seguir, exemplos de respostas para essas questões.
   a) A maioria das vacinas é fabricada a partir de agentes patogênicos enfraquecidos ou mortos. Assim, a vacina contra a esquistossomose deve ter sido produzida utilizando fragmentos ou organismos inteiros do *Schistossoma* que estivessem mortos ou sem capacidade de provocar a doença.
   b) Sim, é muito importante que testes sejam realizados, para certificação de que a vacina não provocará a doença ou nenhuma outra enfermidade quando aplicada em uma grande parcela da população. Podem ser feitos testes aplicando-se a vacina em animais cobaias ou em pequenos grupos controlados de seres humanos, com consentimento dos envolvidos.
   c) Primeiro, deve ser feito um estudo para identificação e análise do agente causador da doença. Depois, deve-se definir como o sistema imune das pessoas será estimulado sem causar a doença, ou seja, se será usado o agente causador inativado inteiro ou se fragmentos ou estruturas específicas são mais apropriados. Com essas fases concluídas, são iniciados os testes em parcelas menores da população para certificação de que não causam a doença ou outra enfermidade, e para identificação da dosagem apropriada. Analisados esses resultados, as vacinas podem ser fornecidas para parcelas maiores da população.

6. Se a mulher e seu parceiro desejarem se prevenir também contra a transmissão de IST, eles devem usar preservativo, já que os anticoncepcionais orais não os protegem contra esse tipo de doença.

7. A pessoa com anorexia nervosa apresenta um medo intenso de engordar e muitas vezes tem uma imagem distorcida do próprio corpo. Por considerar-se gorda mesmo estando magra, acaba apresentando comportamentos obsessivos, como excesso de exercícios e pouca ingestão de alimentos, que prejudicam sua saúde por ficar mais magra do que o saudável. Já a hiperfagia consiste na ingestão excessiva de alimentos, podendo ser provocada por um distúrbio psicológico ou alterações genéticas (como no caso da síndrome de Prader-Willi, em que o organismo não produz a substância que nos transmite a sensação de saciedade). Sem cuidado, leva à obesidade, aumentando o risco de doenças associadas, como infarto e diabetes.

8. O Brasil tem elevado número de crimes de intolerância em relação à diversidade sexual, o que justifica a discussão desse assunto em sala de aula. Inclua políticas públicas e entidades que lutam contra esse tipo de preconceito como fontes de informação para um debate com os estudantes.

9. Alternativa **e**. A afirmação II está incorreta, pois epidemia e endemia são conceitos distintos, como indicado nas outras afirmações.

10. Alternativa **e**. O uso de agentes antirretrovirais inibe a transcriptase reversa, enzima dos retrovírus indispensável à sua multiplicação.

MODELO

Capítulo 5

Algumas substâncias utilizadas na área da saúde

Professor indicado

Recomenda-se que este 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	Página
1	A evolução histórica, social e científica é abordada ao longo do capítulo por meio da discussão sobre os avanços tecnológicos da Química, em especial da área de Orgânica, associados aos conhecimentos das propriedades das substâncias e da obtenção de medicamentos sintéticos e do sabão, um produto que faz parte de nosso cotidiano e de grande importância no combate à contaminação por microrganismos nocivos à saúde. Na seção **Para começo de conversa**, os estudantes são convidados a refletir sobre como, no decorrer da história da Química, os materiais e suas propriedades foram estudados. Dessa forma, o docente pode conduzir discussões sobre como os cientistas se inseriram em momentos históricos e como suas culturas influenciaram na produção do conhecimento científico.	108, 109, 110, 111, 112, 117
2	Na seção **Interligações** – **Ácido acetilsalicílico: um centenário que não envelhece** há uma proposta de atividade que incentiva os estudantes a exercitar a curiosidade intelectual e aplicar os conhecimentos científicos para argumentar a proposição de uma hipótese que aborda os riscos da automedicação. Na seção **Atividades finais**, a atividade 1 proporciona ao estudante a oportunidade de aplicação de conhecimentos científicos para a resolução de um problema.	112, 128
3	Na seção **Interligações – O etanol: um depressor do sistema nervoso**, os estudantes são motivados a produzir uma campanha de prevenção ao consumo de bebidas alcoólicas por meio de uma HQ direcionada ao público jovem. Dessa forma, os estudantes podem valorizar e fruir esse gênero textual que utiliza a expressão artística como forma de aprimoramento da interação entre o leitor e o texto. No capítulo 5, no decorrer do texto **Higienização do corpo: uso do sabão**, os estudantes são convidados a refletir sobre diversas culturas e seus modos de produção de sabões, favorecendo a ampliação de seu repertório cultural, estimulando também a identificação de mecanismos diferentes dos científicos para produção de materiais do dia a dia.	116, 117
4	A comunicação multimodal está presente em diversas atividades do capítulo. Dessa forma, será possível que os alunos expressem seus conhecimentos por meio da discussão e produção de vídeos, cartazes, histórias em quadrinhos e outros materiais, expressando informações sobre diversos temas, como riscos da automedicação, prevenção ao alcoolismo, importância da higienização das mãos para a redução da contaminação por microrganismos e problemas associados à adulteração de alimentos. Na seção **Comunicando ideias**, há uma proposta de pesquisa e construção de materiais informativos sobre o jeito correto de lavar as mãos para manter uma boa higiene e combater a transmissão da Covid-19.	112, 113, 116, 118, 128
5	São propostas diferentes atividades de pesquisas e compartilhamentos de informações que oportunizam o uso da internet e das redes sociais, para que os estudantes se apropriem dessas tecnologias de forma crítica, significativa e responsável. Na atividade 1 da seção **Atividades finais**, os estudantes são convidados a produzir vídeos para veiculação, no meio digital, de informações sobre a adulteração de produtos e como os consumidores podem resolver tais problemas.	112,113, 118, 128
7	Com base em dados expostos ao longo do capítulo e pesquisas de informações, nas atividades os estudantes poderão exercitar a argumentação. Por exemplo, com base nos dados sobre a ação germicida do etanol em misturas utilizadas em hospitais, os estudantes deverão construir argumentos que justifiquem o uso de determinadas soluções alcoólicas, como desinfetantes. Outro contexto trabalhado é sobre a adulteração de alimentos e os riscos à saúde da população. Essas atividades contribuem, de maneira geral, para o desenvolvimento da consciência e do posicionamento ético e responsável em relação ao cuidado de si mesmo e dos outros. Na seção **Atividades finais**, os estudantes avaliarão criticamente a presença de adulterantes em produtos comerciais. Nesse sentido, desenvolverão a argumentação ao dialogar sobre a importância de se conhecer a composição e as formas de produção de materiais diversos.	115, 128, 130
8	Neste capítulo, aborda-se o tema da dependência química e do alcoolismo, com ênfase nos processos bioquímicos e nas consequências à saúde humana. Por exemplo, na seção **Interligações – O etanol: um depressor do sistema nervoso** e **Atividades finais**, ao estudar sobre o consumo de álcool, os estudantes são levados à reflexão sobre como a ingestão dessa substância pode influenciar sua vida pessoal, sua saúde física, emocional e mental, estimulando o autocuidado, além de expandir essa reflexão para as pessoas que estão à sua volta. Esse contexto contribui para o diálogo sobre os desafios das juventudes relacionados à saúde física e emocional, propiciando a reflexão sobre como lidar com eles.	116, 130

continua

continuação

10	Neste capítulo, os estudantes são motivados a refletir sobre a automedicação, a adulteração de produtos e o alcoolismo. Durante as atividades, eles analisam dados, conceitos, sentimentos e emoções, que os levam a entender a realidade pessoal e coletiva, e a buscar meios e formas de mitigar o máximo possível os danos causados pelo mau uso de certas substâncias. Por fim, os estudantes podem conjecturar medidas que oportunizem a interferência direta na vida das pessoas e que promovam a saúde e o bem-estar social. Por exemplo, na seção **Interligações – O etanol: um depressor do sistema nervoso** e **Atividades finais**, após a reflexão sobre o consumo excessivo de álcool, os estudantes são convidados a pensar em soluções que possam respaldar princípios éticos, solidários, sustentáveis e voltados para a saúde pública, sempre visando ao bem coletivo e na própria autonomia e na tomada de decisões responsáveis.	116, 130

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
1	EM13CNT104	O presente capítulo discute aspectos da automedicação, do alcoolismo e da adulteração de alimentos. Dessa forma, os estudantes são conduzidos a uma reflexão e posterior prática de análise crítica das aplicações e interações das substâncias, por meio de discussões dos problemas que se apresentam.	128, 130
2	EM13CNT207	Alcoolismo e dependência química são tratados no capítulo, com ênfase no processo bioquímico envolvido e nos prejuízos à saúde humana. Nesse contexto, há uma proposta de atividade de produção de uma campanha de prevenção ao alcoolismo direcionada aos jovens, na qual os estudantes podem refletir e dialogar sobre os desafios cotidianos a que estão expostos.	116, 130
3	EM13CNT301	São propostas atividades em que os estudantes são incentivados a avaliar, construir hipóteses e previsões com base nos conhecimentos científicos em diversos contextos. Por exemplo, há uma atividade na qual os estudantes são incentivados a analisar as propriedades e interações das substâncias utilizadas na adulteração de alimentos e de outros produtos para prever os riscos à saúde e os aspectos econômicos envolvidos nessa situação-problema.	118, 127, 128, 129
	EM13CNT302	O capítulo apresenta atividades em que os estudantes são motivados a produzir materiais de divulgação para a promoção da discussão sobre o cuidado pessoal e coletivo, utilizando informações selecionadas e analisadas criticamente durante as pesquisas. No que tange à concentração do álcool e sua ação desinfetante, uma situação-problema é abordada para incentivar a interpretação de dados observados em relação à influência das concentrações das soluções alcoólicas nessa propriedade.	112, 118
	EM13CNT303	Este capítulo apresenta trechos de texto de terceiros, destinados à divulgação científica com abordagem química, para a discussão relacionada ao surgimento e ao uso da morfina como analgésico e à evolução histórico-social do ácido acetilsalicílico como alternativa à morfina.	112
	EM13CNT306	No que tange à avaliação de risco e ao uso de materiais específicos de segurança, o capítulo incentiva a pesquisa e produção de material de divulgação sobre a prática correta do uso do sabão e da higienização das mãos que contribuem para a redução do risco de contaminação por microrganismos.	118
	EM13CNT307	Neste capítulo, é apresentado aos estudantes as propriedades macroscópicas e submicroscópicas de diversos materiais. Além disso, ele também explora características de interação entre as moléculas. Nesse sentido, o capítulo consegue levar o estudante a refletir sobre as diversas propriedades e diferenças entre as substâncias químicas.	115

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo do capítulo

Para o estudo dos temas abordados no capítulo, considera-se importante que os estudantes estejam familiarizados com a **representação de fórmulas estruturais das moléculas**. Ao longo do capítulo são apresentados vários esquemas para a abordagem das temáticas geometria molecular, interações moleculares e estruturas de fármacos e substituintes. Outros conceitos a serem destacados são a **eletronegatividade**, necessário para explicar a polaridade das moléculas, e a **massa molar**.

A seguir, estão listadas algumas habilidades do Ensino Fundamental – Anos finais que serão resgatadas e aprofundadas durante o trabalho com este capítulo. Caso necessário, retome alguns conceitos que julgar mais pertinentes.

- **EF06CI04:** Associar a produção de medicamentos e outros materiais sintéticos ao desenvolvimento científico e tecnológico, reconhecendo benefícios e avaliando impactos socioambientais.
- **EF06CI10:** Explicar como o funcionamento do sistema nervoso pode ser afetado por substâncias psicoativas.
- **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).
- **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

Este capítulo tem por objetivo estabelecer relações entre conceitos químicos, como funções orgânicas, polaridade, geometria molecular, interações moleculares e propriedades das substâncias orgânicas. Também discute o uso dessas substâncias na área da saúde, para prevenção e tratamento de doenças.

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

- Identificar a presença de alguns grupos funcionais a partir da estrutura química de compostos orgânicos.
- Reconhecer o uso de medicamentos ao longo da história e sua importância, estabelecendo relação com as estruturas e propriedades dos compostos orgânicos e a evolução científica.
- Compreender a importância da descoberta dos sabões para a saúde.

  Identificar o mecanismo de ação de sabões e de detergentes em nível molecular, por meio dos conceitos de polaridade e solubilidade.
- Relacionar o consumo de bebidas alcoólicas a processos bioquímicos.
- Determinar a geometria molecular e a polaridade de uma substância a partir de conceitos como polaridade de ligação e da Teoria da repulsão dos pares eletrônicos.
- Relacionar o tipo de interação molecular com propriedades físico-químicas de uma substância.

O capítulo, de maneira geral, desenvolve-se em torno de algumas substâncias importantes para a área da saúde sob a perspectiva de conhecimentos de Química Orgânica e Bioquímica. A abordagem contextualizada adotada no desenvolvimento dos assuntos favorece reflexões muito importantes para a juventude, como as que envolvem o alcoolismo e a automedicação.

Dessa forma, os estudantes são estimulados a argumentar e analisar criticamente com base no conhecimento de características químicas das substâncias, como esses materiais são produzidos e o efeito dessas substâncias no organismo, o que pode contribuir para que eles busquem mais informações e saibam fazer escolhas mais conscientes.

Sugestões metodológicas

Para começo de conversa (p. 108)

Para iniciar a discussão dos temas do capítulo, peça aos estudantes que observem a imagem da abertura e sua respectiva legenda. Na sequência, questione qual é a importância e a influência da indústria farmacêutica para a sociedade. Oriente a discussão pedindo aos estudantes que citem exemplos de como eles imaginam que eram produzidos os medicamentos e a forma de produção atual. Para isso, comente que muitos filmes retratam épocas passadas e mostram situações em que é possível identificar como os medicamentos eram obtidos e comercializados. Peça aos estudantes que procurem recordar e citar alguns exemplos. Aproveite esses exemplos para fazer um paralelo comparativo sobre formas de obtenção, produção e comercialização dos medicamentos. Essa discussão tem como objetivo despertar a curiosidade e o reconhecimento do desenvolvimento tecnológico relacionado à produção de medicamentos. Esse trabalho favorece as *competências gerais 1* e *3* da BNCC.

Na sequência, peça aos estudantes que socializem com o restante da turma suas ideias sobre as duas questões propostas na seção, que envolve os riscos à saúde em relação ao consumo de medicamentos. Oriente a discussão de maneira a esclarecer os riscos envolvidos tanto no consumo como no descarte dos medicamentos. Essa abordagem contribui para o desenvolvimento da habilidade EM13CNT104. Para saber mais sobre o descarte adequado de medicamentos, sugerimos acessar o artigo *Governo federal regulamenta correto descarte de medicamentos*, disponível em: <https://mma.gov.br/informma/item/15759-governo-federal-regulamenta-correto-descarte-de-medicamentos.html>; acesso em: 30 jul. 2020.

Utilize as questões propostas no texto dessa seção para reconhecer as concepções dos estudantes sobre medicamentos, automedicação e descarte adequado de medicamentos. Ao questioná-los se os medicamentos podem fazer mal à saúde, observe se eles demonstram compreender que, em sua maioria, os medicamentos apresentam efeitos colaterais e devem ser ingeridos somente sob orientação profissional. Medicações fitoterápicas podem apresentar reações adversas e interações medicamentosas com outras substâncias. Assim, é importante aproveitar esse momento para propor aos estudantes uma reflexão sobre os perigos da automedicação. Se julgar pertinente, cite a questão da seleção de microrganismos resistentes pelo uso incorreto ou indiscriminado de antibióticos.

Questione aos estudantes sobre como são descartados, em suas casas, aqueles medicamentos que já passaram do prazo de validade. Pergunte se eles já observaram, em alguma farmácia ou unidade de saúde, a presença de postos de coleta de medicamentos que não foram utilizados ou que estão fora do prazo de validade. Conduza-os a refletir do por que essa ação é importante. Diversos estudos já demonstraram que algumas substâncias, como hormônios e antibióticos, não são totalmente removidos no processo de tratamento de água e esgoto e demoram para se degradar, causando impacto ao ambiente e bioacumulação em diversos níveis tróficos.

Funções orgânicas (p. 109)

Inicie a discussão deste tópico problematizando com os estudantes sobre a enorme diversidade de substâncias orgânicas que existem. Utilizando a lousa, apresente exemplos dos diferentes tipos de cadeia carbônica e como os compostos podem se transformar.

Explique aos estudantes que, ao longo da história, a partir de experimentos, foram identificadas características em comum de algumas substâncias. Posteriormente, descobriu-se que algumas destas apresentavam grupos atômicos iguais e que foram chamados de grupos funcionais que caracterizam as funções orgânicas.

Tente apresentar cada função orgânica, presente na tabela do **Livro do Estudante**, dentro de um contexto em que os estudantes possam reconhecer algumas propriedades em comum das substâncias de um mesmo grupo orgânico, de maneira similar à abordada no texto didático sobre a função ácido carboxílico. Espera-se que esse trabalho atribua maior significado ao aprendizado dos estudantes.

Anestésicos (p. 110)

Neste tópico, aborde o assunto buscando evidenciar a evolução histórico-científica dos anestésicos. Procure pontuar como a Ciência é evolutiva e que o conhecimento é compartilhado entre a comunidade científica para que a sociedade se beneficie dos avanços. Destaque o caso do estadunidense Crawford Williamson Long, que utilizou o éter em 1842, quatro anos antes da data em que a comunidade científica reconheceu o uso dos éteres – explique que isso ocorreu pelo fato de o conhecimento não ter sido compartilhado.

MODELO

Ao indicar o halotano, o isoflurano e o sevoflurano, possibilite aos estudantes que identifiquem as semelhanças entre as fórmulas estruturais e a composição das substâncias. Explique que compostos com estruturas semelhantes tendem a ter comportamento também semelhante e, por isso, muitas pesquisas científicas que buscam desenvolver novos fármacos/medicamentos se baseiam nessa premissa. Comente que outra possibilidade de estudo e desenvolvimento de fármacos/medicamentos é pela tentativa e erro, em que a possibilidade de obter um princípio ativo é muito baixa. Outra opção é utilizar o conhecimento passado de geração em geração sobre o uso de folhas, chás e remédios caseiros para estudar e identificar a composição e as substâncias presentes e, depois, tentar entender como é o mecanismo de ação diante da enfermidade.

Analgésicos (p. 111)

Neste tópico, aborda-se o conceito histórico que demonstra a evolução da Ciência, utilizando como ponto de partida estudos anteriores e mostrando como se direcionam as pesquisas relacionadas aos fármacos.

Explique que, por essas substâncias desencadearem uma série de processos bioquímicos complexos no organismo, as drogas medicamentosas apresentarão efeito colaterais. Por exemplo: o uso da morfina pode facilmente gerar dependência química no indivíduo. Pontue que os efeitos colaterais sempre existirão, porém não devem ser tão prejudiciais à saúde humana quanto a enfermidade que se pretende tratar. Esclareça que os efeitos colaterais são levantados na fase de testes dos novos tratamentos e os protocolos são seguidos para garantir que não haja nenhum prejuízo à saúde humana.

Peça aos estudantes que tragam de casa uma bula de um medicamento qualquer, faça-os ler principalmente a parte de "indicação", "contraindicação" e "reações adversas". Pontue que, uma vez na corrente sanguínea, a substância do princípio ativo está propícia a sofrer diversas reações químicas além da desejada.

Interligações (p.112)

O texto aborda brevemente um pouco da história da descoberta e do desenvolvimento de medicamentos que têm como princípio ativo o ácido acetilsalicílico que pode gerar uma discussão sobre a relação entre os saberes populares sobre o uso das plantas medicinais e os conhecimentos científicos, favorecendo a *competência geral 1*.

Para explorar esse tema, sugerimos a leitura do artigo *Plantas medicinais: valorização e preservação do conhecimento popular associado ao conhecimento científico*, de Silvia Raquel Martini Korczovei e Mariza Barion Romagnolo (2013), disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_uem_cien_artigo_silvia_raquel_martini_korczovei.pdf>; acesso em: 30 jul. 2020.

Na atividade de produção de um material de divulgação de combate à automedicação, sugerimos orientar os estudantes a produzir materiais com foco em diferentes públicos. Dessa forma, eles são incentivados a refletir sobre a melhor forma de comunicação para atingir seu público-alvo. Sugira a eles que façam uma pesquisa sobre os perigos da automedicação entre jovens, adultos e idosos, por exemplo, para definirem qual será o conteúdo abordado para atingir o público-alvo em questão. Esse trabalho favorece o desenvolvimento das *competências gerais 2*, *4* e *5* da BNCC.

Sugestão de atividade complementar: atividade prática

A atividade prática de identificação de ácido salicílico em produtos dermatológicos utilizando materiais convencionais propicia o desenvolvimento das habilidades EM13CNT205, EM13CNT301 e EM13CNT307.

O ácido salicílico é utilizado também na indústria de cosméticos. Essa substância, quando em contato com a pele ocasiona a descamação da região onde há uma hiperceratose (aumento das camadas da pele e enrijecimento da pele). Por esse motivo, esse ácido é utilizado nos tratamentos de acne e verruga, e nos tratamentos estéticos, como *peeling* e clareamento de pele. Essa atividade proposta visa identificar a presença desse ácido por meio da formação de um complexo férrico de coloração vermelha, a púrpura. O ácido salicílico na presença de íons Fe^{3+} forma o complexo de ferro e salicilato, que pode ser identificado pela coloração. Nesta atividade, materiais alternativos aos reagentes de laboratório (de difícil aquisição) são utilizados permitindo adaptar as técnicas empregadas em laboratório.

Durante a atividade, explique que o ácido salicílico é diferente do ácido acetilsalicílico, porém são similares. Para abordar essa parte, utilize as fórmulas estruturais apresentadas no **Livro do Estudante**. Discuta a sensibilidade da técnica e a inviabilidade de identificar traços de ácido salicílico em concentrações abaixo de 0,01 mol/L. Finalize pedindo um relatório contendo introdução teórica, metodologia, resultados, discussões e conclusões.

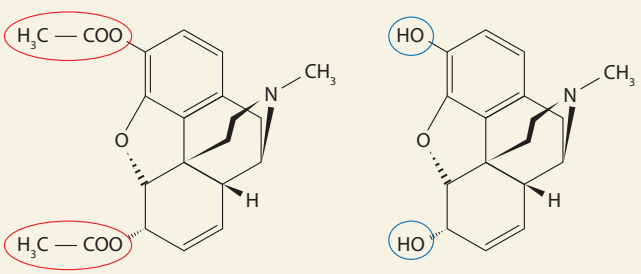
Para verificar os procedimentos experimentais, leia o artigo *Identificação de ácido salicílico em produtos dermatológicos utilizando-se materiais convencionais*, de Carlos Alberto Fernandes de Oliveira e colaboradores (2011), disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_2/08-EEQ2310.pdf>; acesso em: 30 jul. 2020.

Morfina (p. 113)

Inicie perguntando aos estudantes sobre o que eles sabem sobre a morfina, sua origem, seus usos, se alguém tem conhecimento de alguma pessoa que já fez uso etc. Nesse momento, é de suma importância dar atenção ao que os estudantes dizem, pois será possível, junto à turma, problematizar e explorar as representações que a sociedade tem sobre as drogas e os medicamentos. Possivelmente, eles poderão falar sobre filmes e experiências pessoais onde foi preciso utilizar a morfina.

Peça que leiam o texto e, em conjunto, tracem uma linha do tempo na lousa a partir dos acontecimentos citados. Leve-os a refletir sobre o momento histórico que o cientista vivia, como era o uso do ópio naquela sociedade e sobre as condições dos cientistas de estudarem novos produtos.

Para ficar mais claro, represente na lousa a diferença estrutural entre as moléculas de morfina e heroína:



heroína morfina

Aproveite e explore as características dessa representação, como as funções orgânicas presentes, a disposição do anel benzênico, a presença de um nitrogênio que está fora do plano e a consequente mudança nos efeitos da dependência química.

Se necessário, esclareça que a morfina segue sendo utilizada, porém agora com mais parcimônia devido à possibilidade de causar dependência química.

Ao final, comente com os estudantes que o desenvolvimento de medicamentos é um processo demorado e dispendioso, geralmente feito com financiamento público e com investimento da indústria farmacêutica. Um princípio ativo, quando encontrado, é testado de inúmeras maneiras e passa por diversas fases de testes (de testes laboratoriais *in vitro*, *in vivo* a testes clínicos em seres humanos). Nessas fases, são observadas diversas variáveis, verificando a eficácia e a eficiência de uma droga também estipulando a dosagem e a posologia indicada. Uma vez que esses testes são exaustivos e observados em amostras muito grandes, sua segurança pode ser relativamente comprovada. Esses procedimentos-padrão de testagem permitem que a estratégia desenvolvida para combater uma doença possa ser reaproveitada sempre que a patologia for identificada. Essa estratégia de pesquisa apresenta habilidades que dialogam com o pilar **reconhecimento de padrões** do *pensamento computacional*. Se julgar oportuno, peça aos alunos que pesquisem como se dá o desenvolvimento de um medicamento e comparem com o processo de desenvolvimento de vacinas, identificando similaridades e diferenças.

Mais informações sobre o desenvolvimento de medicamentos podem ser encontradas no *site* do BNDES, disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/noticias/noticia/novos-medicamentos-cgee>; acesso em: 10 ago. 2020.

Comunicando ideias (p. 113)

Nessa seção, os estudantes são convidados a buscar o significado das palavras **droga** e **narcótico**, objetivando diferenciá-las. Alguns estudantes podem relacionar o termo "drogas" tanto com as lícitas quanto com as ilícitas, e narcóticos com a dependência a drogas. Porém, o que se espera nessa atividade é diferenciá-los à luz da Medicina; então, deixe isso claro para eles no momento da pesquisa.

Sugira que consultem dicionários da Língua Portuguesa e portais de educação. Em linhas gerais, drogas são qualquer substância utilizada para diagnóstico, profilaxia, tratamento e cura de doenças. Já os narcóticos pertencem a um grupo de drogas que agem sobre o sistema nervoso causando a falta de reação a estímulos, podendo causar dependência.

Nessa tarefa, o professor de Língua Portuguesa poderá participar na definição do verbete e ajudar os estudantes com a parte técnica, e o professor de Biologia poderá aprofundar o tema relacionado com drogas e narcóticos.

Agentes desinfetantes e antissépticos (p. 114)

Inicie a discussão desse tópico fazendo uma tabela na lousa e pedindo aos estudantes que citem exemplos de desinfetantes e de antissépticos. Em seguida, solicite que identifiquem diferenças nos produtos e suas utilidades.

Diferencie com eles as evidências que esses materiais produzem quando estão em ação. A água oxigenada, por exemplo, produz bolhas de gás oxigênio e o iodo muda de cor. É interessante que os estudantes consigam fazer/interpretar a representação de moléculas inorgânicas também. Monte outra coluna na tabela com a representação molecular do composto em questão.

Para apresentar as características dos cresóis você pode usar modelos de bola e vareta para facilitar a visualização dos estudantes. Em contrapartida, no tocante às características macroscópicas, os estudantes podem conhecer os cresóis pelo nome comercial. Provoque-os para pensar na cor, no que acontece ao se misturar com água etc.

Faça com eles um paralelo com o etanol:

- Quais são suas diferenças moleculares?
- Quais são as fontes de cada um?
- No que se utiliza cada um?
- Qual é mais prejudicial ambientalmente?

Problematize com os estudantes sobre a importância do etanol para a economia brasileira e como isso nos difere em relação aos outros países produtores de etanol. Finalize pedindo aos estudantes que façam uma lista de materiais que precisam do etanol para serem produzidos, isso aguçará o espírito de pesquisa e fará com que eles tenham mais consciência do que é produzido dentro do país.

Interligações (p. 116)

Inicie a abordagem perguntando aos estudantes se eles sabem o que acontece no organismo de uma pessoa que ingere bebidas alcoólicas, principalmente quando é um consumo em quantidades excessivas. Muito provavelmente eles mencionarão sintomas, como mal-estar, ressaca, perda de equilíbrio e raciocínio lento. Pergunte a eles se sabem quais sensações o álcool, presente nas bebidas, pode gerar, como sensação de euforia ou depressão; neste momento, espera-se que eles respondam que ambas as sensações podem ser observadas e que algumas pessoas podem sentir euforia e outras, depressão.

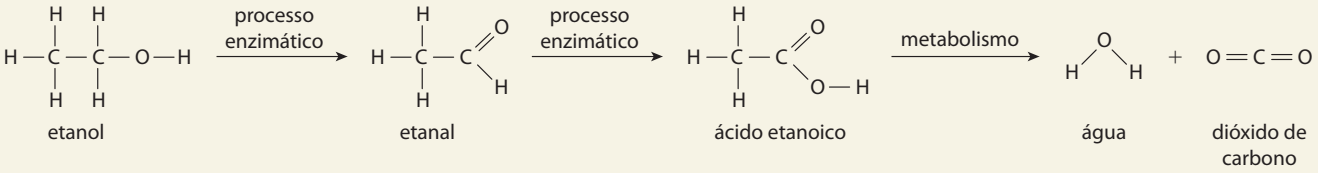
Desenhe na lousa a representação da molécula de etanol, identificando a função álcool. Esclareça que esse grupo orgânico é caracterizado pela presença de hidroxila. Explique também o nome etanol, utilizando o prefixo *et-* (de dois carbonos), *an* indicando somente ligação simples entre carbono e o sufixo *-ol* indicando que é um álcool.

Explique que, ao ser ingerido, o etanol é catalisado por uma enzima chamada álcool desidrogenase (ou somente ADH). Como produto, é formado o etanal. Desenhe na lousa a representação da molécula de etanal como produto da reação enzimática e explique que, assim como o etanol, o etanal é um composto orgânico também com dois carbonos (prefixo *et-*) e ligações simples entre carbono. No entanto, o sufixo *-al* indica que se trata de um aldeído, outra função orgânica caracterizada pela presença de carbonila, —COH.

Finalize mostrando que o etanal sofre outro processo enzimático e, como produto dessa reação química, forma-se o ácido etanoico – composto orgânico com função ácido carboxílico. Represente esse processo na lousa, repetindo o mesmo raciocínio desenvolvido para o etanal. Por fim, o ácido etanoico é metabolizado pelo organismo, gerando dióxido de carbono e água.

A reação descrita está representada a seguir. Deixe claro aos estudantes que o processo completo não está representado e que a equação química não está balanceada. Entretanto, esse esquema é útil para entender a reação do etanol em nosso organismo e as funções orgânicas.

MANUAL DO PROFESSOR



etanol — etanal — ácido etanoico — água — dióxido de carbono

Explique, com base no esquema, que cada organismo tem uma quantidade de enzimas e essa quantidade dirá a velocidade com que um organismo é capaz de metabolizar o etanol ingerido, tornando algumas pessoas mais resistentes que outras em relação ao consumo de bebidas alcoólicas.

Em seguida, converse e explique sobre os problemas associados ao consumo de etanol apontados no texto, como dependência física e psicológica, predisposição para doenças no fígado, gastrite crônica e problemas graves no sistema nervoso.

Na atividade 3, se julgar pertinente, debata com os estudantes a legalidade da droga (bebida alcoólica) e o efeito da propaganda sobre os consumidores. Diferentemente do que ocorre com o cigarro (droga lícita), as propagandas de bebidas alcoólicas influenciam e incentivam constantemente seu consumo. Como há uma aceitação social para o consumo de bebida alcoólica e o processo de dependência alcoólica pode ser lento, é mais difícil para o usuário e as pessoas ao seu redor identificarem os casos de dependência.

Na atividade 4, oriente os estudantes a buscar referências de diferentes estilos de HQs para a produção do material e selecionar aquelas que eles consideram mais atrativas ao público jovem. Com essa etapa definida, sugira a eles que conversem sobre os possíveis motivos que levam os jovens a consumir bebidas alcoólicas precocemente, para identificar possibilidades de contextos e abordagem que promovam a prevenção e conscientização desse tipo de consumo. Converse sobre a importância da comunicação, cooperatividade e respeito às ideias compartilhadas no trabalho em grupo. Essa atividade promove o desenvolvimento das *competências gerais 3*, 8 e *10*, e da habilidade EM13CNT207.

Higienização do corpo: uso do sabão (p. 117)

Comece perguntando aos estudantes se eles conhecem alguma técnica de produção de sabão, se existe algum tipo de coleta de óleo usado em suas residências, enfim, alguma coisa que remeta às técnicas caseiras de saponificação.

Se julgar conveniente, peça que perguntem aos pais, avós, tios, vizinhos ou alguma pessoa do convívio se já fez sabão e como é o processo. Caso essas pessoas tenham receitas de sabão caseiro, peça aos estudantes que tragam essas receitas para a aula. O saber popular é muito importante para a sociedade e provém da observação e da interação do ser humano com o mundo que o rodeia. Valorizar esses saberes e as heranças culturais que podem vir a ser apresentadas pelos estudantes neste momento é uma forma de motivá-los a ter uma participação mais ativa em sala de aula, socializando com os demais e ampliando sua visão de Ciências.

Não se trata apenas de uma questão de renda atualmente, mas também, de resquícios culturais que devem ser resgatados, que podem ser refletidos em sala de aula para que o estudante possa ter uma visão mais ampla e contemplativa das coisas que acontecem nas mais diversas sociedades. Explore a imagem apresentada no **Livro do Estudante** de indígenas comercializando o sabão produzido de forma artesanal, a partir de óleo usado, pelas mulheres para contribuir na renda da comunidade. Questione os estudantes sobre a importância que pode ter a utilização do sabão por esses povos. Levante também a reflexão a respeito da reciclagem do óleo nesse contexto.

Ainda a respeito desse assunto, após a discussão sobre os movimentos culturais de produção de sabão, discuta os fundamentos químicos para a reação. Represente na lousa os reagentes, triglicerídeos e bases inorgânicas fortes. Aproveite e descreva as propriedades das moléculas dos produtos e como essa reação química acontece macroscopicamente.

É interessante conduzir os estudantes à reflexão sobre a importância do sabão na sociedade e o quanto ele impactou na prevenção de doenças ao longo do tempo.

Comunicando ideias (p. 118)

Nesta atividade, solicite aos estudantes que pensem em formas de disseminar informações em locais públicos (físicos ou digitais) sobre as formas de lavar as mãos e a ação dos sabões. Peça aos grupos que discutam qual é o melhor veículo para informar e, depois, articular quais conteúdos serão colocados na mídia. Pense sempre que seu papel é o de mediador e você precisa conduzir os estudantes no sentido de utilizarem o maior número de ferramentas possível a partir do que eles já sabem. Essa abordagem possibilita o desenvolvimento da *competência geral 4* da BNCC.

Momento dipolar ($\vec{\mu}$) e polaridade (p. 118)

Sugerimos que a discussão sobre o momento dipolar de uma molécula seja realizada junto ao professor de Física, que pode auxiliar a conceituar vetores, aprofundando a explicação, se necessário.

Comece por conceituar eletronegatividade como a facilidade que um átomo tem de atrair a nuvem de elétrons em direção ao seu núcleo. Comente que essa eletronegatividade está relacionada com a energia de ionização – a dificuldade (energia necessária) para remover um elétron da eletrosfera de um átomo – e com a afinidade eletrônica – a facilidade de um átomo em atrair elétrons que não fazem parte de sua eletrosfera.

Se necessário, mostre uma tabela periódica com a eletronegatividade dos elementos químicos. Indique como exemplo os átomos de flúor, carbono, hidrogênio, nitrogênio, oxigênio e cloro, colocando-os em ordem de eletronegatividade. Sugerimos trabalhar com esses átomos porque aparecerão como base para a explicação de conceitos futuros.

Ao abordar o tema da eletronegatividade, explique que a nuvem elétrica trata da probabilidade de encontrar um elétron e quanto mais densa a nuvem, maior a probabilidade. Explique que os elétrons estão em constante movimento na eletrosfera e, por isso, não podemos determinar com exatidão onde estarão, mas podemos estabelecer a probabilidade baseando-nos na eletronegatividade dos elementos químicos.

Esclareça que em razão da diferença de eletronegatividade, são gerados momentos dipolos entre os átomos, e que o momento dipolo da molécula é resultado da soma das forças de atração entre o núcleo dos átomos e a nuvem de elétrons.

MANUAL DO PROFESSOR

Geometria molecular (p. 119)

Inicie este tópico lembrando os estudantes de que a disposição e a estrutura moleculares são fundamentais para entender suas propriedades e mecanismos de ação. Se possível, utilize modelos físicos para representar os exemplos que estão descritos no livro. Além disso, sugerimos que utilize o simulador chamado Geometria Molecular, disponível gratuitamente em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-shapes/latest/molecule-shapes_pt_BR.html>; acesso em: 30 jul. 2020.

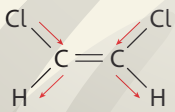
Explore o simulador junto dos estudantes ou em um laboratório de informática. Você pode solicitar a eles que formulem possíveis estruturas e classifiquem sua geometria a partir das tabelas apresentadas no **Livro do Estudante**.

No simulador é possível comparar as representações de moléculas reais com moléculas genéricas, com e sem pares livres de elétrons.

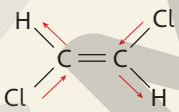
Peça aos estudantes que analisem as representações das moléculas e como isso pode interferir nas interações moleculares e nas ligações químicas, pensando sempre em características macroscópicas, no caso do sabão, a formação de espuma, misturas heterogêneas e outras.

Aproveite o conteúdo da **Caixa de Ferramentas** para trabalhar com o professor de Física. Defina vetor como um elemento espacial que tem direção, sentido e comprimento. Explique que a soma das grandezas vetoriais, considerando as dimensões no espaço, o sentido e o comprimento, origina um vetor resultante.

Contextualize com a polaridade da molécula em que a polaridade total é definida pela soma dos vetores entre cada átomo – devido à diferença de eletronegatividade. Se necessário, represente na lousa os compostos *trans*-1-2-dicloroeteno e o *cis*-1-2-dicloroeteno. Em cada ligação química, desenhe os vetores e demonstre que a soma dos vetores resulta zero no caso do *trans*-1-2-dicloroeteno convergindo para a observação de que essa molécula tem caráter apolar. O oposto será verdadeiro para o *cis*-1-2-dicloroeteno, a soma dos vetores é diferente de zero, demonstrando que há um desequilíbrio das forças que atraem os elétrons e que, por isso, a molécula tem caráter polar.



cis-1-2-dicloroeteno
caráter polar



trans-1-2-dicloroeteno
caráter apolar

Interações moleculares (p. 122)

Explique aos estudantes que as interações moleculares são distintas das ligações químicas entre átomos; se necessário, faça um resumo das ligações químicas iônicas e covalentes antes de iniciar a explicação das interações moleculares.

Esclareça que as interações moleculares são momentâneas e podem ser feitas e desfeitas de acordo com a presença de outras substâncias mais ou menos eletronegativas. Explique que as imagens presentes no **Livro do Estudante** são representações estáticas e que as substâncias estão em movimento, facilitando que novas interações sejam estabelecidas em detrimento das interações desfeitas. Procure deixar claro que o movimento das substâncias pode ser pela agitação mecânica ou pela atração elétrica promovida por outras substâncias.

Esclareça que a dimensão da atração intermolecular, a massa molecular das substâncias e a geometria das moléculas estão diretamente relacionadas às temperaturas de fusão e ebulição das substâncias que essas moléculas constituem. Utilize a tabela com as massas molares e as temperaturas de fusão e ebulição, presente no **Livro do Estudante**, para explicar esse fenômeno.

Ao falar do sabão, aponte o caráter hidrofílico e hidrofóbico das moléculas e explique que, por causa dessa característica dual, o sabão é usado para limpeza/higienização. Explore os esquemas apresentados no **Livro do Estudante** para explicar a interação entre as moléculas de sabão, água e óleo.

Sugestão de atividade complementar: produção de sabão

Esta atividade de produção de sabão a partir de óleo de cozinha usado propicia o desenvolvimento das habilidades EM13CNT105, EM13CNT206 e EM13CNT307.

Ao ser descartado em pias, o óleo de cozinha usado pode entupir as tubulações. Se o rejeito não for tratado, ele pode poluir rios, diminuindo a quantidade de oxigênio dissolvido, criando uma camada de óleo por cima do corpo d'água, impactando espécies e diminuindo a luminosidade. Já os detergentes utilizados no dia a dia para lavar louça são, geralmente, derivados do petróleo e, quando descartados, também podem diminuir a disponibilidade de oxigênio no corpo d'água e causar a eutrofização. Esta atividade experimental permite fabricar sabão a partir do óleo de cozinha usado, dando uma alternativa sustentável ao descarte desse produto e evitando o consumo de detergente. Atenção: essa experimentação deve ser realizada com os devidos cuidados por utilizar hidróxido de sódio (soda cáustica) como reagente. Recomenda-se a supervisão direta de um adulto e o uso de luvas, máscaras e óculos de proteção. Todos os materiais são de fácil acesso e os estudantes podem fazer a atividade em casa com a família. Para abordar o conteúdo químico, utilize o tópico sobre a reação de saponificação do **Livro do Estudante**. Na internet é possível encontrar diversos materiais que apresentam propostas de trabalho de produção de sabão com óleo reciclado.

Para explorar outros aspectos relacionados ao tema, sugerimos:

- MASSI, L.; LEONARDO JÚNIOR, C. S. Produção de Sabão no Assentamento. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 41, n. 2, p. 124-132, nov. 2005. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc41_2/03-QS-66-18.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2020.
  O artigo apresenta o relato de uma intervenção pedagógica que discutiu os saberes populares acerca da produção de sabão, problematizando questões sociais, históricas e ambientais.
- ÁLCOOL e sabão *vs* covid-19. 2020. 1 vídeo (2 min). Publicado pelo canal PET Biologia UFG. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UZ9b8C2Yll8>. Acesso em: 24 jun. 2020.
  O vídeo explica como o sabão atua na camada externa da covid-19, destruindo a camada lipídica que protege o material genético do vírus. O vídeo dura 2 min 28 s.

Avaliação

Para finalizar o capítulo, sugerimos um trabalho em que os estudantes terão de elaborar um informe sobre algum medicamento (de livre escolha) que seja utilizado pelos responsáveis diariamente. Pode ser medicamento para controle da pressão arterial, do colesterol, do diabetes ou qualquer outro de uso diário. Essas informações deverão ser consultadas na bula do medicamento e o texto deverá ser de autoria do estudante.

MANUAL DO PROFESSOR

Os estudantes terão de criar um informe de uma página com os seguintes tópicos:

- **Nome do medicamento e princípio ativo.** Os estudantes deverão indicar o nome comercial do medicamento e o princípio ativo (escolher um princípio ativo caso tenha mais de um).
- **Histórico.** Breve histórico com o ano de lançamento do medicamento, a origem, o país em que o uso foi pioneiro, as possíveis descobertas acerca da temática etc. Para criação deste tópico, os estudantes podem consultar a internet. Sugerimos que busquem na página da empresa que produz o medicamento, normalmente elas costumam trazer esse tipo de informação.
- **Indicação de uso do medicamento.** Nesta parte, deverão discorrer sobre as enfermidades para as quais o medicamento é utilizado. Sugerimos explicar os termos técnicos, caso sejam utilizados.
- **Fórmula química e estrutural do princípio ativo identificando as funções orgânicas.** Os estudantes deverão apresentar a fórmula química e estrutural indicando as funções orgânicas presentes; para isso, poderão pesquisar na internet e utilizar o quadro disponível no **Livro do Estudante** para identificá-las.
- **Contraindicações e precauções de uso.** Indicação de contraindicações ao uso e cuidados com hiperdosagem poderão ser abordados neste tópico.

Os estudantes poderão apresentar de maneira voluntária em sala de aula o trabalho ou fazer um sorteio para definir a ordem da apresentação. Os trabalhos também poderão ser expostos em um corredor ou mural da escola como forma de apresentação à comunidade escolar. Sugerimos que o limite do conteúdo seja de uma página para que possa ser feita essa exposição.

A avaliação deverá ser feita levando em consideração a entrega do trabalho na data estipulada, a coesão e a coerência do texto, a presença dos itens solicitados respeitando o que foi pedido, o conteúdo químico na identificação das funções orgânicas, a apresentação oral e o capricho e o cuidado desprendidos para a realização da tarefa.

Bibliografia complementar

- BARREIRO, E. J. Sobre a química dos remédios, dos fármacos e dos medicamentos. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, São Paulo/SP, v. 3, maio 2001.

  Além de diferenciar remédio de fármacos, o artigo apresenta uma abordagem histórica do uso de medicamento como tratamento de doenças, como veneno e, até mesmo, como estratégia de pesca. Apresenta também as estruturas moleculares de diversos princípios ativos, suas origens, os usos e os avanços tecnológicos para a elaboração de novos fármacos mais eficazes e menos danosos.

- COUTER, P. L.; BURRESON, J. *Os botões de Napoleão*: as 17 moléculas que mudaram a história. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

  Esse livro, ao longo dos 17 capítulos, apresenta as 17 moléculas que tiveram notável importância no desenvolvimento da sociedade. Especial atenção ao capítulo 7 que aborda a molécula de fenol – assunto trabalhado no **Livro do Estudante**. Ao abordar os fenóis, os autores apresentam a temática da esterilização, do uso de fenóis em plásticos e como saborizantes.

- COMO funcionam os analgésicos? Produzido por George Zaidan. Tradução: Margarida Ferreira. 2012. 1 vídeo (4 min). Disponível em: <https://www.ted.com/talks/george_zaidan_how_do_pain_relievers_work/transcript?language=pt#t-1120>. Acesso em: 24 jun. 2020.

  O vídeo, em inglês com legenda em português, apresenta, por meio de animações, a maneira como o ácido acetilsalicílico e o ibuprofeno funcionam como analgésico no organismo. O vídeo também aborda a temática da dor e como ela funciona como um sistema de alerta ao restante do corpo humano. O vídeo tem duração de 4 min 3 s.

- LEAL, C. M.; ARAÚJO, D. A.; PINHEIRO, P. C. Alcoolismo e Educação Química. *Química Nova na Escola*, São Paulo/SP, v. 34, n. 2, p. 58-66, maio 2012.

  O artigo apresenta uma abordagem do alcoolismo relacionando-o com os conteúdos químico, histórico e sociocultural, pontuando os efeitos do álcool no corpo humano, a legislação envolvida e o tratamento da dependência. Os autores também trazem uma proposta de atividade para desenvolver a temática em sala de aula.

- ROCHA, W. R. Interações intermoleculares. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, São Paulo/SP, v. 4, maio 2001.

  O artigo relaciona a abordagem qualitativa do conceito de interações intermoleculares com propriedades macroscópicas observáveis, como temperatura de fusão e ebulição, de substâncias químicas.

Resoluções

Interligações (p. 112)

1. a) De acordo com a lei da conservação das massas, podemos escrever:

$m_{\text{anidrido acético}} + m_{\text{ácido salicílico}} =$

$= m_{\text{ácido acetilsalicílico}} + m_{\text{ácido acético}}$

$102\ \text{g} + 138\ \text{g} = 180\ \text{g} + m_{\text{ácido acético}}$

$m_{\text{ácido acético}} = 60\ \text{g}$

b) Não. Espera-se que os estudantes respondam que o ácido acetilsalicílico, assim como qualquer outro medicamento, pode gerar efeitos colaterais indesejáveis. Algumas pessoas não toleram ou são alérgicas ao princípio ativo do medicamento. O acetilsalicílico, por exemplo, não é recomendado para pessoas que sofrem de problemas gástricos, renais ou biliares. Assim, seria interessante iniciar uma discussão em sala de aula sobre a automedicação e aproveitar para conhecer as ideias prévias dos estudantes sobre esse tema. Essa discussão pode ajudá-los no próximo item da questão.

c) Resposta variável. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde, o percentual de internações hospitalares provocadas por reações adversas ao uso de medicamentos é de 10%. Por isso, é importante que esse tema seja discutido em sala de aula. As apresentações dos grupos de estudantes podem gerar uma ação ou um projeto de conscientização da comunidade escolar. Cabe destacar nas apresentações a influência e o

EM MODERNA

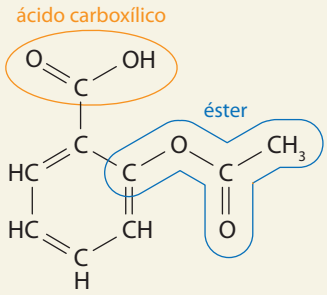
incentivo que ocorrem nas propagandas de medicamentos veiculadas na televisão ou em outras mídias.

Nos *sites* a seguir, há informações sobre o tema:

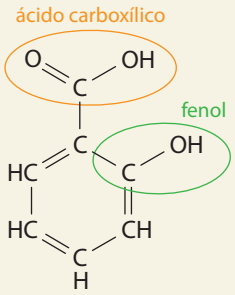
- JESUS, E. S. de. Governo alerta para o uso indevido de medicamentos. Disponível em: <http://www6.ensp.fiocruz.br/visa/?q=node/6005>.
- JORNAL do Brasil. Conselho Regional de Farmácia alerta sobre uso indiscriminado de medicamentos. Disponível em: <https://www.jb.com.br/index.php?id=/acervo/materia.php&cd_matia=754641&dinamico=1&preview=1>.

Acessos em: 10 jul. 2020.

2. Os grupos funcionais presentes no ácido acetilsalicílico e no ácido salicílico estão destacados nas representações a seguir:



ácido acetilsalicílico



ácido salicílico

Comunicando ideias (p. 113)

1. Resposta pessoal. Os estudantes podem encontrar em suas pesquisas algumas definições sobre drogas, como:
   - "qualquer substância ou ingrediente usado em farmácia, tinturaria, laboratórios químicos etc."
   - "qualquer produto alucinógeno (ácido lisérgico, heroína etc.) que leve à dependência química e, por extensão, qualquer substância ou produto tóxico (fumo, álcool etc.) de uso excessivo; entorpecente." Dicionário do Google, acesso em: 20 ago. 2020.
   - "consideram-se como drogas as substâncias ou os produtos capazes de causar dependência, assim especificados em lei ou relacionados em listas atualizadas periodicamente pelo Poder Executivo da União." Parágrafo único art.1º da Lei nº 11.343/2006, acesso em: 20 ago. 2020.

   Para fins científicos, utiliza-se a definição proposta pelas Organização Mundial da Saúde (1993) que considera droga "toda substância natural ou sintética que, introduzida no organismo vivo, pode modificar uma ou mais de suas funções". Já os narcóticos são substâncias que atuam no sistema nervoso central, ou seja, são drogas que produzem analgesia e aumentam o sono (hipnose).

Atividades (p. 115)

1. Porque, de acordo com os dados do estudo apresentado, nessa faixa de concentração, é possível impedir o crescimento bacteriano.

Interligações (p. 116)

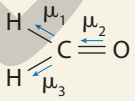
1. De acordo com o texto, algumas pessoas são mais tolerantes ao etanol devido à maior disponibilidade da enzima álcool desidrogenase (ADH).
2. Ele é um redutor (depressor) da atividade do sistema nervoso central.
3. Resposta pessoal. Consulte as orientações nas *Sugestões metodológicas*.
4. Resposta pessoal. Consulte as orientações nas *Sugestões metodológicas*.

Comunicando ideias (p. 118)

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

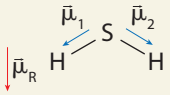
Atividades (p. 126)

1. Amina.
2. Polar.

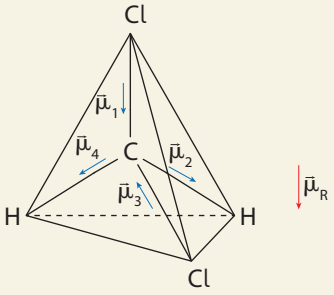


3. O etanol. As moléculas de C_2H_5OH estão mais fortemente associadas (ligações de hidrogênio) do que as moléculas de CO_2 (ligações dipolo induzido-dipolo induzido).
4. Espera-se que os estudantes relacionem a presença de gás oxigênio à respiração dos organismos aquáticos. O oxigênio (O_2) dissolvido é consumido (oxidado) para a decomposição de matéria orgânica (restos de animais e plantas), participa do processo de respiração de organismos aquáticos e da nitrificação, além de outros processos. Para saber mais sobre o assunto, sugerimos a leitura do artigo:
   - FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI FILHO, E. A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 22, nov. 2005. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a02.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2020.
5. O metano é formado por moléculas apolares que nos estados sólido e líquido se mantêm associadas à custa de fracas interações moleculares (dipolo instantâneo-dipolo instantâneo). Já a água é formada por moléculas polares que interagem fortemente nos estados líquido e sólido (ligação de hidrogênio), o que explica a temperatura de ebulição maior.
6. Alternativa **c**. Para descobrir as substâncias polares pode-se indicar o momento de dipolo elétrico de cada ligação e, se o somatório dos vetores for diferente de zero, a substância é polar.

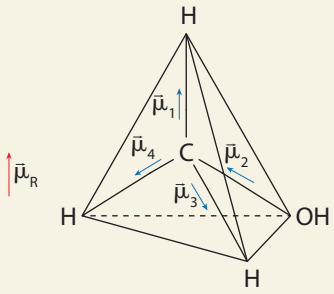
MODERNA



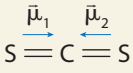
$(\vec{\mu} \neq 0)$



$(\vec{\mu} \neq 0)$



$(\vec{\mu} \neq 0)$



$(\vec{\mu}_R = 0)$

7. Quanto mais forte a interação entre as moléculas, maior será a temperatura de ebulição da substância. As ligações de hidrogênio são mais fortes do que as de dipolo permanente-dipolo permanente que, por sua vez, são mais fortes que as de dipolo induzido-dipolo induzido. As ligações iônicas são mais fortes do que as ligações de hidrogênio. Para os pares de substâncias, temos os seguintes tipos de ligação: I. O_2 (dipolo induzido-dipolo induzido) e Na_2O (ligação iônica); II. HCl (dipolo permanente-dipolo permanente) e Cl_2 (dipolo induzido-dipolo induzido); III. H_2O (ligação de hidrogênio) e CO_2 (dipolo induzido-dipolo induzido). Portanto, as substâncias com maior temperatura de ebulição em cada par são: Na_2O, HCl e H_2O.
8. **a)** Quanto mais polar for a substância, maior será a sua solubilidade em solvente orgânico. O fenol tem caráter mais polar que o 4-hexilresorcinol, portanto será mais solúvel em água.
   b) Porque, em sua estrutura, o grupo hidroxila está ligado a um anel aromático, e não a um átomo de carbono saturado.

ATIVIDADES FINAIS (p. 128)

1. **a)** Resposta pessoal. Adulteração é alterar as características iniciais de um produto, vendendo-o com se tivesse as características originais.
   b) Resposta pessoal. O produto adulterado não tem as mesmas características que o produto não adulterado. Além de o consumidor ser enganado, não sabemos as quantidades e quais produtos foram adicionados ao produto inicial para adulterá-lo, dessa forma não podemos prever a periculosidade do produto.
   c) Resposta pessoal. Sim, qualquer substância adicionada ao leite para forjar sua composição pode ser considerada uma adulteração.
   d) Função orgânica aldeído. Fórmula molecular CH_2O.
   e) Existem órgãos públicos de proteção ao consumidor como a Agência de Vigilância Sanitária (Anvisa) e a Fundação de Proteção e Defesa do Consumidor (Procon). Por se tratar de uma adulteração que pode ser diretamente prejudicial à saúde humana, a Anvisa e o Procon podem ser acionados ao mesmo tempo. Se não fosse algo relativo à saúde humana, somente o Procon poderia ser acionado. *Sites* que podem ser consultados:
   - Página oficial da Fundação de Proteção e Defesa do Consumidor do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://www.procon.sp.gov.br/>. Acesso em: 10 jul. 2020.
   - Página oficial da Agência de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/>. Acesso em: 10 jul. 2020.
2. Alternativa **c**. Ao volatilizar, o etanol não será decomposto em átomos, ou em metano e água. Suas moléculas terão exatamente a mesma estrutura do estado líquido, porém estarão no estado gasoso.
3. Alternativa **d**. Com a formação do sal de amônio, as moléculas de água presentes na atmosfera vão formar interações do tipo íon-dipolo.
4. **a)** Entre o início e meados da adolescência.
   b) O texto menciona acidentes de trânsito, situações diversas de violência, perda de emprego etc.
   c) Resposta pessoal. Sugerimos orientar uma conversa sobre a questão, evitando que os estudantes se baseiem em preconceitos ou no senso comum para justificar suas opiniões.
   d) Quando a venda de bebidas alcoólicas para menores de idade passou a ser crime. Antes esse ato era enquadrado como contravenção penal.
   e) Resposta pessoal.
   f) É provável que alguns estudantes citem o aumento da fiscalização nos locais de distribuição e campanhas de conscientização envolvendo jovens e adultos, entre outras ações para reduzir o consumo ilegal de bebidas alcoólicas.

MANUAL DO PROFESSOR

Capítulo 6

Ondas eletromagnéticas e a Medicina

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 competência diz respeito à valorização do conhecimento científico. O capítulo todo valoriza e apresenta conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, contribuindo para que o estudante entenda e explique a realidade que o cerca.	Todo o capítulo
2	As atividades propostas nas seções **Interligações** possibilitam aos estudantes exercitar a curiosidade intelectual e recorrer ao saber científico para analisar e resolver situações-problema que envolvem aplicações tecnológicas relevantes para a vida humana na atualidade. A seção **Interligações – Acidente nuclear em Goiânia: o Césio-137** propõe aos estudantes investigar e refletir sobre um marcante evento histórico do país relacionado com a questão da radioatividade.	147, 149 e 152
4	No trabalho com as seções **Interligações**, os estudantes realizarão atividades de pesquisa e expressão nas quais são incentivados a utilizar diferentes linguagens para partilhar informações e socializar o entendimento de questões importantes envolvendo os benefícios e os riscos da aplicação de tecnologias nucleares.	149 e 152

Competência específica	Habilidade	Justificativa	Página
1	EM13CNT101	Ao longo de todo o capítulo são propostas atividades e questionamentos que possibilitam aos estudantes analisar, quantificar, qualificar e compreender transformações de matéria e energia com base no estudo da radiação eletromagnética e suas aplicações tecnológicas, contemplando, principalmente, as áreas da saúde e da geração de energia.	Todo o capítulo
	EM13CNT104	Diversos conteúdos ao longo deste capítulo tratam das aplicações, dos riscos e dos benefícios relacionados às ondas eletromagnéticas e à tecnologia nuclear, fornecendo ferramentas e subsídios aos estudantes para lidar com este tema de maneira informada e consciente. Algumas seções tratam de situações nas quais os estudantes podem avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente oferecidos pelos elementos radioativos.	149 e 152
	EM13CNT105	Os conteúdos e as atividades sobre meia-vida e decaimento radioativo possibilitam ao estudante o estudo das transmutações que podem ocorrer espontaneamente na natureza, fornecendo ferramentas para que analisem, interpretem e utilizem esses fenômenos em aplicações úteis para a vida humana.	145, 146 e 147
2	EM13CNT205	As atividades sobre meia-vida e decaimento radioativo possibilitam aos estudantes empregar as ferramentas e técnicas estudadas nesta seção para resolver situações-problema, interpretar resultados e realizar previsões sobre fenômenos naturais e processos tecnológicos envolvendo radioatividade.	147
3	EM13CNT306	O texto aborda o conceito de radiação e o tema da proteção radiológica. Adicionalmente, aborda-se a construção de reatores nucleares para a produção de eletricidade e a problemática dos acidentes. Essas temáticas, bem como outros conteúdos do capítulo, fornecem aos estudantes ferramentas para avaliar os riscos decorrentes da radiação e os benefícios do uso de equipamentos cuja operação se baseia em fenômenos eletromagnéticos.	143 e 150
	EM13CNT307	O estudo das ondas na Medicina traz conteúdo sobre a área da Física aplicada, conhecida como Física Médica. Especificamente, exploram-se o funcionamento e a utilização da radiografia, da tomografia computadorizada, da ressonância magnética e da ultrassonografia. Com isso, possibilita-se aos estudantes investigar e melhor compreender essas importantes aplicações tecnológicas das ondas eletromagnéticas na área da saúde.	140, 141 e 142

MODERNA

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 estudo dos tipos de ondas eletromagnéticas aborda o impacto na sociedade e na Medicina das tecnologias cujo funcionamento se baseia na radiação eletromagnética. São abordados conceitos, aplicações, benefícios e cuidados relacionados aos raios X, à radiação ultravioleta e infravermelha, às micro-ondas, às ondas de rádio, ao *laser*, à tomografia, à ressonância magnética e ao ultrassom. Isso permite aos estudantes analisar e avaliar os impactos dessas tecnologias na vida contemporânea.	136 a 140

Conhecimentos prévios para o melhor aproveitamento do conteúdo

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

- (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.
- (EF09CI06) Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas etc.
- (EF09CI07) Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raio X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a *laser*, infravermelho, ultravioleta etc.).

Notação científica e ordem de grandeza são ferramentas importantes para os estudantes ao longo do desenvolvimento deste capítulo. Muitas vezes, ao comprar duas grandezas físicas com valores muito distintos, não se faz necessário conhecer o valor exato da grandeza. Nesse caso, basta utilizar o conceito de ordem de grandeza, ou ordem de magnitude. A ordem de grandeza de um número é a potência de dez mais próxima desse número. Para obter a ordem de grandeza de um número N qualquer, deve-se, primeiro, escrevê-lo em notação científica, isto é, no formato $N = x \cdot 10^n$, em que $1 \leqslant x \leqslant 10$ e n é um número inteiro.

Objetivos do capítulo

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

- Caracterizar uma onda utilizando a amplitude, a frequência ou o período, o comprimento de onda e sua velocidade de propagação.
- Explicar como é formada uma onda eletromagnética.
- Diferenciar os tipos de ondas eletromagnéticas e distinguir as diversas faixas do espectro eletromagnético, conhecendo suas diversas ocorrências na natureza e utilização em aplicações tecnológicas.
- Reconhecer o uso das radiações e sua interação com a matéria na produção de imagens de órgãos e tecidos para guiar decisões médicas.
- Avaliar os perigos e os benefícios da utilização da radioatividade, bem como conhecer e discutir os cuidados necessários relacionados ao seu uso.
- Entender e utilizar os conceitos de decaimento radioativo e meia-vida.
- Descrever os tipos de reações nucleares e o uso de reatores nucleares como fonte de energia.
- Resolver situações-problema envolvendo ondas eletromagnéticas e decaimento radioativo.

Os objetivos listados possibilitam aos estudantes investigar, analisar e discutir estratégias para explicar e descrever fenômenos naturais e tecnologias envolvendo ondas eletromagnéticas. Esses objetivos possibilitam aos estudantes desenvolver atividades de pesquisa e resolver situações-problema utilizando uma perspectiva científica para melhor conhecer, compreender e avaliar as aplicações da radiação e da radioatividade em diversas áreas da vida humana, em particular na Medicina e na área de geração de energia.

Sugestões metodológicas

Para começo de conversa (p. 131)

Comece perguntando aos estudantes o que eles enxergam nas imagens de abertura. Esperam-se respostas como "partes do corpo humano", "cérebro" e "coração" ou ainda "fotografias de exames de imagem mostrando partes do corpo humano".

MODERNA

A seguir, faça as perguntas propostas e permita algum tempo para que os estudantes formulem e ofereçam respostas voluntárias. Não se preocupe em obter respostas de nível aprofundado, apenas guarde essas respostas para relacioná-las com os conceitos que serão abordados no capítulo.

Por fim, explique aos estudantes que, ao longo deste capítulo, estudarão importantes conceitos associados às ondas eletromagnéticas, como radiação e radioatividade, assim como diversas aplicações desses conceitos, principalmente na área da Medicina.

Como caracterizar uma onda? (p. 131)

Introduza os conceitos de pulso e onda, identificando visualmente a crista e o vale de uma onda. Deixe claro que as ondas são perturbações que proporcionam propagação de energia sem a propagação de matéria.

A seguir, defina as grandezas amplitude, frequência, período e comprimento de onda. Utilize as ilustrações do livro como suporte visual. Apresente aos estudantes as unidades correspondentes a cada uma dessas grandezas no Sistema Internacional de Unidades e auxilie-os no entendimento da relação entre período e frequência.

Fale sobre velocidade de propagação, fazendo com que os estudantes percebam que o conceito é definido de forma análoga ao conceito de velocidade em cinemática. Ou seja, se um ponto da onda percorre um comprimento de onda ($\Delta s = \lambda$) no intervalo de tempo correspondente a um período ($\Delta t = T$), a velocidade de propagação (v) da onda é dada por λ/T.

Apresente a diferença entre ondas mecânicas e eletromagnéticas e entre ondas transversais e longitudinais. Como sugestão, utilize o popular brinquedo conhecido como "mola maluca" para ilustrar as diferenças entre as ondas longitudinais e as ondas transversais. Veja o vídeo *Ondas longitudinais e transversais – ondulatória experimental*, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=zMcFb6Nsk0c>. Acesso em: 2 jul. 2020. Alternativamente, assista ao vídeo sugerido com os estudantes.

Nas atividades propostas ao final do tópico, os estudantes aplicarão a equação fundamental da ondulatória e explorarão as relações entre as grandezas físicas utilizadas para caracterizar uma onda.

A relação entre eletricidade e magnetismo já deve ter sido apresentada aos estudantes em anos anteriores. Assim, retome os conceitos envolvidos nessa relação e, com os conceitos básicos de ondulatória, defina o que é uma onda eletromagnética.

Mas o que são ondas eletromagnéticas? (p. 134)

Note que os conteúdos tratados neste tópico requerem certo grau de abstração por parte dos estudantes. Portanto, sempre que necessário, recorra a suportes visuais e utilize exemplos contextualizados. Em particular, utilize a imagem no livro que mostra antenas de radioastronomia do projeto Alma para motivar o entendimento de que ondas eletromagnéticas não são algo puramente abstrato, e que ondas desse tipo de diversas frequências distintas atingem a Terra constantemente. Como sugestão e motivação para os estudantes, utilize a página da *web* do ESO (European Southern Observatory) para explorar o projeto Alma: <http://www.eso.org/public/brazil/teles-instr/alma/>. Acesso em: 2 jul. 2020.

O que é o espectro eletromagnético? (p. 135)

Apresente aos estudantes o espectro da radiação eletromagnética e chame a atenção para o comprimento de onda/frequência de cada onda. Como sugestão, para introduzir e ilustrar este tópico, assista com os estudantes ao vídeo *ALMA – Episódio I – Espectro Eletromagnético*, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QDl9-Wa_Dfg>. Acesso em: 2 jul. 2020.

As atividades dessa seção possibilitam aos estudantes aplicar o conceito de espectro eletromagnético para compreender situações práticas baseadas em eventos reais. Auxilie-os a notarem as diferentes unidades que podem ser usadas para expressar a mesma grandeza. Especificamente na atividade 1, a velocidade da luz no ar é dada em m/s, enquanto, na atividade 2, essa mesma grandeza é expressa em km/s, implicando a necessidade de transformar as unidades antes de iniciar os demais cálculos.

Caixa de ferramentas (p. 135)

Utilize a seção para revisar notação científica e os prefixos do Sistema Internacional de Unidades utilizados para indicar múltiplos e submúltiplos de grandezas físicas.

Tipos de ondas eletromagnéticas (p. 136)

Neste tópico exploram-se as diferentes faixas do espectro eletromagnético e suas aplicações: raios X, radiação ultravioleta, luz visível, radiação infravermelha, micro-ondas e ondas de rádio. À medida que cada

tipo de onda é discutido, retorne à imagem do espectro eletromagnético (página 135) para localizá-las no espectro, indicando a faixa correspondente de comprimento de onda e amplitude.

Para aprofundar a discussão do conteúdo sobre luz visível e as cores do arco-íris, sugere-se a leitura do artigo "Caixa de cores para o estudo de mistura de luzes coloridas", listado na *Bibliografia complementar*.

Ao abordar o conteúdo sobre micro-ondas, aproveite para discutir as diferentes formas de interação entre as radiações e a matéria. As atividades propostas exploram questões conceituais sobre as ondas eletromagnéticas. Organize os estudantes em duplas ou trios para que possam discutir as respostas. Auxilie-os a recordarem como operacionalizar e resolver problemas utilizando a notação científica e ordens de grandeza.

Sugestão de atividade complementar

Proponha a realização de uma atividade prática utilizando um simulador *on-line* para compreender a atuação das micro-ondas sobre as moléculas de água. Utilize o simulador disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/microwaves> (acesso em: 2 jul. 2020), projetando a imagem em uma parede ou telão, de forma a ser visualizada simultaneamente por todos os estudantes.

Inicialmente, explore a atuação das micro-ondas em apenas uma molécula de água e questione os estudantes sobre a variação no valor da temperatura observada no termômetro existente na aplicação. Os estudantes deverão observar que o valor dessa grandeza aumenta. A seguir, pergunte o que ocorreria se houvesse mais moléculas e, para comprovar as respostas, apresente a simulação na qual as micro-ondas agem sobre várias moléculas de água.

Ondas na Medicina (p. 140)

Se possível, ao iniciar o estudo deste tópico, mostre aos estudantes uma radiografia e discuta o tipo de imagem formada, utilizando como apoio o tópico **Como se gera uma radiografia?**

Explique aos estudantes que, assim como um aparelho de raios X, um tomógrafo também emite ondas eletromagnéticas na faixa de raios X. No entanto, na tomografia computadorizada, um computador é utilizado para compor uma imagem tridimensional do corpo humano a partir de centenas de ângulos diferentes, enquanto uma chapa de raio X convencional fornece apenas uma imagem bidimensional.

Ressalte que, ao realizar um exame de ressonância magnética ou de ultrassom, o corpo humano não é exposto à radiação, ao contrário do que ocorre com os raios X e com a tomografia. Na ressonância magnética, o aparelho utiliza um campo magnético e ondas de rádio para mapear a posição de moléculas de água no interior do corpo humano. Já os equipamentos de ultrassom utilizam ondas sonoras, e não ondas eletromagnéticas, para gerar imagens internas do corpo.

Os cuidados com a radioatividade (p. 143)

Este assunto possibilita uma oportunidade de trabalho interdisciplinar. Recomenda-se a participação de um professor de Biologia. Como sugestão de abordagem, inicie escrevendo no quadro a palavra "radioatividade" e peça aos estudantes que sugiram palavras (ou expressões curtas) que se relacionam a esse conceito. Escreva as palavras no quadro formando um mapa conceitual. Neste ponto, é possível que os estudantes forneçam algumas palavras positivas como "tratamento" ou "Sol", mas é provável que a maioria das palavras associadas à radiação sejam negativas, como "câncer", "acidente" ou "contaminação". Quando julgar que o mapa tem um número suficiente de palavras, pergunte aos estudantes por que o fenômeno da radioatividade costuma causar temor. A resposta deve ser de cunho pessoal e estar baseada no que os estudantes já ouviram sobre o assunto, possivelmente em notícias sobre acidentes nucleares veiculadas na mídia.

Com o professor de Biologia, explore as diferentes formas de exposição à radiação e os cuidados necessários para a exposição segura a cada tipo. Como sugestão, organize uma roda de conversa sobre o assunto. Inicie falando sobre a exposição à radiação solar. Pergunte o que a exposição prolongada aos raios ultravioleta pode causar ao ser humano e como se proteger. Lembre que a exposição indiscriminada a esse tipo de radiação pode levar ao aparecimento do câncer de pele, que provoca feridas, verrugas ou manchas na pele. A melhor maneira de se proteger é fazendo uso diário de protetor solar, com fator de proteção de 30 ou mais, usar chapéus para proteger o rosto e evitar se expor ao Sol no meio do dia, quando a intensidade de radiação é maior. A seguir, discuta o uso de equipamentos de proteção pelos profissionais que lidam com materiais radioativos ou que realizam exames radiológicos em pacientes.

Após essa discussão, desenvolva o conteúdo a respeito do experimento de Rutherford sobre as radiações alfa, beta e gama, e explique que a capacidade de cada um desses tipos de radiação causar problemas à saúde humana está relacionada a seu poder de penetração. Nesse sentido, as radiações gama são, de fato, as mais perigosas.

Nas atividades deste bloco são exploradas questões conceituais. Sugere-se organizar os estudantes em duplas ou trios para que possam pesquisar as respostas no livro e discuti-las.

EM MODERNA

Meia-vida (p. 145)

Este conteúdo possibilita uma oportunidade de trabalho interdisciplinar. Recomenda-se a participação de um professor com formação na área de Química.

Introduza o conceito de meia-vida e auxilie os estudantes a interpretarem o gráfico no livro que expressa a relação entre tempo e quantidade de matéria. Contraste o gráfico da curva exponencial de decaimento do tecnécio-99 com a ilustração da página seguinte, que representa a diminuição da quantidade de massa do tecnécio-99 ao longo do tempo.

Caixa de ferramentas (p. 145)

Utilize a seção para definir o que são isótopos e explicar que muitos deles são radioativos, sendo, nesse caso, chamados de radioisótopos. Como sugestão, peça aos estudantes que pesquisem elementos que têm radioisótopos.

As atividades propostas nesta seção abordam questões conceituais. Sugere-se organizar os estudantes em duplas ou trios para que possam pesquisar as respostas no livro e discuti-las.

Caixa de ferramentas (p. 146)

Utilize a seção para relembrar os estudantes de que o mol é uma unidade de medida, sendo utilizada para expressar quantidade de matéria microscópica, como átomos e moléculas.

Interligações (p. 147)

Essa seção possibilita uma oportunidade de trabalho interdisciplinar. Sugere-se a participação de um professor com formação na área de Química. O conteúdo trata de uma aplicação cotidiana que é de grande utilidade para a segurança e a preservação de vidas humanas: os detectores de fumaça iônicos.

Inicie perguntando aos estudantes se eles sabiam que grande parte dos detectores de fumaça utilizados na atualidade funcionam com base no princípio da radioatividade. Leia o texto do boxe com a turma e explique que nesses dispositivos há um sensor composto de uma fonte de eletricidade conectada a uma câmara de ionização. A câmara contém ar e uma pequena quantidade do elemento amerício-241, e em suas duas extremidades existem placas metálicas que são energizadas com corrente contínua. O ar ionizado pelo amerício-241 conduz a eletricidade entre as placas. Quando a fumaça penetra na câmara, a corrente é interrompida, disparando o alarme.

Complemente dizendo que também existem detectores de fumaça fotoelétricos. Mas que os detectores iônicos são mais eficientes. Ressalte que o elemento amerício-241 é uma fonte de radiação extremamente baixa e inofensiva.

Auxilie os estudantes a responderem às questões propostas, que exploram aspectos teóricos. Para isso, sugere-se organizar os estudantes em duplas ou trios para que possam discutir as respostas. A fim de melhor fixar o conteúdo, ao final da atividade, peça a eles que socializem suas conclusões e discuta com a turma as respostas dadas.

Interligações (p. 149)

Em geral, a imaginação das pessoas associa a radiação a efeitos sempre negativos. Por isso, o conteúdo deste boxe pode causar uma estranheza inicial. Explique que, na verdade, a prática da radiação alimentar tem a capacidade de destruir microrganismos e, assim, preservar os alimentos por mais tempo. Essa técnica ainda tem a finalidade de eliminar insetos e retardar o processo germinativo em vegetais, sendo muito benéfica para a indústria alimentícia.

Explique aos estudantes que a radiação gama é a forma de radiação mais comumente utilizada para conservar alimentos, por causa do seu custo acessível e excelente poder de penetração. Os raios gama são microbicidas e podem, inclusive, penetrar em pacotes, esterilizando os alimentos no interior deles. Ressalte que, embora a irradiação de alimentos constitua tema desconhecido para a maioria da população brasileira, o processo é seguro e não oferece risco ao consumidor nem ao meio ambiente, pois não deixa qualquer resíduo químico, radioativo ou subproduto de qualquer espécie.

Organize os estudantes em pequenos grupos e peça a eles que realizem uma pesquisa na internet sobre que tipos de alimentos são irradiados e qual é a dosagem de radiação geralmente utilizada nesses processos. Ao final da pesquisa, peça aos estudantes que produzam um relatório no qual apresentem seus resultados e referências consultadas.

Fonte de energia: reatores nucleares (p. 150)

Destaque que usinas nucleares utilizam a reação de fissão nuclear controlada para produzir eletricidade. Explore com os estudantes o esquema gráfico que ilustra o funcionamento de uma usina termonuclear. Ressalte que um ponto positivo dessa tecnologia é que essas usinas não liberam gases causadores do efeito estufa. No entanto, ainda há muito receio sobre a construção desse tipo de usina devido a importantes acidentes nucleares ocorridos em decorrência de vazamento de radiação dos reatores.

Explore com os estudantes o texto do livro sobre os acidentes ocorridos em usinas nucleares. Como sugestão, divida os estudantes em grupos e peça a eles que pesquisem mais informações sobre cada um desses acidentes. Após a pesquisa, as informações coletadas podem ser compartilhadas em sala de aula. Alternativamente, assista com os estudantes a um documentário sobre acidentes nucleares. Sugere-se *O desastre de Chernobyl*, listado na seção **Fique por dentro**, ou *Chernobyl: a história completa,* disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=DiGqjYkRQ6o>. Acesso em: 2 jul. 2020.

Interligações (p. 152)

Inicie perguntado aos estudantes se eles têm conhecimento de algum acidente nuclear ocorrido no Brasil. Diga que o acidente nuclear de setembro de 1987 em Goiânia foi o maior já ocorrido no Brasil e o maior do mundo ocorrido fora de usinas nucleares. Nesse caso, um aparelho utilizado em radioterapias, contendo césio-137, foi encontrado por dois catadores dentro de uma clínica abandonada. Eles o desmontaram para vendê-lo a um ferro-velho. O repasse dos restos do equipamento acabou afetando seriamente a saúde de centenas de pessoas.

Utilize a reportagem indicada sobre os fatos que se seguiram ao acidente ocorrido em Goiás. Como sugestão, assista com os estudantes ao vídeo *Césio 137: maior acidente radioativo do Brasil completa 32 anos*, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=12x0zNkBwEc>. Acesso em: 2 jul. 2020.

Proponha aos estudantes uma roda de conversa na qual, com base no que estudaram neste capítulo, falem sobre os principais aspectos problemáticos do uso da radioatividade. Peça a eles que exemplifiquem como o uso dessa fonte de energia tem causado polêmica em todo o mundo. Oriente-os sobre o uso das referências listadas nesta seção como fonte de pesquisa e de informações adicionais sobre os tópicos abordados no capítulo.

Avaliação

Para avaliar a aprendizagem do conteúdo deste capítulo, sugere-se realizar uma avaliação formativa por meio de uma avaliação objetiva. Proponha aos estudantes que resolvam situações-problema baseadas nas atividades propostas ao longo do capítulo. Lembre-se de que uma avaliação objetiva não precisa exigir a memorização de conteúdos; portanto, analise permitir aos estudantes que consultem seus apontamentos ou o livro didático.

Adicionalmente, como sugestão, considere propor um questionário com questões dissertativas sobre o tema tratado neste capítulo. O questionário pode conter questões sobre as aplicações médicas das ondas eletromagnéticas, os benefícios da radiação para a saúde e os cuidados necessários para lidar com equipamentos radiativos. Peça aos estudantes que escrevam um ou dois parágrafos em resposta às questões propostas. Considere permitir consultas ao livro durante o tempo de resposta e utilize essa produção para complementar a avaliação da evolução acadêmica de cada estudante.

Bibliografia complementar

- COSTA, G. G. G. *et al*. Caixa de cores para o estudo de mistura de luzes coloridas. *Física na escola*, v. 9, n. 2, 2008. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol9/Num2/a08.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2020.

  O artigo trata do desenvolvimento de uma montagem experimental para demonstração de superposição de cores, podendo ser utilizado como material de aprofundamento pelo professor para o conteúdo sobre luz visível e as cores do arco-íris.

MODERNA

- FREIRE JR., M.; VITAL, H. C. Irradiação. AGEITEC – Agência Embrapa de Informação Tecnológica/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2020. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fjlb22hl02wyiv80sq98yq94hs31y.html>. Acesso em: 2 jul. 2020.
  Esta referência traz uma tabela apresentando as dosagens e os efeitos da radiação gama em alimentos.
- JANEIRO, A. R. Você já ouviu falar em irradiação de alimentos? *Jornal Biosferas*, 2020. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/biosferas/Art0084.html>. Acesso em: 2 jul. 2020.
  Material de divulgação científica que trata de irradiação de alimentos, podendo ser utilizado pelo professor como subsídio e sugestão de fonte de pesquisa.
- SILVEIRA, P. L.; PINHAL JR., P. O uso da radiação na conservação dos alimentos. *Revista UNILUS Ensino e Pesquisa*, v. 13, n. 30, 2016. Disponível em: <http://revista.unilus.edu.br/index.php/ruep/article/view/611>. Acesso em: 2 jul. 2020.
  Nesta referência, os autores apresentam a irradiação de alimentos, falando sobre o uso e os benefícios da técnica.
- VILELA, K. S. F. R. *Metodologias para o Ensino de Física das Radiações*. 2015. Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal de Ouro Preto, Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Ouro Preto (MG), 2015. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/6291/8/PRODUTO_Utiliza%C3%A7%C3%A3oFornoMicro-ondas.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2020.
  Dissertação de mestrado que trata do estudo da radiação no Ensino Médio, utilizando o forno de micro-ondas como elemento de contextualização. Pode ser utilizada pelo professor como material de apoio e aprofundamento para o tópico **Tipos de ondas eletromagnéticas**.

Resoluções

Atividades

(p. 133)

1. Na figura, contamos duas divisões formando um comprimento de onda, isto é, a distância entre dois vales consecutivos ou entre duas cristas consecutivas equivale ao comprimento do lado de dois quadrados. Se cada divisão tem 8 cm, temos:
   $\lambda = 2 \cdot 8 = \lambda = 16$ cm
   A frequência é determinada pela equação fundamental da ondulatória, com $v = 32$ cm/s dado:
   $v = \lambda \cdot f \Rightarrow 32 = 16 \cdot f \therefore f = 2$ Hz

2. Podemos contar três comprimentos de onda inteiros na corda. Então, se o comprimento total da onda é de 3 m, cada comprimento de onda será $\lambda = 1$ m. A frequência pode ser obtida da equação fundamental da ondulatória, com $v = 0{,}9$ m/s dado:
   $v = \lambda \cdot f \Rightarrow f = \frac{0{,}9}{1} \therefore f = 0{,}9$ Hz
   O período é o inverso da frequência:
   $T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = \frac{1}{0{,}9} \Rightarrow T = 1{,}1$ s

3. A distância entre as duas cristas é igual ao comprimento de onda. Na figura, a distância entre dois vales consecutivos ou entre duas cristas consecutivas é de oito divisões, cada uma com 5 cm. Portanto, $\lambda = 8 \cdot 5$ cm $= 40$ cm. Utilizando a equação fundamental da ondulatória, podemos calcular a velocidade da onda, com a frequência $f = 15$ Hz dada:
   $v = \lambda \cdot f \Rightarrow v = 0{,}40 \cdot 15 \therefore v = 6$ m/s

Atividades

(p. 135)

1. Utilizando a equação fundamental da ondulatória, podemos determinar o comprimento de onda da onda emitida pela emissora de rádio transmitindo na frequência de 6,1 MHz:
   $v = \lambda \cdot f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{6{,}1 \cdot 10^6 \text{ s}} \therefore \lambda = 50$ m
   Portanto, o comprimento de onda em que o receptor deve operar é de aproximadamente 50 m.

2. Inicie transformando a unidade da velocidade da luz no ar de km/s para m/s:
   $3{,}0 \cdot 10^5$ km/s $= 3{,}0 \cdot 10^8$ m/s. Dada a frequência de transmissão $f = 90{,}5$ Mhz $= 90{,}5 \cdot 10^6$ Hz, usando a equação fundamental da ondulatória, temos:
   $v = \lambda \cdot f \Rightarrow 3{,}0 \cdot 10^8 = \lambda \cdot 90{,}5 \cdot 10^6 \Rightarrow \lambda = \frac{3{,}0 \cdot 10^8}{90{,}5 \cdot 10^6} \Rightarrow \Rightarrow \lambda \simeq 3{,}3$ m

3. Precisamos calcular a frequência correspondente nas extremidades do intervalo dado.
Para $\lambda = 4{,}4 \cdot 10^{-7}$ m, temos:
$v = \lambda \cdot f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{4{,}4 \cdot 10^{-7}} = \therefore f = 6{,}8 \cdot 10^{-14}$ Hz
Por outro lado, para $\lambda = 4{,}9 \cdot 10^{-7}$ m, temos:
$v = \lambda \cdot f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{4{,}9 \cdot 10^{-7}} \therefore f = 6{,}1 \cdot 10^{-14}$ Hz
Portanto, a faixa de frequência em que varia a cor azul vai de $6{,}1 \cdot 10^{-14}$ Hz a $6{,}8 \cdot 10^{-14}$ Hz.

Atividades

(p. 140)

1. Analisando as afirmações, temos:
   - **I.** Falsa. O comprimento de onda é uma característica fundamental de todos os tipos de onda.
   - **II.** Verdadeira. Apenas ondas eletromagnéticas podem se propagar sem que exista um meio físico para isso.
   - **III.** Falsa. Também observamos o fenômeno da interferência em ondas mecânicas.
   - **IV.** Verdadeira. A onda eletromagnética é uma composição de uma onda que se propaga na direção transversal e outra onda que se propaga na direção longitudinal.
   - **V.** Falsa. A velocidade de propagação de ondas mecânicas ou eletromagnéticas é dada pelo produto entre a frequência e o comprimento de onda, conforme a equação fundamental da ondulatória.
2. **a)** Considerando um mesmo meio de propagação, a velocidade de todos os tipos de onda citados é a mesma. A equação fundamental da ondulatória nos diz que $v = \lambda \cdot f$, ou seja, se a velocidade é a mesma, quanto maior a frequência, menor será o comprimento de onda. Na lista de fontes dada, temos: *laser* de infravermelho – emite em frequências da ordem de 10^{13} Hz; luz vermelha (visível) – emite em frequências da ordem de 10^{15} Hz; forno de micro-ondas – emite em frequências da ordem de 10^{10} Hz; luz violeta (visível) – emite em frequências da ordem de 10^{15} Hz; aparelhos de raios X – emitem em frequências da ordem de 10^{19} Hz; *laser* de ultravioleta – emite em frequências da ordem de 10^{16} Hz. Portanto, a fonte que emite com maior frequência são os aparelhos de raios X, correspondendo, pela equação fundamental da ondulatória, ao menor comprimento de onda, da ordem de 10^{-11} m.
   b) Fazendo as mesmas considerações do item anterior, neste caso, o forno de micro-ondas emite com a menor frequência entre os listados, correspondendo, portanto, ao maior comprimento de onda, da ordem de 10^{-2} m.
   c) O método para descobrir qual fonte produz uma onda com maior ou menor comprimento de onda consiste em ordenar as fontes levando em consideração a frequência das ondas emitidas. A fonte que produz uma onda com maior frequência será a que produz radiação eletromagnética com menor comprimento de onda; já a fonte que produz a onda com menor frequência apresentará maior comprimento de onda para a radiação emitida.
   Estas respostas também podem ser inferidas visualmente a partir da figura do espectro eletromagnético na página 135 do livro.
3. Utilizando a equação fundamental da ondulatória:
$v = \lambda \cdot f \Rightarrow 3 \cdot 10^8 = \lambda \cdot 1.000 \cdot 10^6 \therefore \lambda = 0{,}3$ m
4. No texto escrito pelos estudantes deve constar que a luz incoerente tem ondas defasadas umas das outras, ou seja, suas cristas e vales não coincidem; por outro lado, se a luz for coerente, as cristas e vales coincidem.

Atividades

(p. 145)

1. A radiação alfa, ou raios alfa, representada pelo símbolo α, é constituída por partículas carregadas com dois prótons e dois nêutrons, possuindo carga positiva $+2$. Por outro lado, a radiação gama, ou raios gama, representada pelo símbolo γ, é caracterizada por possuir carga nula. A semelhança das duas radiações, no entanto, está no fato de terem energia em trânsito, ou seja, um tipo de energia que percorre determinado espaço com determinada velocidade.

MODERNA

2. A radiação alfa possui massa 4, e a radiação gama possui massa nula.

3. Em relação ao poder de penetração:
Radiação alfa $\alpha \Rightarrow$ Baixo
Radiação beta $\beta \Rightarrow$ Moderado
Radiação gama $\gamma \Rightarrow$ Alto

4. A radiação que deve ter atingido o filme é a radiação gama, pois tem grande poder de penetração.

Atividades

(p. 147)

1. Para calcular a massa restante do elemento, utilizamos a lei da meia-vida escrita em termos da massa:
$m = \frac{m_0}{2^x}$
Na equação, m é a massa restante, m_0 é a massa inicial e x é o número de meias-vidas que já se passaram. Como a meia-vida desse elemento é de 120 dias, podemos calcular o número de meias-vidas no período citado (360 dias) utilizando uma regra de três:
120 dias ——— 1 meia-vida
360 dias ——— x meia-vida
$\therefore x = 3$ meias-vidas.
Logo, como a massa inicial da amostra é de 8 g, temos:
$m = \frac{m_0}{2^x} \Rightarrow m = \frac{8}{2^3} = 1 \Rightarrow m = 1$ g.

2. Para que haja decaimento de massa de 40 g para 5 g, precisará haver o decaimento de 3 meias-vidas.
40 g $\Rightarrow$ 20 g $\Rightarrow$ 10 g $\Rightarrow$ 5 g
$t_{\left(\frac{1}{2}\right)}$ $t_{\left(\frac{1}{2}\right)}$ $t_{\left(\frac{1}{2}\right)}$
Logo, se cada meia-vida desse elemento é de 28 anos, para 3 meias-vidas:
28 anos ——— 1 meia-vida
x anos ——— 3 meias-vidas
$x = 3 \cdot 28 = 84$ anos

3. O carbono-14 tem uma meia-vida de 5.730 anos, isto é, nesse tempo, sua massa se reduz pela metade.
Massa x:
100% de $x \Rightarrow$ 50% de $x \Rightarrow$ 25% de x
$t_{\left(\frac{1}{2}\right)}$ $t_{\left(\frac{1}{2}\right)}$
Para duas meias-vidas do carbono-14 temos o tempo de 11.460 anos. O valor medido na pesquisa é de 11.500 anos. Como os valores são próximos, podemos dizer que a porcentagem de carbono-14 encontrada seria de aproximadamente 25%.

4. Pelo enunciado, o tempo de meia-vida do criptônio é igual a 3,16 minutos. Ou seja, nesse tempo, teremos um decaimento de $2{,}0 \cdot 10^{23}$ átomos do elemento até $5{,}0 \cdot 10^{22}$ átomos.
$2{,}0 \cdot 10^{23} \Rightarrow 1{,}0 \cdot 10^{23} \Rightarrow 5 \cdot 10^{22}$
$t_{\left(\frac{1}{2}\right)}$ $t_{\left(\frac{1}{2}\right)}$
Logo, após 2 meias-vidas, $t = 2 \cdot 3{,}16$ minutos $\Rightarrow t = 6{,}32$ minutos, restarão $5 \cdot 10^{22}$ átomos.

5. Ao fim de 276 dias, teremos passado o tempo de duas meias-vidas do polônio-210.
42 g $\Rightarrow$ 21 g $\Rightarrow$ 10,5 g
$t_{\left(\frac{1}{2}\right)}$ $t_{\left(\frac{1}{2}\right)}$
No primeiro decaimento, temos a formação de 21 g de He e, no segundo decaimento, temos a formação de 10,5 g de He. Logo, essas duas meias-vidas correspondem a uma massa de hélio de $m_{He} = 31{,}5$ g.

MODERNA

Interligações (p. 147)

1. As emissões de partículas α liberam energia. Assim, quando essas partículas são emitidas pelos núcleos de átomos radioativos (núcleos instáveis), atingem as moléculas dos gases presentes no ar e conseguem ionizar esses gases, que têm elétrons arrancados, formando íons.
2. O isótopo ^{237}Np é um elemento estável, e trata-se de um elemento sintético. Em temperatura ambiente, esse elemento se encontra no estado sólido, e é o quarto elemento da família dos actinídeos na tabela periódica.
3. Detectores de fumaça de ionização contêm uma quantidade muito pequena de amerício-241 dentro de uma câmara de ionização. Eles criam uma corrente elétrica entre duas placas de metal, que soam um alarme quando acionado pela fumaça na entrada da câmara. Alarmes de fumaça por ionização podem detectar rapidamente as pequenas quantidades de fumaça produzidas por incêndios de fogo rápido, como fogueiras ou incêndios alimentados por papel ou inflamáveis líquidos.

Interligações (p. 149)

1. A dosagem de radiação geralmente utilizada nos processos de irradiação alimentar é medida em unidades de Gray (Gy), que é a unidade no SI de dose absorvida. Um Gray corresponde à absorção de energia de 1 joule por quilograma. Para a maioria dos alimentos o limite é 10 quiloGray (kGy).

ATIVIDADES FINAIS (p. 153)

1. Alternativa **c**. Nessa questão, precisamos descobrir o número de batimentos por minuto do paciente e comparar com o valor ideal citado no enunciado. Em um eletrocardiograma, cada pico (acompanhado das variações menores que ocorrem antes e depois desse pico) corresponde a um batimento. No gráfico mostrado há três picos, portanto, três batimentos. Podemos dizer que os três batimentos ocorrem em 6,0 s, ou seja, um batimento a cada 2 segundos. Uma vez que cada minuto tem 60 segundos, uma regra de três simples nos dá:
   1 batimento ——— 2 segundos
   x batimentos ——— 60 segundos
   $\therefore x = 30$ batimentos em um minuto.
   Esse valor é menor que o mínimo valor considerado normal, que é de 60 batimentos em um minuto. Portanto, a resposta é abaixo do valor ideal.
2. Alternativa **e**. O procedimento adotado visa evitar a interação destrutiva entre ondas eletromagnéticas emitidas por aparelhos distintos. A interferência de ondas eletromagnéticas é favorecida pela proximidade de frequências entre as ondas emitidas.
3. Alternativa **d**. Temos que
   $f = 2{,}45\ \text{GHz} = 2{,}45 \cdot 10^9\ \text{Hz}$.
   Utilizando a equação fundamental da ondulatória com $v = 3 \cdot 10^8$ m/s, temos:
   $$v = \lambda \cdot f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} \Rightarrow f = 3 \cdot \frac{10^8}{2{,}45 \cdot 10^9} \simeq 0{,}122\ \text{m}$$
   Como a resposta foi pedida em centímetro, basta multiplicar por 100. Portanto, $f \simeq 12{,}2$ cm.
4. Alternativa **c**. A radiação eletromagnética emitida pelo corpo humano está majoritariamente na faixa do infravermelho.
5. Alternativa **b**. De acordo com a figura do enunciado, a radiação UV-B está compreendida entre as frequências $9{,}34 \cdot 10^{14}$ Hz e $1{,}03 \cdot 10^{15}$ Hz. Vamos aplicar a equação fundamental da ondulatória, com a velocidade da luz dada, para encontrar os comprimentos de ondas correspondentes aos extremos do intervalo.
   $v = \lambda \cdot f \Rightarrow 3 \cdot 10^8 = \lambda \cdot 9{,}34 \cdot 10^{14} \Rightarrow \lambda_{máx} \simeq 3{,}21 \cdot 10^{-7}\ \text{m} = 321\ \text{nm}$
   $v = \lambda \cdot f \Rightarrow 3 \cdot 10^8 = \lambda \cdot 1{,}03 \cdot 10^{15} \Rightarrow \lambda_{mín} \simeq 2{,}91 \cdot 10^{-7}\ \text{m} = 291\ \text{nm}$
   Analisando o gráfico, vemos que o filtro de maior amplitude com esse comprimento de onda é o IV.

MODERNA

Sugestões de desenvolvimento

O que os estudantes conhecem sobre as principais doenças que os afligem ou a seus familiares e conhecidos? Quais são os sintomas facilmente identificáveis de algumas dessas doenças? O que é possível fazer para se prevenir contra elas? Como agir para evitar contágios? Respostas a esse tipo de questão estiveram presentes nos capítulos deste volume. Chegando ao final do estudo, convém retomar essas questões e solicitar que as opiniões e conclusões sejam organizadas e socializadas com toda a comunidade escolar. Para tanto, sugere-se que prioritariamente os estudantes compreendam que devem sempre buscar a opinião de médicos em caso de prenúncio de doenças, e que todo o trabalho a ser realizado não tem por objetivo, de forma alguma, fornecer elementos para automedicação. Isso posto, lança-se para a turma a proposta de elaboração de painéis ilustrativos contendo as principais características de algumas doenças, com vistas a promover encontros de esclarecimentos com outras turmas da escola.

Oriente os estudantes a se organizarem em grupos de três ou quatro integrantes, com base no interesse que tenham por descrever algumas das doenças estudadas. Peça a cada grupo que selecione quatro doenças e reforce que o campo de escolhas deve ser o mais amplo possível, evitando que mais de dois grupos escolham a mesma doença.

Os estudantes devem ter liberdade de selecionar para as doenças escolhidas as características que julgarem mais interessantes, sejam sintomas, tratamentos, possibilidades de contágio etc. De todo modo, será importante destacar a necessidade de identificar corretamente os sistemas do corpo humano afetados em cada caso. Na seleção de características, é bem provável que surjam denominações populares para algumas doenças, muitas vezes próprias de determinadas regiões do país, como "dor nos quartos", "amarelão", "doença do mundo", "crista de galo", "caroço", "barriga d'água", entre outras. Se isso ocorrer, pode-se explorar a relação entre as denominações populares e as médicas, estimulando os estudantes a conversarem com pessoas mais idosas da comunidade para obter informações acerca de como preveniam e tratavam doenças que, em outros tempos, eram consideradas fatais e hoje não são mais, devido a vacinas e medicamentos.

Ao acompanhar a elaboração dos painéis, permita que os grupos registrem suas escolhas da maneira que julgarem mais apropriada, seja apenas com lápis e caneta, seja com colagens, recortes, impressos recolhidos da internet, fotos etc.

Estimule os grupos a pesquisarem dados a respeito da frequência de cada tipo de doença na população de nosso país, de maneira a construírem conhecimentos para defender posições quanto às diferenças de penetração da doença em comunidades, regiões, classes sociais etc. Gráficos e tabelas poderão ser incluídos nos painéis.

Após um intervalo de tempo com duração determinada (uma ou duas semanas), os grupos elaboradores dos painéis poderão percorrer as salas de aula dos demais anos letivos para conversar com os colegas, questionando-os sobre aspectos que observaram nos painéis e desconheciam a respeito das doenças e suas características. Nessas conversas, será importante estimulá-los a compartilhar as informações que têm sobre tratamentos das doenças. Em ocasiões assim, não é raro apresentarem formas de abordagem de doenças baseadas unicamente em crendices populares, nem sempre de acordo com as orientações médicas. Se isso ocorrer, liste as opiniões que surgirem e as acrescente no painel ao lado da doença correspondente, com um sinal de interrogação: (?). Essa indicação vai sinalizar que será preciso pesquisar sobre a eficácia ou não do procedimento citado.

Atividades como esta devem ser avaliadas em processo contínuo. Nesse sentido, sugere-se a elaboração de etapas, para que ao final de cada uma os estudantes possam ser avaliados e, também, se autoavaliar. A primeira etapa, por exemplo, pode ser simplesmente a de escolha das doenças e organização dos grupos. Em seguida, após um intervalo de tempo estipulado (uma semana ou alguns dias), a apresentação de um esboço preliminar dos painéis também pode servir como instrumento avaliativo. Essas e outras etapas poderão ser definidas de preferência em conjunto com os grupos de estudantes, de modo que, ao término, a avaliação do trabalho tenha contemplado todo o processo e também o produto final.

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. Mestra 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

Saúde e tecnologia

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

1ª edição

São Paulo, 2020

MODERNA

MODERNA

Coordenação geral: Maria do Carmo Fernandes Branco
Edição executiva: Glaucia 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: Adriana Bairrada, Ana Maria Marson, Elza Doring, Lilian Xavier, Sirlene Prignolato, Leandra Trindade, Viviane T. Mendes
Coordenação de pesquisa iconográfica: Sônia Oddi, Luciano Baneza Gabarron
Pesquisa iconográfica: Fabiana Nogueira, Enio Lopes, Vanessa Trindade, Márcia Mendonça, Camila D'Angelo, Renata Martins
Suporte administrativo editorial: Flávia Bosqueiro
Coordenação de *bureau*: Rubens M. Rodrigues
Tratamento de imagens: Joel Aparecido, Luiz Carlos Costa, Marina M. Buzzinaro
Pré-impressão: Alexandre Petreca, Everton L. de Oliveira, Marcio H. Kamoto, Vitória Sousa
Coordenação de produção industrial: Wendell Monteiro
Impressão e acabamento:

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

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

Outros autores: Eloci Peres Rios, Walter Spinelli, Hugo Reis, Blaidi Sant'Anna, Vera Lúcia Duarte de Novais, Murilo Tissoni Antunes
Área do conhecimento: Ciências da natureza e suas tecnologias
Obra em 6 vol.
Conteúdo: Matéria e energia -- Energia e ambiente -- Saúde e tecnologia -- Conservação e transformação -- Terra e equilíbrios -- Universo, materiais e evolução

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

20-39324 CDD-373.19

Índices para catálogo sistemático:

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

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.
Todos os direitos reservados

EDITORA MODERNA LTDA.
Rua Padre Adelino, 758 - Belenzinho
São Paulo - SP - Brasil - CEP 03303-904
Vendas e Atendimento: Tel. (0_ _11) 2602-5510
Fax (0_ _11) 2790-1501
www.moderna.com.br
2020
Impresso no Brasil

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

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

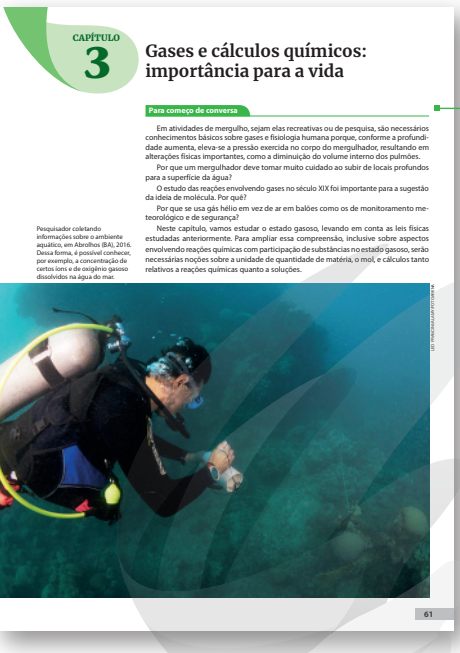
Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

CONHEÇA SEU LIVRO

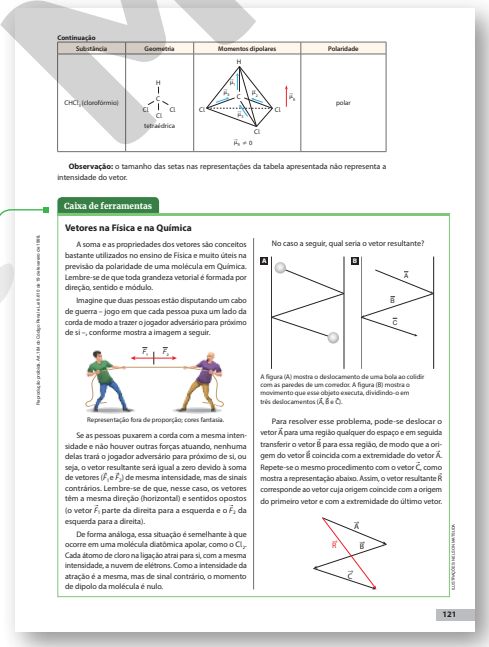
Videotutorial
- Assista ao videotutorial de apresentação do volume.

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



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

Interligações
Apresenta texto e atividades como uma oportunidade de relacionar o conteúdo do capítulo com situações cotidianas ou outras áreas do conhecimento.



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

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

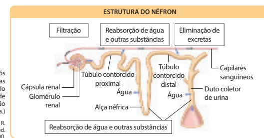
Atividades
Sequência de atividades ao longo do capítulo, que podem ser de aplicação mais direta de conceitos ou de questões abertas e dissertativas.

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.

Caixa de ferramentas

O hormônio antidiurético (ADH, também chamado de vasopressina) atua estimulando a reabsorção de água nos néfrons. Algumas substâncias, como o álcool, inibem a liberação desse hormônio, o que diminui a reabsorção de água, aumentando o volume e diminuindo a concentração da urina formada.

Cada néfron é cercado por vasos sanguíneos e, durante a passagem do filtrado, ocorrem por ele a reabsorção de substâncias no túbulo contorcido proximal, a reabsorção de água na alça néfrica e a eliminação ativa de excretas pelas células da parede do túbulo contorcido distal, levando à formação da urina. Nesse momento, a urina sai do néfron, sendo recolhida pelo túbulo coletor reto, que se une aos túbulos de outros néfrons, levando a urina para o ureter. Este leva a urina para a bexiga, na qual ela fica acumulada e é eliminada para o meio externo através da uretra.



O néfron forma a urina apenas após a reabsorção e eliminação ativa das excretas. Assim, somente após passar pelo túbulo contorcido distal o filtrado pode ser chamado de urina. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: TORTORA, G. J.; GRABOWSKI, S. R. *Fundamentos da Anatomia e Fisiologia*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

Atividades — Não escreva no livro.

1. Explique como a excreção de ácido úrico pode ser considerada uma adaptação à vida em ambientes secos.
2. O mau funcionamento dos rins pode causar problemas de hipertensão. Explique esse fato com base nas funções desse órgão.
3. Em uma mulher, formaram-se dois cálculos renais: um em uma alça néfrica e outro no ureter. Considerando que eles ficam presos nessas estruturas, qual deles é mais prejudicial ao sistema urinário? Por quê?
4. Uma pessoa, ao perceber que estava ficando doente, resolveu tomar uma grande quantidade de vitamina C. Um tempo depois, ela fez um exame de urina para diagnóstico e, por acaso, constatou-se uma grande quantidade dessa vitamina em sua urina. Com base nessas informações, discuta se foi adequada a quantidade de vitamina C que a pessoa tomou. Explique.

Comunicando ideias — Não escreva no livro.

A urina pode apresentar traços de alguns medicamentos, ou seja, quantidades pequenas de substâncias que os compõem são excretadas pelo corpo. Em geral, as estações de tratamento de esgoto não estão preparadas para remover esses resíduos do esgoto, de modo que eles atingem rios e outros corpos de água. Em grupo, pesquisem quais são os possíveis efeitos desse tipo de poluição e como tratá-lo. Discutam entre si se esse tratamento deve ser exigido por lei.

Fique por dentro

Internet
Sociedade Brasileira de Cardiologia
<https://www.portal.cardiol.br/>
Apresenta diversas seções, como gibis, jogos, receitas saudáveis e outras, que abordam aspectos da saúde do sistema cardiovascular humano.
Acesso em: 22 jun. 2020.

Filme
Osmose Jones. Direção: Bobby Farrelly e Peter Farrelly, Estados Unidos. 2001. (95 min.)
O filme mostra um glóbulo branco que trabalha no corpo de um homem que possui maus hábitos de higiene e uma dieta ruim. Quando o homem é infectado por uma doença, Jones se junta à pílula Drix para tentar restaurar a saúde do corpo dele.

36

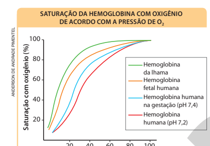
Fique por dentro
Traz indicações de *sites*, livros, revistas e artigos, além de sugestões de vivências em ambientes fora da escola.

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 — Não escreva no livro.

1. Em seu caderno, desenhe um tubo digestório humano utilizando três cores diferentes: com a primeira cor pinte as estruturas que apresentam pH neutro, com a segunda as de pH ácido e com a terceira as de pH básico. Qual é a importância dessa variação de pH no processo de digestão?

Observe o gráfico a seguir e responda às questões 2 a 5.



Fonte: SADAVA, D.; HELLER, H. C.; ORIANS, G. H.; PURVES, W. K.; HILLIS, D. M. *Vida*: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

2. A pressão de oxigênio é diretamente proporcional à concentração desse gás, ou seja, quanto mais gás oxigênio no ambiente, maior a pressão. Lembrando que o ar é rarefeito em elevadas altitudes, responda: quem está mais adaptado para viver em elevadas altitudes: uma lhama ou um ser humano? Justifique.
3. A hemoglobina humana na gestação (pH 7,4) tem maior ou menor afinidade por O_2 do que a hemoglobina humana (pH 7,2)? Elabore uma hipótese que explique essa diferença.
4. O gráfico mostra que existem diferenças no comportamento da hemoglobina fetal humana e da hemoglobina materna humana. O que essa diferença permite?
5. Atletas brasileiros que vão disputar uma partida em uma cidade de altitude elevada precisam passar por um período de alguns dias de aclimatação. Que tipo de ajuste fisiológico o organismo apresenta nesse caso? Qual a importância desse processo para o desempenho dos jogadores?

Leia o texto a seguir para responder às questões 6 a 9.

O único modelo dinâmico de estômago humano no mundo, que ingere e digere alimentos de verdade em tempo real, está prestes a ganhar um "companheiro de trabalho". Após dois anos de uso intensivo, o equipamento desenvolvido por cientistas do Instituto de Pesquisa Alimentar, em Norwich (Reino Unido), precisava de reforço.

Desde que chegou ao instituto, em 2007, o modelo vem auxiliando em uma série de pesquisas em diferentes áreas. No campo da saúde alimentar, por exemplo, ele vem ajudando pesquisadores a desenvolver alimentos capazes de controlar o apetite e a entender o comportamento de microrganismos benéficos (probióticos) e maléficos (como a salmonela) ao homem durante a digestão.

No setor de fármacos, o equipamento é usado em testes sobre os efeitos adversos da interação de determinados medicamentos com bebidas alcoólicas, outros remédios e diferentes tipos de alimentos. [...]

Fonte: ALMEIDA, C. Dois estômagos digerem muito mais. *Ciência Hoje on-line*. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/dois-estomagos-digerem-muito-mais/>. Acesso em: 2 jul. 2020.

6. Qual é a importância de se ter um estômago artificial que reproduz as funções de um estômago real?
7. Tendo em vista algumas pesquisas citadas no texto, quais outros sistemas fisiológicos estão envolvidos nessas análises? Cite dois exemplos.
8. Elabore um projeto de pesquisa para ser desenvolvido nesse estômago, indicando sua importância e as descobertas que ele poderia produzir.
9. A construção desse tipo de equipamento custa entre milhares e milhões de reais. Você acha que as pesquisas desenvolvidas nesse estômago valem o investimento financeiro? Justifique.

Próximos passos

Percebemos neste capítulo a importância de alguns sistemas fisiológicos para a realização de funções vitais, como a distribuição de componentes necessários para a sobrevivência do corpo humano e a eliminação de substâncias tóxicas. Vimos que os fluidos corpóreos têm importantes funções fisiológicas.
O próximo capítulo tratará de aspectos da hidrostática e de algumas propriedades dos gases que se relacionam direta ou indiretamente com os processos de circulação, essenciais para o funcionamento do corpo humano.

37

Próximos passos
Ao final do capítulo, com intenção de conectar os conhecimentos, estabelece 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.

ATIVIDADE PRÁTICA — Não escreva no livro.

Submarinos

Você já imaginou que é possível entender como funciona um submarino usando apenas uma garrafa PET e o tubo de uma caneta? Por mais sofisticado que seja um submarino, com toda sua tecnologia, seu princípio de funcionamento é mais simples do que você pensa e está relacionado ao conceito de empuxo, discutido neste capítulo. Para compreender como isso se aplica ao submarino, você necessitará dos materiais a seguir.

Materiais
- Uma garrafa PET de 2 litros transparente e com tampa;
- um tubo transparente de caneta, sem o refil de tinta e sem a tampa;
- aproximadamente 2 litros de água;
- duas tampinhas da parte superior da caneta.

Procedimento
1. Corte a ponta do tubo, onde a carga é encaixada, para que as duas extremidades fiquem iguais.
2. Tampe uma das extremidades do tubo com uma das tampinhas e coloque água, deixando, aproximadamente, 5 ou 6 centímetros de ar. Para saber se a quantidade de água é suficiente para que o tubo flutue, teste antes em uma vasilha com água.
3. Tampe a outra extremidade com a outra tampinha. Certifique-se de que a caneta está bem vedada.
4. Encha completamente de água a garrafa PET, tomando cuidado para que não fiquem bolhas de ar em seu interior, e coloque a caneta dentro da garrafa. Não tampe a garrafa ainda.
5. Observe que, inicialmente, a parte superior da caneta ficará na mesma linha horizontal da superfície livre da água, caracterizando sua flutuação.
6. Tampe a garrafa, aperte-a levemente e solte: observe o que acontece com o tubo de caneta.

Questões
1. De acordo com o conceito de empuxo estudado neste capítulo, explique o que você observou no experimento.
2. Faça um esquema representando a garrafa, a caneta e as forças que atuam sobre ela nas situações observadas.
3. Relacione o funcionamento do seu "submarino" de tubo de caneta com o de um submarino real.

52

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

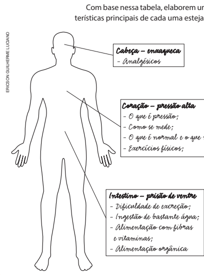
Os temas que você estudou neste volume estão relacionados ao que temos de maior valor: nossa saúde. No percurso desenvolvido nos capítulos, você pôde conhecer os diversos assuntos relacionados à saúde, como conquistas da Ciência, sistemas do corpo humano e atividades físicas e químicas que nele ocorrem, medidas de prevenção contra determinados distúrbios, entre outros.

Agora, é o momento de mobilizar esses conhecimentos para elaborar um produto de divulgação para a comunidade escolar visando desconstruir concepções eventualmente equivocadas a respeito de prevenção, identificação e consequências de algumas doenças comuns.

Para começar, organizem-se em grupos e elaborem uma lista com pelo menos quatro doenças dentre as que foram estudadas neste volume, relacionadas, por exemplo: pressão alta, prisão de ventre, arteriosclerose, cálculo renal etc. Em seguida, montem uma tabela em que conste o nome das doenças selecionadas pelo grupo e o que julguem importante apresentar no material de divulgação para esclarecimentos a alguém que desconheça esses males. Podem ser citados: as partes do corpo atacadas, os sintomas, a prevenção, a forma de transmissão da doença, o tratamento, além de outros aspectos. Sempre que julgarem necessário, retomem a leitura dos capítulos e completem a tabela com informações pesquisadas em fontes seguras na internet ou obtidas através de entrevista com familiares, professores ou conhecidos. A tabela pode ser elaborada em formato de planilha eletrônica ou de texto, de maneira a permitir alterações, edições etc.

Em suas pesquisas, observem com atenção o histórico das conquistas científicas que levaram à identificação das causas da doença, bem como o desenvolvimento de vacinas e de tratamentos. O conjunto desses aspectos servirá para mostrar como a curiosidade, o interesse social e econômico, o estudo intensivo e até imprevistos de pesquisas, bem aproveitados por estudiosos, são importantes para a evolução científica.

Com base nessa tabela, elaborem um painel em que as doenças escolhidas pelo grupo e as características principais de cada uma estejam associadas ao desenho de um corpo humano.



É importante constar nos painéis também que a busca por atendimento médico em caso de doença é, sem dúvida, a atitude mais correta a ser tomada. A identificação de sintomas e a adoção de medidas preventivas são comportamentos auxiliares a serem observados em qualquer situação.

Depois de elaborados, apresentem os trabalhos aos demais grupos da sala de aula e discutam o que pode ser incluído ou eliminado. Para isso, anotem as observações dos colegas e avaliem se há pontos que ainda requerem pesquisas.

Ao final, com a orientação do professor, os painéis elaborados pelos grupos poderão ser afixados em algum local da escola – corredor, pátio, laboratório – para que os estudantes de outras salas tenham contato com o tema.

154

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Objetivos

- Conhecer as organizações anatômica e fisiológica do corpo humano, comparando-as às de outros animais.
- Reconhecer o funcionamento básico do organismo humano, com foco em digestão, circulação e excreção.
- Compreender o conceito de saúde em suas múltiplas dimensões e aplicá-lo em reflexões sobre os próprios hábitos.
- Compreender conceitos físicos relacionados às propriedades de equilíbrio de líquidos e gases no corpo humano e na natureza.
- Identificar a importância do desenvolvimento científico e tecnológico na área de saúde, reconhecendo aplicações médicas e sanitárias.
- Mostrar diferentes tecnologias relacionadas à Medicina, possuindo como base a apresentação de conhecimentos atrelados às ondas mecânicas e eletromagnéticas.
- Permitir a discussão e o entendimento sobre os diversos tipos de radiação, sua utilização no dia a dia como em aparelhos micro-ondas, nas telecomunicações e na Medicina.
- Compreender os cálculos relativos às transformações químicas e suas aplicações tecnológicas.
- Compreender a solubilidade de gases e sua importância para a vida aquática e para a manutenção da vida.
- Reconhecer a importância do estudo de algumas moléculas orgânicas para a área da saúde, como os anestésicos e antissépticos.
- Compreender a distribuição espacial dos átomos nas moléculas orgânicas e as interações moleculares que permitem entender as propriedades de algumas substâncias aplicadas na área da saúde.

Justificativa

Para cuidar de si e dos outros, visando à saúde individual e coletiva, é necessário conhecer as principais dinâmicas do corpo humano e os fatores que as afetam. O estado de saúde de um indivíduo vai além da ausência de doenças ou enfermidades; envolve o bem-estar físico, mental e social. Assim, para compreender como melhorar esse estado é necessária uma compreensão mais profunda, perpassando temas como anatomia, fisiologia, convívio social, higiene e inúmeras tecnologias voltadas tanto para o diagnóstico quanto para o tratamento de enfermidades. Dentre essas tecnologias, destacam-se o diagnóstico por imagem e a produção de medicamentos, anestésicos e antissépticos.

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

- **EM**: O primeiro par de letras indica a etapa de **Ensino Médio**.
- **13**: O primeiro par de números (13) indica que as habilidades descritas podem ser desenvolvidas em qualquer série do Ensino Médio.
- **CNT**: 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
- **103**: 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).

REPRODUÇÃO

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Nos quadros a seguir, você pode conhecer quais competências e habilidades estão sendo mobilizadas no desenvolvimento de cada capítulo deste volume.

Competências gerais	Capítulos
1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.	1, 2, 3, 4, 5 e 6
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.	1, 2, 3, 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.	4 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.	4 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.	4
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.	1, 3, 4 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.	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.	4
10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.	1 e 5

Competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Capítulos
1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.	**(EM13CNT101)** Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.	2, 3 e 6
	(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica.	4
	(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.	1, 3, 4, 5 e 6
	(EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.	3 e 6

Continua na próxima página

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

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.	**(EM13CNT202)** Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).	1
	(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.	2 e 6
	(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.	3, 4 e 5
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).	**(EM13CNT301)** Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.	1, 2, 3 e 5
	(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.	1, 3 e 5
	(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.	1, 4 e 5
	(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.	4
	(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.	2, 3, 5 e 6
	(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.	2, 5 e 6
	(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.	3
	(EM13CNT310) Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.	1, 3 e 4

MODERNA

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

SUMÁRIO

Ponto de partida 12

Capítulo 1 Anatomia e fisiologia comparadas 14

Respiração 14
Interligações – O "ar do fogo" 15
Interligações – Função do termostato 16
Como respiramos? 17
Digestão 20
Circulação 26
Interligações – Equilíbrio térmico 29
Atividade prática – Medindo a frequência cardíaca 32
Excreção 33
Comunicando ideias 36
Fique por dentro 36
Atividades finais 37
Próximos passos 37

Capítulo 2 No ar, na água e no organismo: pressão em ação 38

O que é pressão? 39
Pressão atmosférica 41
Interligações – O olho de um furacão 42
Interligações – Coração: uma bomba que pressiona veias e artérias 43
Pressão e densidade 45
Interligações – Flutuação, densidade e proporcionalidade 47
Empuxo: o princípio de Arquimedes 48
Interligações – Balões de ar quente 51
Atividade prática – Submarinos 52
Transformações gasosas e os gases perfeitos 53
Interligações – A teoria cinética dos gases 53
Interligações – Gás líquido? Como assim? 57
Fique por dentro 59
Atividades finais 60
Próximos passos 60

Capítulo 3 Gases e cálculos químicos: importância para a vida 61

Mol: uma unidade fundamental 62
Reagentes em solução 66
Lei volumétrica de Gay-Lussac 67
Princípio de Avogadro 68
Volume molar de um gás 70

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Lei dos gases ideais 71
Densidade 72
Misturas gasosas 74
Cálculos em reações químicas das quais participam gases 76
Soluções de gás em líquido 76
Atividade prática – Influência da temperatura na solubilidade de gases em líquidos 77
Interligações – Trocas gasosas na respiração 77
Interligações – Os efeitos da solubilidade dos gases sobre a vida aquática: um desafio para o Brasil 79
Comunicando ideias 80
Interligações – Mergulho e despressurização 81
Fique por dentro 82
Atividades finais 83
Próximos passos 84

Capítulo 4 Saúde: Bem-estar físico, mental e social 85

Conceitos de saúde 85
Interligações – A influência da Medicina africana no Brasil 86
Comunicando ideias 87
Saúde do adolescente e sexualidade 88
Interligações – Rituais indígenas de iniciação 88
Comunicando ideias 90
Principais tipos de doença 90
Comunicando ideias 94
Tecnologia na saúde 95
O sistema imunitário humano 97
Tecnologia no tratamento de doenças 99
Interligações – O gás mostarda e a quimioterapia 99
Comunicando ideias 99
Saúde no Brasil 100
Interligações – Mulheres pioneiras na Medicina brasileira 101
Interligações – Conhecimentos das populações tradicionais 102
Qualidade de vida e hábitos saudáveis 103
Comunicando ideias 105
Interligações – Impacto das redes sociais na saúde 105
Fique por dentro 106
Atividades finais 106
Próximos passos 107

Capítulo 5 Algumas substâncias utilizadas na área da saúde 108

Funções orgânicas 109
Anestésicos 110
Analgésicos 111
Interligações – Ácido acetilsalicílico: um centenário que não envelhece 112

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Comunicando ideias 113
Agentes desinfetantes e antissépticos 114
Interligações – O etanol: um depressor do sistema nervoso 116
Higienização do corpo: uso do sabão 117
Comunicando ideias 118
Geometria molecular 119
Interações moleculares 122
Fique por dentro 127
Atividades finais 128
Próximos passos 130

Capítulo 6 Ondas eletromagnéticas e a Medicina 131

Como caracterizar uma onda? 131
Mas o que são ondas eletromagnéticas? 134
O que é o espectro eletromagnético? 135
Tipos de ondas eletromagnéticas 136
Ondas na Medicina 140
Os cuidados com a radioatividade 143
Interligações – Detectores de fumaça 147
Tipos de reações nucleares 148
Interligações – Radioatividade e conservação de alimentos 149
Fonte de energia: reatores nucleares 150
Interligações – Acidente nuclear em Goiânia: o césio-137 152
Fique por dentro 152
Atividades finais 153

Ponto final 154
Respostas das atividades e atividades finais 155
Referências bibliográficas comentadas 160

Reprodução proibida. Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

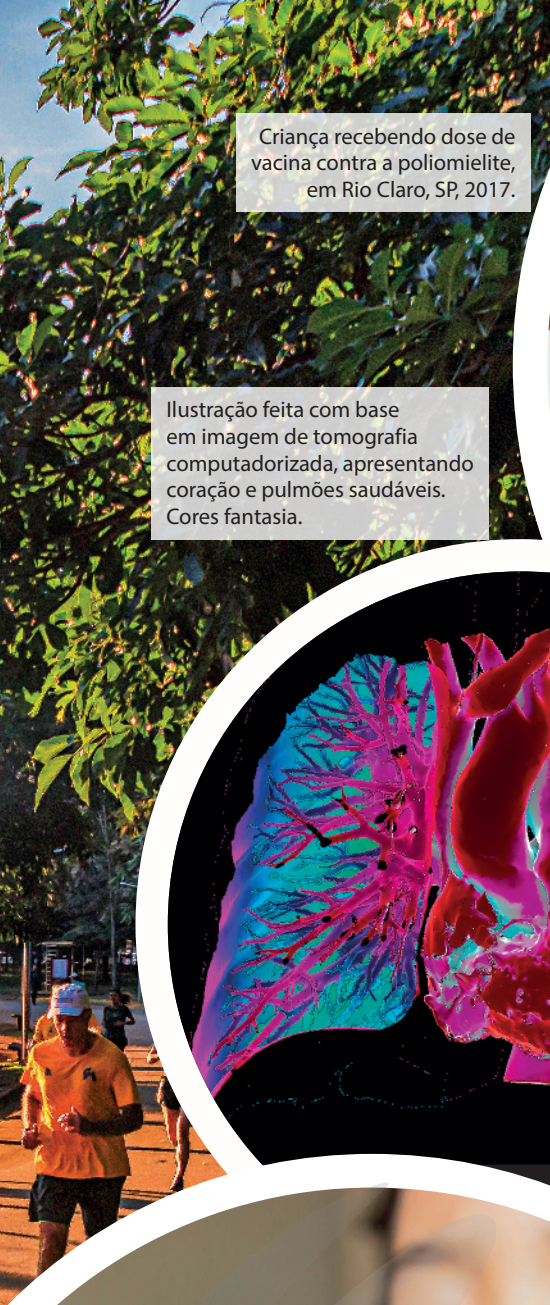
MODERNA

Ponto de partida

ANTONIO SALAVERRY/SHUTTERSTOCK

A corrida urbana é uma modalidade esportiva em expansão. Os praticantes a buscam para melhorar tanto a saúde física como a mental. Parque do Ibirapuera, São Paulo, SP, 2019.

Criança utilizando um espirômetro de incentivo (EV). Esse aparelho revela o volume máximo de ar inspirado após uma expiração normal.



Criança recebendo dose de vacina contra a poliomielite, em Rio Claro, SP, 2017.

DANIEL LINS/FOTOARENA

Ilustração feita com base em imagem de tomografia computadorizada, apresentando coração e pulmões saudáveis. Cores fantasia.

K H FUNG/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

GUNDAM_AI/SHUTTERSTOCK

Em muitos países, a expectativa de vida, isto é, o número médio de anos que uma pessoa vai viver considerando que está sujeita ao padrão de mortalidade observado em dada população durante certo período, tem aumentado. No Brasil, passamos de 45,6 anos, em 1940, para 76,3 anos, em 2018. A que se deve tal aumento? Parte da resposta está nos avanços científicos e tecnológicos, como o desenvolvimento de novas vacinas e drogas, e no uso de aparelhos de medicina diagnóstica. Exames de tomografia computadorizada, por exemplo, fornecem imagens muito mais detalhadas do que as de raios X, como a reproduzida nesta seção, e vacinas evitam que sarampo, poliomielite etc. acometam crianças. Além disso, outro ponto que contribui para o aumento da expectativa de vida é a opção por hábitos de vida saudáveis, como a prática de atividades físicas destacada na imagem.

Os avanços da pesquisa científica e da área da saúde, entretanto, não permitem que descuidemos de alterações significativas em nosso metabolismo, como estudaremos neste volume.

MODERNA

CAPÍTULO

1

Anatomia e fisiologia comparadas

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

BNCC:
EM13CNT104
EM13CNT202
EM13CNT301
EM13CNT302
EM13CNT303
EM13CNT310

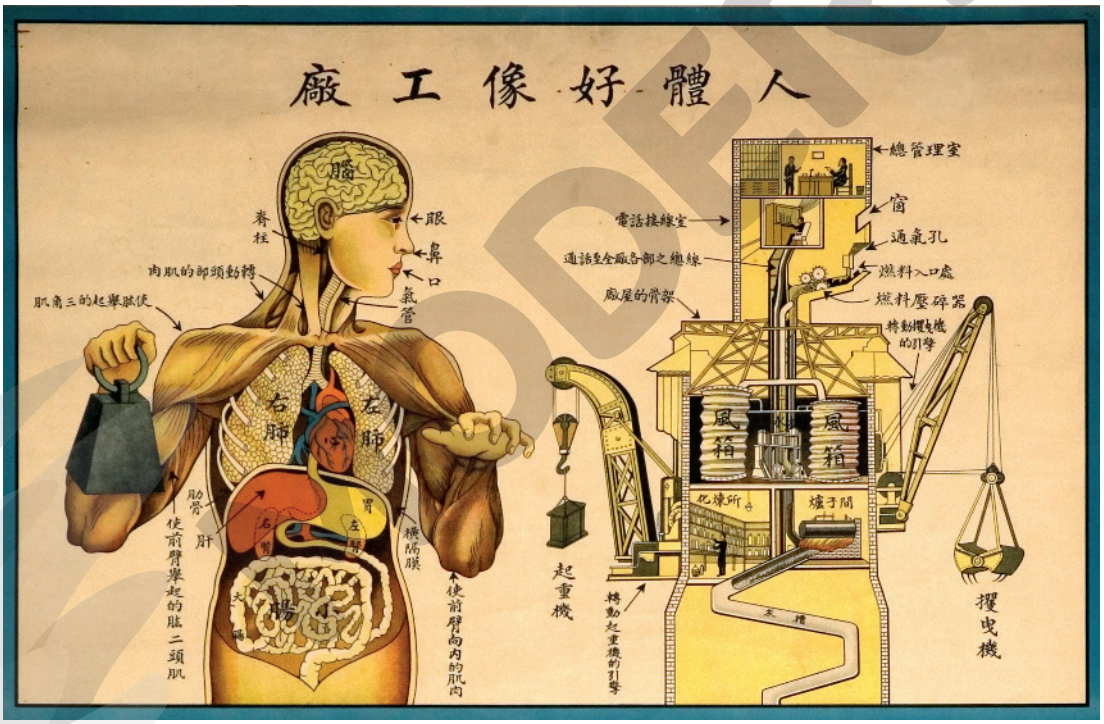
Para começo de conversa

Os organismos vivos interagem com a matéria e outros estímulos, como luz, som, calor, sinais químicos provenientes do ambiente ao seu redor. E, obrigatoriamente, produzem uma resposta a eles: fuga de predadores, procura por alimentos, liberação de compostos químicos, entre outras. Parte dessas respostas ajuda a manter as condições do corpo dinamicamente estáveis, por exemplo, em relação à temperatura ou à quantidade de água e de sais minerais.

Essa capacidade do organismo de se manter em condições internas apropriadas é chamada homeostase. Como ocorrem as trocas gasosas nos organismos de forma a garantir não só a energia, mas também a homeostase? Como os animais obtêm os nutrientes dos alimentos e ao mesmo tempo eliminam os metabólitos para garantir a homeostase? Qual é o papel da circulação na manutenção da homeostase?

Neste capítulo, vamos estudar o funcionamento dos sistemas respiratório, digestório, circulatório e excretor do corpo humano, comparando-os aos de outros organismos.

BRIDGEMAN IMAGES/KEYSTONE BRASIL



Pôster educacional chinês da década de 1930 retratando o corpo humano como uma máquina. Dividir o estudo do corpo em sistemas e fazer analogias a elementos conhecidos é uma ferramenta para compreender o funcionamento do organismo.

Ao trabalhar esses sistemas, trace com os estudantes o caminho que o gás oxigênio faz do ambiente externo até o órgão responsável pela troca de gases utilizando as ilustrações.

Respiração

Todos os animais, desde uma pequena planária marinha até uma baleia-azul, o maior animal conhecido, precisam de energia para se manterem vivos. Para isso, necessitam realizar trocas gasosas em todas as suas células. Na planária, dificilmente uma célula está a mais de 1 mm de distância do meio externo, de modo que as trocas podem ocorrer diretamente com o ambiente. Já a baleia possui células muito distantes do ambiente externo, sendo necessário outro mecanismo para realizar as trocas gasosas com as células de seu interior.

A troca de gases que um ser vivo faz com o ambiente é chamada de **respiração sistêmica**. O termo "respiração"

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

também é usado para se referir ao processo intracelular de produção de energia (**respiração celular**). Os significados podem ser confundidos, pois nas trocas gasosas dos seres vivos retira-se gás oxigênio (O_2) do ambiente e elimina-se gás carbônico (CO_2). Esses gases também estão relacionados com a respiração celular: o O_2 é consumido no processo, e o CO_2, produzido. Neste item, estudaremos como ocorre a respiração sistêmica (designada daqui em diante apenas como "respiração") nos principais grupos de animais e, com mais detalhes, nos seres humanos.

As trocas gasosas nos seres vivos ocorrem por **difusão**, com os gases passando do meio com maior concentração para o meio com menor concentração. Esse processo é lento, uma vez que a troca só pode ocorrer entre células e fluidos em contato direto. Não havendo um meio pelo qual os gases sejam transportados com maior rapidez, o tamanho de um organismo fica limitado, uma vez que nesse caso as células mais distantes da superfície não trocam gases com eficiência suficiente para se manterem vivas.

A difusão é um processo passivo de transporte (que não demanda gasto de energia), e alguns fatores podem facilitá-la ou dificultá-la. Confira a seguir.

- **Espessura da superfície:** em alguns casos, as substâncias que se difundem devem atravessar vasos ou superfícies para chegar a seu destino final. Quanto mais delgada for essa estrutura, mais eficiente será a difusão.
- **Hidratação da superfície:** superfícies úmidas auxiliam na difusão, ao contrário de superfícies secas, que a dificultam.
- **Diferença de concentração:** quanto maior a diferença de concentração entre os meios que trocarão substâncias, mais eficiente será a difusão entre eles.

Esses fatores estão relacionados a propriedades físico-químicas dos líquidos e gases que serão abordadas adiante neste livro.

Os animais apresentam estruturas que auxiliam nas trocas gasosas, mas alguns, como os poríferos, realizam-nas por difusão diretamente entre as células da superfície corpórea e o ambiente. A seguir, veremos alguns tipos de trocas gasosas dos animais.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Interligações

Não escreva no livro.

O "ar do fogo"

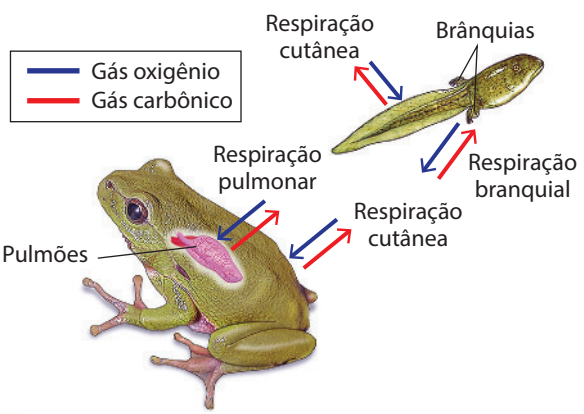
Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) foi um farmacêutico de origem sueca que descobriu o oxigênio isolando-o a partir do óxido de magnésio. Ao recém-descoberto oxigênio, ele deu o nome de "ar do fogo", devido à fumaça vermelha que é liberada quando o óxido de magnésio reage com um ácido.

1. Por que o nome "ar do fogo" é apropriado para designar o gás oxigênio?
2. O gás oxigênio foi estudado por outros cientistas na mesma época, Joseph Priestley e Antoine Lavoisier. Quais as principais descobertas de cada um deles?

Respiração cutânea

Esse tipo de respiração ocorre por trocas gasosas realizadas entre o ser vivo e o meio externo através da **pele**. A distribuição dos gases pelo organismo pode ser feita por um sistema circulatório ou por difusão. Esse mecanismo é o principal responsável pela respiração em cnidários, platelmintos, nematódeos, anelídeos e em alguns moluscos e equinodermos. Esses animais são encontrados em ambientes aquáticos ou muito úmidos, o que ajuda a manter a superfície corporal sempre úmida. Em anfíbios, a respiração cutânea funciona em conjunto com outros mecanismos. Esses animais apresentam desenvolvimento indireto, ou seja, passam por um estágio intermediário de desenvolvimento e o processo de transformação em adulto gera mudanças internas. A maioria das larvas dos anfíbios respira por brânquias e pela pele. Já os anfíbios adultos respiram pela pele e por pulmões.

RESPIRAÇÃO EM ANFÍBIO ADULTO E GIRINO



SELMA CAPARROZ

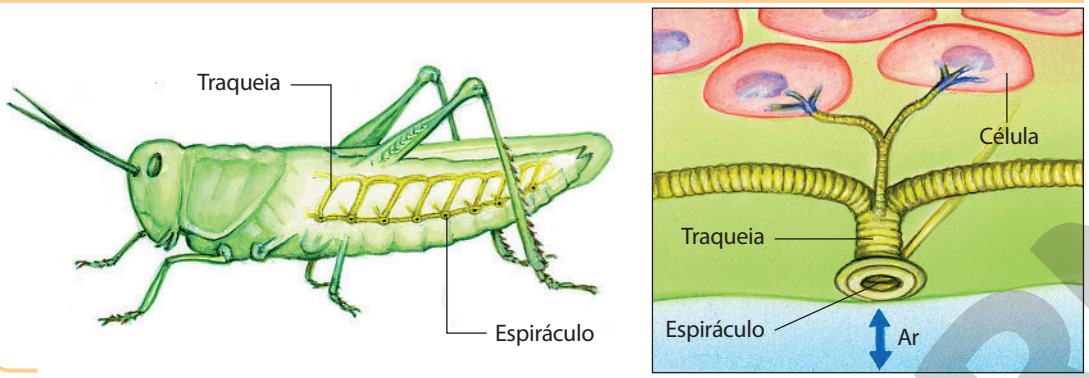
Esquema da respiração em um sapo girino e adulto. Nos anfíbios, a respiração cutânea é complementar à pulmonar ou à branquial, dependendo do estágio de vida em que o animal se encontra. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SCHMIDT-NIELSEN, K. *Fisiologia animal*. 5. ed. São Paulo: Santos, 2002.

Respiração traqueal

As trocas gasosas em muitos artrópodes acontecem por meio de estruturas tubulares chamadas **traqueias**. Elas se comunicam com o meio externo através de pequenos orifícios denominados **espiráculos**, pelos quais ocorrem a entrada e a saída dos gases. Dentro do organismo, os gases percorrem as traqueias, que se dividem em ramos cada vez mais finos, espalhando-se por todo o corpo. Ao longo do caminho, ocorrem trocas gasosas entre as células do organismo e o ar das traqueias. Esse processo não depende do sistema circulatório para transporte de gases e permite a sobrevivência de animais em ambientes diversos, até mesmo muito secos.

ESTRUTURA DAS TRAQUEIAS EM INSETOS



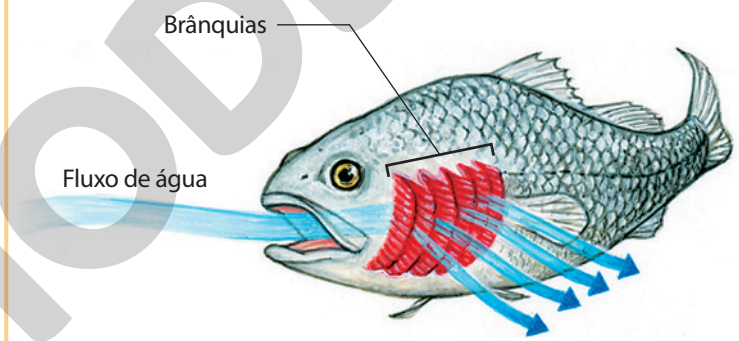
As traqueias dos insetos se comunicam com o meio externo, permitindo que o ar entre no organismo. A partir daí, elas se ramificam, atingindo diversas regiões do corpo. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al*. *Biology*: concepts and connections. 6. ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2009.

Respiração branquial

As **brânquias** são estruturas muito finas e ricamente vascularizadas, que realizam as trocas gasosas com a água. Elas podem ser internas ou externas. O sangue (ou hemolinfa) do animal irriga as brânquias, nas quais recebe O_2 e libera CO_2. Essa é a principal forma de respiração de animais aquáticos, como os peixes e alguns moluscos, equinodermos, crustáceos e anfíbios.

FUNCIONAMENTO DAS BRÂNQUIAS EM PEIXES



Em um peixe, a água do ambiente passa pelas brânquias, onde ocorrem as trocas gasosas com o sangue que irriga essas estruturas. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SCHMIDT-NIELSEN, K. *Fisiologia animal*. 5. ed. São Paulo: Santos, 2002.

Interligações

Não escreva no livro.

Função do termostato

A temperatura dos peixes de aquário é similar à temperatura ambiental. Variações bruscas de temperatura, tanto aumento quanto diminuição, alteram o funcionamento fisiológico desses organismos, podendo levá-los à morte.

A taxa de consumo de oxigênio dos organismos é um dos principais fatores influenciados pela temperatura. Em geral, uma elevação de 10 °C de temperatura provoca um aumento de duas a três vezes na taxa de consumo de oxigênio. Em determinado ponto, essa alteração não pode mais ser acompanhada pelos processos metabólicos dos organismos, causando sua morte. Para evitar essa situação, uma forma de manter constante a temperatura de um aquário, dentro de uma faixa vital, é a instalação de um termostato.

1. O que é termostato? Como funciona esse instrumento?
2. Qual é a diferença entre um termostato e um termômetro?

ILUSTRAÇÕES: CECÍLIA IWASHITA

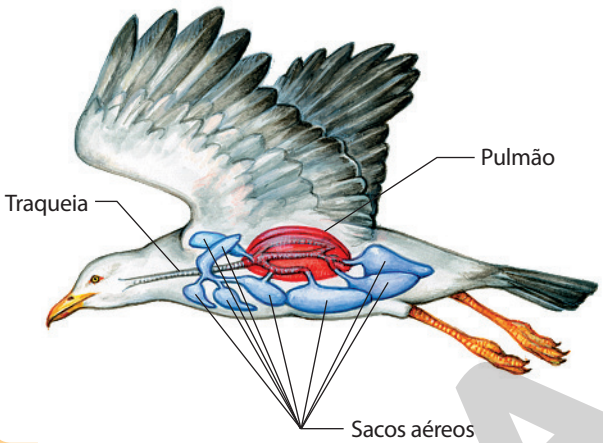
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Respiração pulmonar

Tipo de respiração em que as trocas gasosas com o ambiente ocorrem nos **pulmões**, órgãos internos com diversas ramificações que aumentam a superfície de trocas gasosas. A respiração pulmonar é uma adaptação ao meio terrestre, e a superfície das estruturas que formam o pulmão precisa estar constantemente úmida para possibilitar a difusão dos gases. Esse tipo de respiração ocorre em aves, mamíferos, répteis e em alguns peixes, anfíbios e moluscos.

Existem diferentes organizações dos pulmões nos animais. Nas aves, por exemplo, eles possuem expansões membranosas chamadas sacos aéreos, que aumentam sua capacidade respiratória e ocupam uma parte considerável do corpo. Assim, o corpo das aves possui grandes espaços ocupados por ar, o que diminui sua densidade e facilita o voo.

PULMÃO E SACOS AÉREOS EM AVES



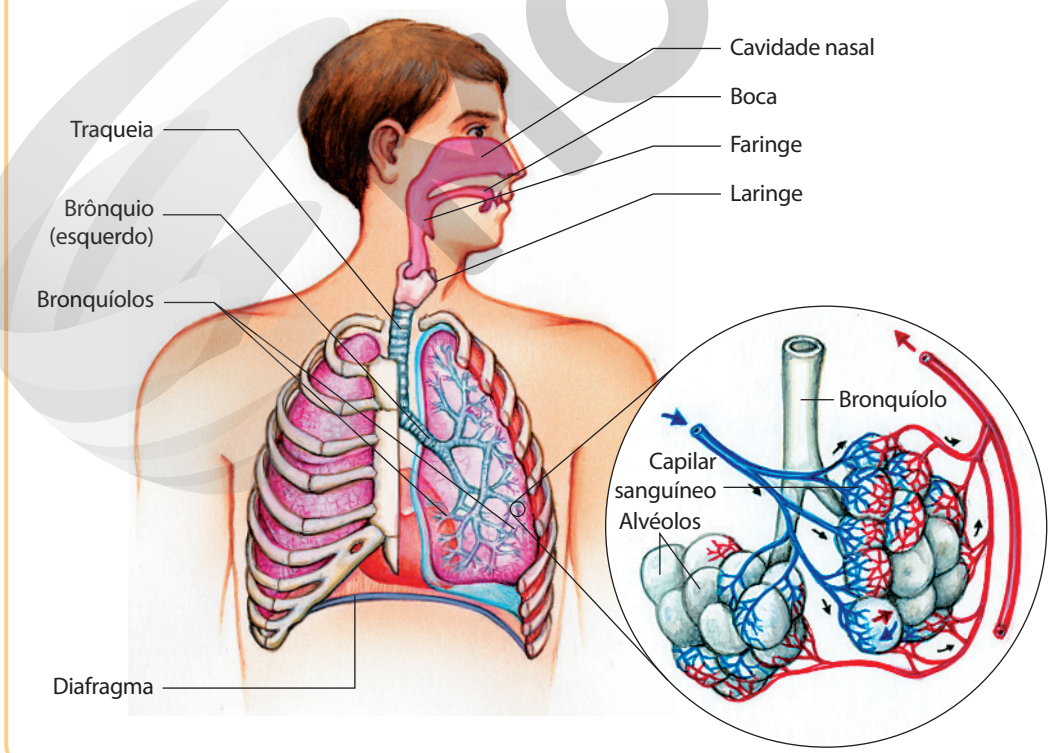
(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. *et al*. *Vida*: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

Como respiramos?

O ar pode entrar no corpo pelas narinas ou pela boca. A superfície das cavidades nasais é recoberta de pelos que filtram o ar, removendo partículas. Além disso, a superfície de todas as vias aéreas é recoberta de muco, que também intercepta impurezas. Quando entra pelo nariz, o ar é filtrado e umedecido, o que reduz a chance de infecções. O ar passa das cavidades nasais para a faringe, a laringe (na qual se localizam as pregas vocais) e a traqueia, que se divide em dois brônquios – cada um direcionado a um dos pulmões (direito e esquerdo). Os brônquios se ramificam em tubos cada vez mais finos chamados bronquíolos, e cada bronquíolo termina nos alvéolos pulmonares, estruturas globulares com paredes muito finas e em contato com capilares sanguíneos, nos quais ocorrem as trocas gasosas.

SISTEMA RESPIRATÓRIO HUMANO



O sistema respiratório humano é composto de vias aéreas que levam o ar até os alvéolos, localizados nos pulmões. No esquema, os vasos em que circula sangue rico em gás oxigênio estão representados em vermelho e os que conduzem sangue rico em gás carbônico estão representados em azul. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: TORTORA, G. J. *Corpo Humano*: fundamentos de Anatomia e Fisiologia. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

ILUSTRAÇÕES: CECÍLIA IWASHITA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

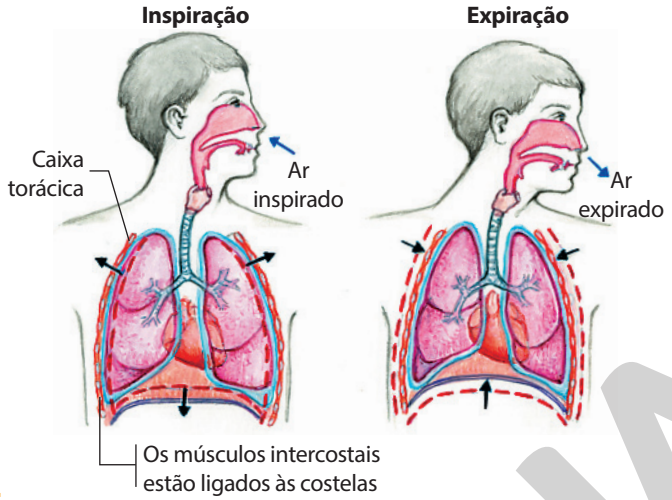
MODERNA

Ventilação pulmonar

Ventilação pulmonar é a renovação do ar nos pulmões que ocorre em consequência dos movimentos respiratórios que alteram o volume da caixa torácica (região delimitada pelas costelas e pelo diafragma). Na **inspiração**, ocorre a contração do diafragma e dos músculos nas costelas, o que aumenta o volume da caixa torácica e diminui a sua pressão interna. Consequentemente, o ar entra nos pulmões. Na **expiração**, o diafragma relaxa e as costelas abaixam, reduzindo o volume da caixa torácica e expulsando o ar dos pulmões.

Esse mecanismo de alternância da pressão interna do pulmão em relação à pressão externa é fundamental para possibilitar as trocas gasosas. O próximo capítulo trata desse aspecto sob o ponto de vista da Física.

VENTILAÇÃO PULMONAR



ILUSTRAÇÕES: CECÍLIA IWASHITA

A variação de volume na caixa torácica permite a entrada e a saída de ar do corpo humano. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. *et al*. *Vida*: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

Hematose

Hematose é o nome dado às trocas gasosas entre o ar e o sangue. Nos seres humanos, isso acontece nos alvéolos pulmonares: o O_2 do ar inspirado passa para o sangue, enquanto o CO_2 do sangue passa para o ar dos pulmões, que então é expirado, ou seja, o ar sai do corpo com menos O_2 e mais CO_2 do que quando entrou.

Proporção de alguns gases no ar atmosférico e no ar expirado

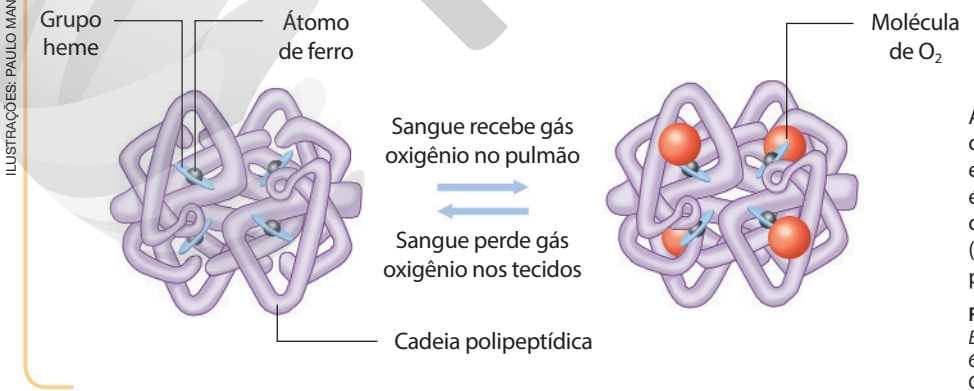
Gases	Ar atmosférico	Ar expirado
Nitrogênio	78%	75%
Oxigênio	21%	16%
Gás carbônico	0,03%	4%

Fonte: GUYTON, A. C.; HALL, J. E. *Tratado de Fisiologia médica*. 11. ed. Rio Janeiro: Elsevier, 2006.

O transporte de O_2

Nos seres humanos, o O_2 é transportado de duas maneiras: uma pequena parte é transportada dissolvida no plasma sanguíneo, enquanto a maior parte se liga à **hemoglobina**, uma proteína que contém ferro e que é capaz de carregar até quatro moléculas de O_2.

ESTRUTURA DA HEMOGLOBINA



ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZI

A hemoglobina é formada por quatro cadeias polipeptídicas e quatro grupos heme, e é capaz de carregar até quatro moléculas de O_2. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al*. *Biology*: concepts and connections. 6. ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2009.

A hemoglobina se encontra nas **hemácias**, células especializadas que também podem ser chamadas de glóbulos vermelhos ou eritrócitos. Elas compõem o tipo celular mais abundante no sangue e participam do transporte de gases pelo corpo, apresentando grandes modificações, como a ausência de núcleo e formato em disco.

MODERNA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Quando o transporte de O_2 é feito pela hemoglobina, esse gás se difunde do pulmão para o sangue e, de lá, para dentro da hemácia, ligando-se à hemoglobina. Ao chegar aos órgãos, o gás se desprende da hemoglobina e passa para os tecidos.

Mas o que faz com que essa proteína se ligue ao O_2 em determinado momento e, em outro, o solte sem sofrer alterações? Isso ocorre devido às diferenças de concentração do O_2. Ela é maior nos pulmões, nos quais a quantidade desse gás é maior. Essa situação se altera nos outros órgãos, nos quais a concentração desse gás é menor, favorecendo a liberação do O_2 ligado à hemoglobina.

O transporte de CO_2

O transporte de CO_2, assim como o de O_2, envolve o plasma sanguíneo e a hemoglobina. No plasma, grande parte desse gás é transportada como íons bicarbonato (HCO_3^-), formados a partir da sua dissolução em água, como mostrado na equação a seguir:

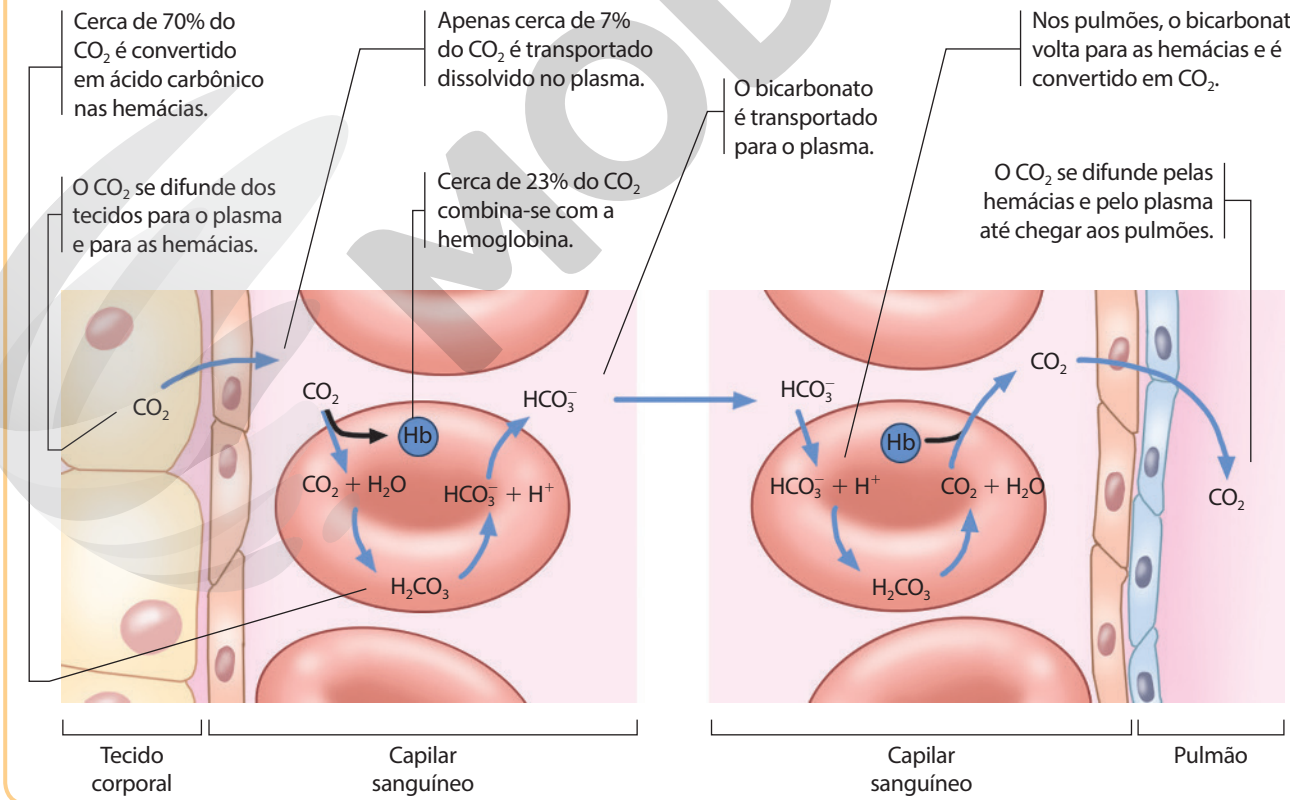
$$\underset{\text{Gás carbônico}}{CO_2(aq)} + \underset{\text{Água}}{H_2O(l)} \rightleftharpoons \underset{\text{Íon hidrogênio}}{H^+(aq)} + \underset{\text{Íon bicarbonato}}{HCO_3^-(aq)}$$

A capacidade de a hemoglobina liberar gás oxigênio para os tecidos aumenta conforme o pH sanguíneo diminui, ou seja, conforme a concentração de íons H^+ aumenta. Isso ocorre devido à maior afinidade dos íons H^+ à hemoglobina sem gás oxigênio. Essa propriedade química, que será analisada adiante neste livro, tem grande importância fisiológica: a redução do pH do sangue está associada ao aumento do metabolismo, que produz CO_2 e, consequentemente, ácido carbônico. Esse aumento na acidez, associado à baixa concentração de O_2 dos tecidos, faz com que a hemoglobina libere O_2 e capte H^+, impedindo que ocorram grandes variações de pH.

Caixa de ferramentas

Quanto maior a altitude, menor é a pressão que o gás oxigênio exerce. Isso dificulta a captação desse gás pela hemoglobina, diminuindo a eficiência das trocas gasosas nos tecidos. Alguns dias após chegar a uma região de altitude elevada, o organismo passa a produzir mais hemácias e, consequentemente, mais hemoglobinas, o que aumenta a eficiência das trocas gasosas.
Habitantes de regiões de altitudes elevadas, como nos Andes, apresentam diversas alterações no organismo, entre elas, maior quantidade de hemácias.

TRANSPORTE DE CO_2



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. *et al*. *Vida*: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZI

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Atividades

Não escreva no livro.

1. Em alguns insetos aquáticos, os espiráculos ficam na parte superior do corpo, não na lateral, como ocorre na maioria dos insetos. Como isso pode ser uma adaptação ao hábito de vida desses animais?

2. Os anfíbios geralmente têm seu hábitat limitado a áreas próximas a lagos ou outras fontes de água. Como esse fato está relacionado com o seu tipo de respiração?

3. Quando um peixe é retirado da água, ele morre após algum tempo por não conseguir respirar. Sabendo que a concentração de O_2 é maior no ar atmosférico que na água, explique o que causa sua morte.

4. Qual é a vantagem adaptativa de os pulmões serem constituídos por muitos alvéolos em vez de por uma estrutura única e lisa?

Digestão

Glicose e gás oxigênio participam do nosso metabolismo energético e são substâncias fundamentais para a sobrevivência. Nas plantas, a glicose é produzida por meio da fotossíntese; em animais, ela é obtida por meio da alimentação.

A **digestão** é um processo essencial para os seres vivos, pois fornece, além da glicose, outras substâncias necessárias ao metabolismo, crescimento e desenvolvimento. Ela inclui diversas etapas, como a obtenção do alimento, a digestão e a absorção de nutrientes. Os animais apresentam uma enorme variedade de adaptações relacionadas a esses processos, gastando grande quantidade de energia neles, mas geralmente obtêm uma quantidade ainda maior, que permite a sobrevivência, o crescimento e a reprodução.

NORBERT WU/MINDEN PICTURES/FOTOARENA

Poríferos, como a esponja da fotografia, da espécie *Callyspongia plicifera*, aproveitam-se da movimentação de água pelo corpo para obter partículas de alimento, filtrando a água que passa por eles.

Obtenção de alimento

Em geral, os animais passam parte considerável de seu tempo buscando alimentos. As diferentes estruturas e mecanismos de obtenção de alimento são adaptações a cada tipo de ambiente e aos tipos de alimentos consumidos. Por exemplo, animais **filtradores**, como os poríferos, criam um fluxo de água por seu organismo, retendo as partículas de alimento. Alguns predadores caçam ativamente suas presas ou criam armadilhas para capturá-las, enquanto alguns herbívoros possuem dentes especiais que quebram as duras cascas dos frutos de que se alimentam.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Tipos de digestão

A digestão consiste em um processo de quebra do alimento, transformando moléculas grandes e complexas em moléculas mais simples, que o organismo consegue absorver e metabolizar. Isso pode ocorrer por meio da **digestão mecânica**, que envolve processos físicos, como a mastigação, e da **digestão química**, caracterizada por diversas reações que geralmente envolvem **enzimas**. A tabela a seguir apresenta exemplos de enzimas envolvidas no processo de digestão.

Digestão química		
Nutriente ingerido	**Nutriente absorvido**	**Tipo de enzima que o degrada**
Proteína	Aminoácidos	Proteases
Ácido nucleico	Nucleotídeos	Nucleases
Lipídios	Ácidos graxos e glicerol	Lipases
Glicídios	Monossacarídios e dissacarídios	Carboidrases

A digestão dos alimentos pode ser intracelular ou extracelular, dependendo do organismo. No primeiro caso, os alimentos são digeridos dentro de vacúolos especializados localizados no interior das células. No segundo, ocorre em **tubos digestórios**, canais pelos quais passam os alimentos depois de ingeridos. Algumas glândulas secretam substâncias nesse tubo, ocasionando a digestão química. A digestão intracelular ocorre em todos os animais que não apresentam tubo digestório, como as esponjas, mas também em animais em que a digestão não ocorre completamente nesses tubos, como nos cnidários e em alguns platelmintos: nesses animais, a digestão é intra e extracelular. Os outros animais geralmente apresentam digestão extracelular.

Do ponto de vista anatômico, os tubos digestórios podem ser incompletos ou completos. O **tubo digestório incompleto** apresenta somente uma abertura, pela qual o alimento é ingerido e os restos da digestão são expelidos. Já um **tubo digestório completo** é constituído por um orifício para a entrada de alimentos e outro para a saída de restos não digeridos. Essa disposição sequencial possibilita que diferentes regiões do tubo digestório tenham especializações relacionadas a fases da digestão. Alguns animais possuem regiões especializadas em reserva, trituração e absorção do alimento.

FRANCESCO TOMASINELLI/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

Alguns animais, como aranhas e equinodermos, podem realizar digestão extracorpórea. As aranhas lançam enzimas digestivas diretamente em sua presa. Na fotografia, aranha do gênero *Ancylometes* se alimentando de um pequeno sapo.

Absorção dos nutrientes

Nos casos de digestão extracelular, depois de digeridos, os nutrientes são absorvidos pelas células por difusão. Isso pode ocorrer diretamente célula a célula, a partir da cavidade digestória, como acontece nos cnidários. Em outras espécies, os nutrientes podem ser distribuídos pelo organismo a partir de um fluido, como o sangue, devido a propriedades físico-químicas dos fluidos que serão tratadas adiante neste livro. Nesse último caso, a absorção dos nutrientes da cavidade digestória ocorre geralmente em uma região determinada do tubo digestório, e depois eles são transferidos para o sistema circulatório. Assim, quanto maior a área especializada, mais eficiente é a absorção de nutrientes.

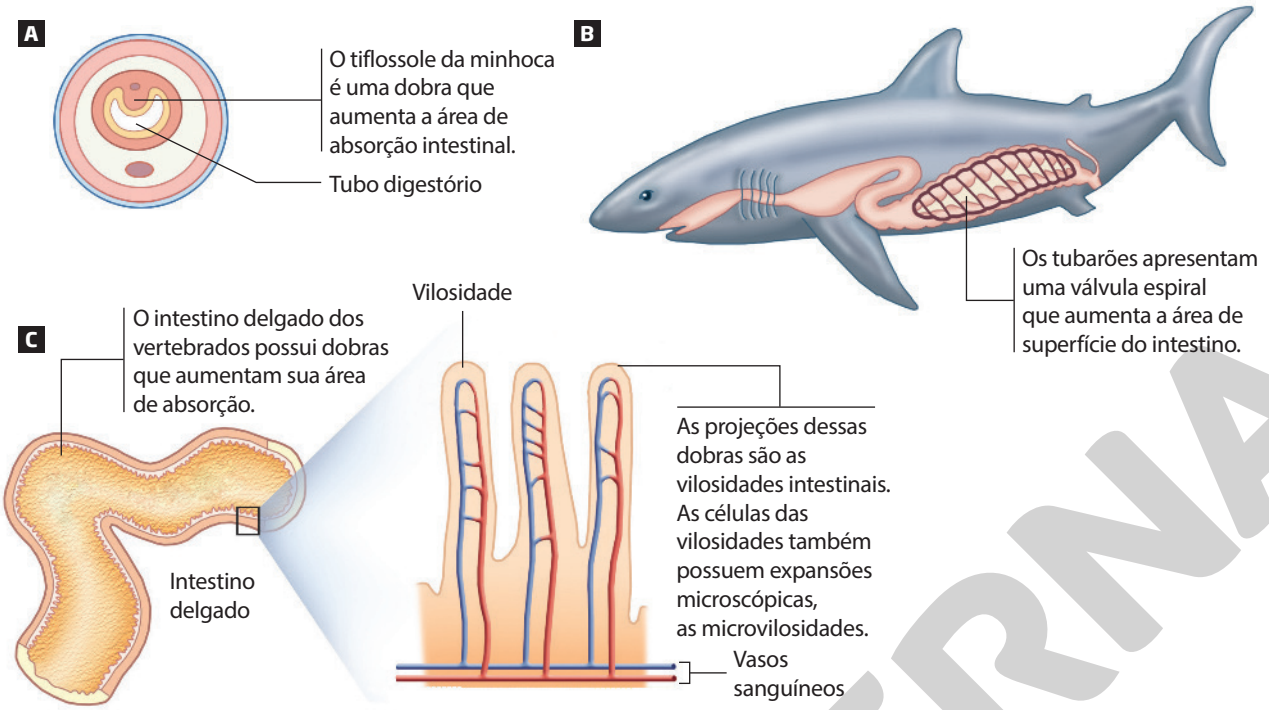
Alguns animais apresentam especializações que promovem esse aumento da área de absorção, como a **válvula espiral** dos peixes cartilaginosos, as **vilosidades** encontradas na maioria dos vertebrados e os **tiflossoles** das minhocas.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZI

ABSORÇÃO DE NUTRIENTES



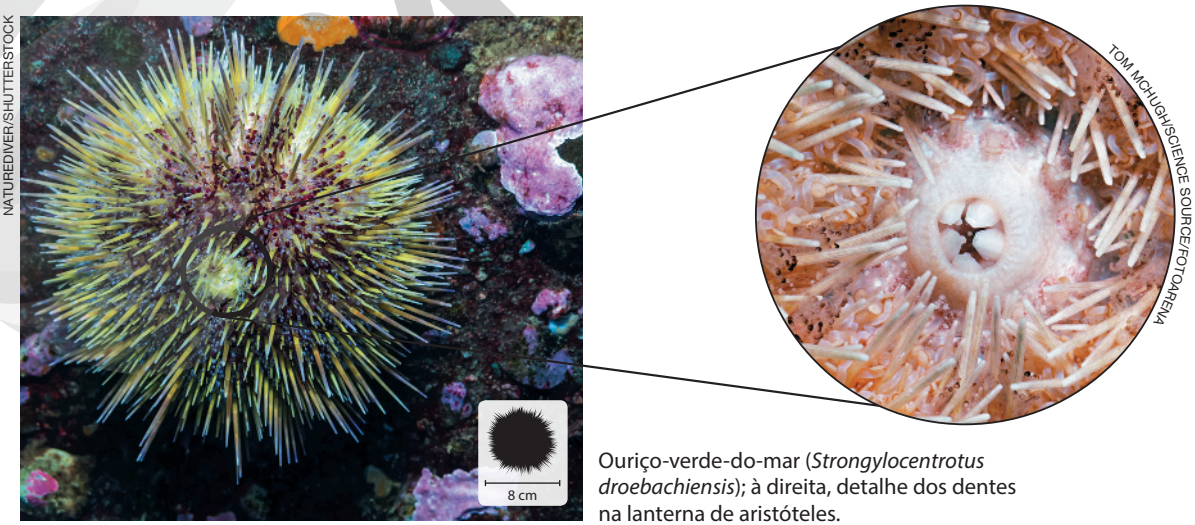
Os animais apresentam adaptações que aumentam a área de absorção de nutrientes: (**A**) tiflossole em minhocas, (**B**) válvula espiral em tubarões e (**C**) dobras e vilosidades em vertebrados. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. *et al*. *Vida*: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

Adaptações do sistema digestório dos animais

As características do sistema digestório dos animais representam adaptações ao ambiente em que eles vivem e ao tipo de dieta. A seguir, estão apresentados alguns exemplos.

- Alguns equinodermos, como os ouriços-do-mar, possuem a **lanterna de aristóteles**, uma estrutura que apoia os dentes e permite a trituração do alimento (algas e pequenos animais).



Ouriço-verde-do-mar (*Strongylocentrotus droebachiensis*); à direita, detalhe dos dentes na lanterna de aristóteles.

- Outros equinodermos, como as estrelas-do-mar, podem abrir conchas de bivalves com os pés ambulacrais. Além disso, elas põem o estômago para fora do corpo, cobrindo a presa no interior da concha, onde cecos gástricos secretam enzimas digestivas.

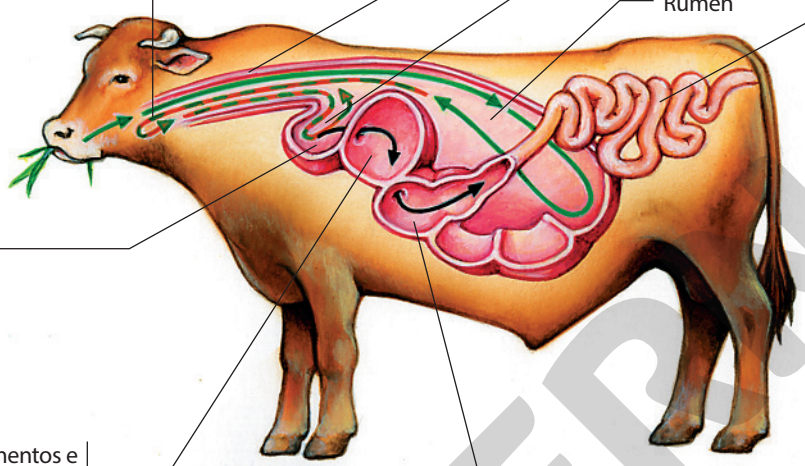
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

- Os animais herbívoros se alimentam exclusivamente de plantas, mesmo sem produzir enzimas para digerir a celulose que compõe a parede celular vegetal. O sistema digestório de alguns mamíferos herbívoros, os **ruminantes**, apresenta cavidades especializadas nas quais vivem bactérias e protozoários simbióticos que digerem a celulose.

Ao estudar os ruminantes, é importante ressaltar que são bactérias que digerem a celulose ingerida, e não enzimas produzidas pelo animal.

SISTEMA DIGESTÓRIO DOS RUMINANTES

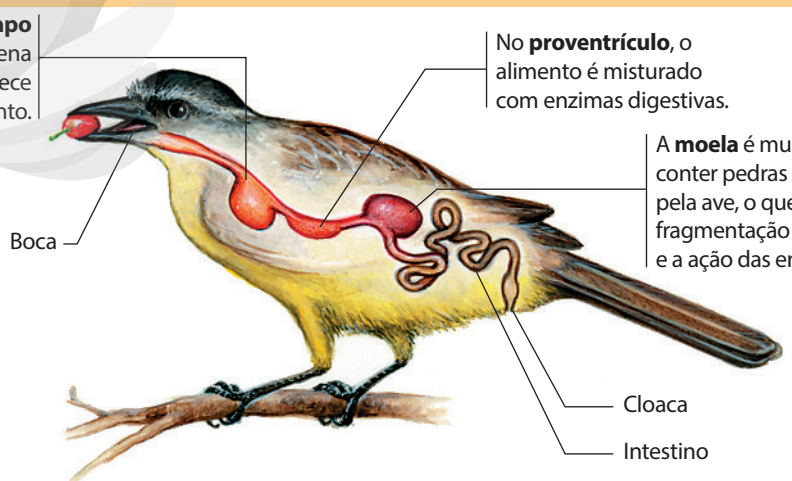


O estômago dos ruminantes é dividido em quatro compartimentos: rúmen, retículo, omaso e abomaso. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. *et al*. *Vida*: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

- O sistema digestório das aves é adaptado ao voo, apresentando características que diminuem a massa corpórea, como a ausência de dentes. Outras características estão relacionadas ao tipo de dieta que cada ave apresenta. Por exemplo, há uma grande variedade no formato do bico, que pode ser relacionado ao tipo de alimentação do animal. Algumas aves apresentam ainda duas regiões especializadas do tubo digestório: o **papo** e a **moela**. O papo é uma estrutura especializada no armazenamento de alimentos, e a moela é uma estrutura musculosa que ajuda a triturar o alimento, estando relacionada à digestão mecânica.

SISTEMA DIGESTÓRIO DAS AVES



Nas aves, a moela exerce função semelhante à que os dentes têm no ser humano. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

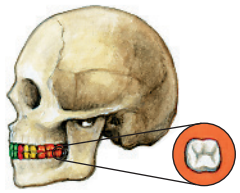
Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al*. *Biology*: concepts and connections. 6. ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2009.

ILUSTRAÇÕES: CECÍLIA IWASHITA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

- Nos mamíferos, a diversidade de dentições é resultado de adaptações a diferentes dietas, como pode ser visto no quadro a seguir.

Carnívoros	Herbívoros	Onívoros
		
Os dentes incisivos e caninos dos carnívoros são grandes e pontiagudos, o que permite a caça da presa e a dilaceração da carne. Os pré-molares e os molares são afiados, permitindo a quebra de estruturas duras e a mastigação da carne.	Os dentes incisivos e caninos dos herbívoros, quando existentes, são adaptados ao corte de estruturas vegetais. Os pré-molares e os molares são grandes e estriados, o que permite moer o alimento.	Os dentes dos onívoros permitem que eles se alimentem de carne e plantas. Os incisivos têm formato de lâmina, permitindo o corte; os caninos podem ser pontiagudos, auxiliando nesse processo. Os pré-molares são adaptados para moer o alimento, e os molares são resistentes e permitem a quebra de estruturas mais rígidas.

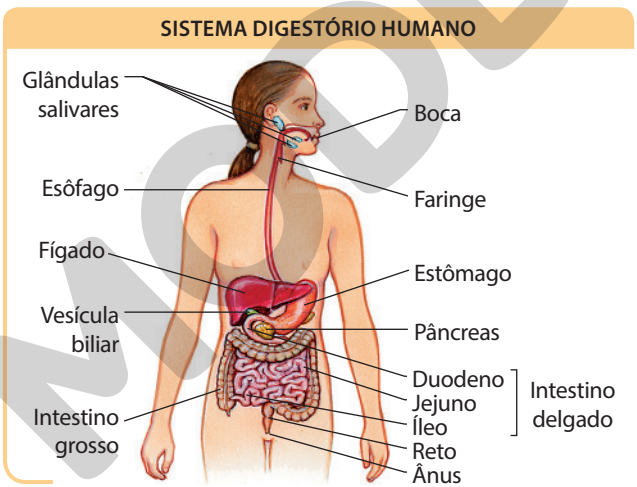
incisivos caninos pré-molares molares

(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al. Biology*: concepts and connections. 6. ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2009.

Como digerimos os alimentos?

O sistema digestório humano é constituído pelo tubo digestório e por **glândulas anexas**. O tubo digestório liga a boca ao ânus, e as glândulas anexas produzem compostos que são liberados nesse tubo. Essa organização permite que diferentes ações relacionadas à digestão ocorram simultaneamente em diversas partes do sistema.



Representação esquemática do sistema digestório humano, que é formado pelo tubo digestório e pelas glândulas anexas (glândulas salivares, fígado e pâncreas). (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: TORTORA, G. J. *Corpo Humano*: fundamentos de Anatomia e Fisiologia. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

Boca

O processo de digestão se inicia na boca, com o auxílio dos dentes, da língua e das glândulas salivares. A digestão mecânica, ou seja, a trituração do alimento, ocorre pela mastigação. Já a digestão química se inicia com a ação da saliva, produzida pelas glândulas salivares: ela umidifica o alimento e contém enzimas que degradam o amido, gerando maltose (um dissacarídio). Essas enzimas são denominadas amilase salivar ou ptialina e têm pH ótimo próximo a 7, que corresponde à acidez normal da boca.

Após a mistura com a saliva e a mastigação, o alimento transforma-se no **bolo alimentar** e é deslocado para a faringe no processo de deglutição, movimento auxiliado pela língua.

Faringe

A faringe é uma estrutura comum aos sistemas digestório e respiratório que liga a boca ao esôfago. Ela também tem ligação com a laringe (estrutura do sistema respiratório), mas a passagem de alimento para as vias respiratórias é impedida pela ação da **epiglote**, uma estrutura cartilaginosa que funciona como uma válvula, fechando a entrada da laringe durante a deglutição.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

ILUSTRAÇÕES: CECÍLIA IWASHITA

Esôfago

Da faringe o alimento é direcionado para o esôfago, um tubo muscular que liga a faringe ao estômago. A condução do alimento ao estômago é realizada pelos **movimentos peristálticos**, que são movimentos de contração e relaxamento dos músculos que revestem as paredes do tubo digestório.

Estômago

O estômago é um órgão elástico em forma de bolsa no qual ocorre a digestão química de proteínas. Ele apresenta em sua entrada e saída **esfíncteres**, anéis musculares de contração involuntária. Esses anéis controlam o fluxo do bolo alimentar, permitindo que ele fique tempo suficiente no local para que ocorra a digestão.

A parede do estômago possui células secretoras. Algumas dessas células secretam pepsinogênio (forma inativa da enzima pepsina); outras secretam ácido clorídrico ($HC\ell$); e outras, muco. O $HC\ell$ mantém baixo o pH do estômago (por volta de 2), o que elimina diversos microrganismos e ativa o pepsinogênio, transformando-o em pepsina, enzima que atua na digestão das proteínas. O muco, por sua vez, protege a parede do estômago da ação corrosiva desse ácido.

No estômago, o bolo alimentar, ao receber a ação do ácido e das enzimas do local, passa a se chamar **quimo**. Contrações musculares deslocam o quimo em direção à saída do estômago. O esfíncter dessa região relaxa brevemente, permitindo que uma pequena quantidade de quimo entre no intestino delgado. Em seguida, o esfíncter se contrai, impedindo a passagem do quimo. Esse movimento repetitivo faz com que o estômago gradualmente vá transferindo o quimo para o intestino delgado, próximo órgão do tubo digestório.

Intestino delgado e glândulas anexas

Ao chegar ao intestino delgado, o quimo passa pelo **duodeno**, a primeira porção desse órgão, com cerca de 25 centímetros de comprimento. Nele, ocorrem a digestão de lipídios e a finalização da digestão de carboidratos e proteínas. As enzimas que agem no duodeno precisam de um pH levemente alcalino (em torno de 8) para ter desempenho ótimo.

Após a digestão no duodeno, os nutrientes são absorvidos no **jejuno** e no **íleo**, as partes seguintes do intestino delgado. Essas duas porções podem chegar a medir cerca de 6 metros de comprimento e são responsáveis pela maior parte da absorção de nutrientes do sistema digestório. A absorção ocorre por mecanismos que incluem transportes passivos e ativos. Por meio de movimentos peristálticos, o conteúdo do intestino delgado é empurrado para o intestino grosso.

Intestino grosso

Ao chegar ao intestino grosso, a maioria dos nutrientes já foi absorvida do material digerido. Contudo, os resíduos da digestão ainda contêm grande quantidade de água e sais inorgânicos, que são absorvidos nesse órgão. Também se encontram ali diversos tipos de bactérias que compõem a **flora intestinal** e produzem substâncias úteis ao nosso organismo a partir do material digerido, como a vitamina K e algumas do complexo B.

Após a absorção de água e íons, ocorre a formação de fezes semissólidas, compostas de material não digerido e material não absorvido, que são armazenadas no reto e eliminadas através do ânus.

Atividades

Não escreva no livro.

1. Defina o que é um nutriente e responda: o que significa dizer que um alimento tem baixo ou elevado valor nutricional?
2. "A digestão química humana depende exclusivamente da ação de enzimas." Você concorda com essa frase? Justifique.
3. Nenhum animal conhecido consegue digerir celulose, mas os ruminantes se alimentam apenas de alimentos com elevado teor desse açúcar. Como isso é possível?
4. Uma pessoa teve uma doença que obrigou a retirada de grande parte de seu intestino grosso. Como isso poderia afetar o seu processo de digestão?
5. Em grupo, escolham um alimento que vocês consumam usualmente, pesquisem sua composição e respondam: que nutrientes ele fornece? Utilizando uma ilustração do sistema digestório humano, mostrem para a turma onde ele é digerido e absorvido e qual processo está ocorrendo em cada região.

A reação representada na equação a seguir ocorre no sangue humano durante o transporte de CO_2. Analise-a e resolva as atividades de 6 a 8.

$$CO_2(aq) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons <H_2CO_3(aq)> \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$

6. O ácido carbônico está representado como $<H_2CO_3(aq)>$. Os símbolos < > indicam que a molécula é instável. Assim, podemos afirmar que o sangue transporta gás carbônico na forma de ácido carbônico (H_2CO_3) ou de bicarbonato (HCO_3^-)? Justifique.
7. Caso ocorra um aumento na concentração de CO_2, em que sentido a reação se deslocará? Qual será o efeito observado no sangue em relação ao seu pH?
8. Escreva a constante de equilíbrio da reação de formação de ácido carbônico a partir de água e gás carbônico.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Circulação

Os nutrientes provenientes da digestão e o gás oxigênio proveniente da respiração precisam atingir todas as células dos animais, pois são necessários para o processo de respiração celular e outras funções do metabolismo. Nos poríferos, nos cnidários e nos platelmintos, esse transporte é realizado por meio da difusão entre as células. Isso é possível porque eles são animais relativamente pequenos e/ou pouco ativos. No entanto, a maioria dos animais apresenta um sistema corpóreo especializado no transporte dessas substâncias, denominado **sistema circulatório**.

Os animais apresentam diferentes tipos de sistemas circulatórios, mas todos apresentam três componentes básicos: um **fluido**, que transporta as substâncias, como o sangue; **vasos**, pelos quais circula o fluido; e pelo menos um **coração**, órgão muscular oco que bombeia o fluido por meio de movimentos de contração e relaxamento. A circulação do fluido pela rede de vasos promove o transporte de diversas substâncias, como gases, hormônios, nutrientes e excretas, além de contribuir em alguns animais para a regulação da temperatura corpórea. Essas funções são possíveis graças a princípios físico-químicos relacionados à hidrostática e à solubilidade dos gases nos líquidos, temas dos capítulos 2 e 3.

A diversidade de sistemas circulatórios dos animais

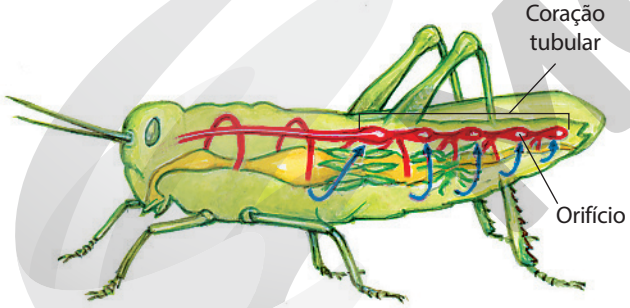
Os animais apresentam dois tipos básicos de sistemas circulatórios: o **sistema circulatório aberto** e o **sistema circulatório fechado**.

- **Sistema circulatório aberto:** o coração bombeia o fluido (geralmente a hemolinfa, um líquido com composição diferente do sangue e que não apresenta pigmento respiratório) que circula pelos vasos. Estes apresentam extremidades abertas, pelas quais o fluido extravasa e banha diretamente os tecidos e órgãos do animal. O fluido regressa lentamente para o coração, quando este relaxa, através de pequenos orifícios. Esse sistema é característico dos artrópodes e de alguns moluscos.
- **Sistema circulatório fechado:** caracteriza-se por manter o fluido (sangue) circulando em uma rede fechada de vasos. O sangue é bombeado por um ou mais corações, e alguns de seus componentes nunca abandonam os vasos. Esse tipo de sistema é característico de vertebrados, anelídeos e moluscos cefalópodes.

Ressalte como a mistura de sangue na circulação aberta diminui a concentração de gás oxigênio no sangue, impedindo maior aporte desse gás aos tecidos.

ILUSTRAÇÕES: CECÍLIA IWASHITA

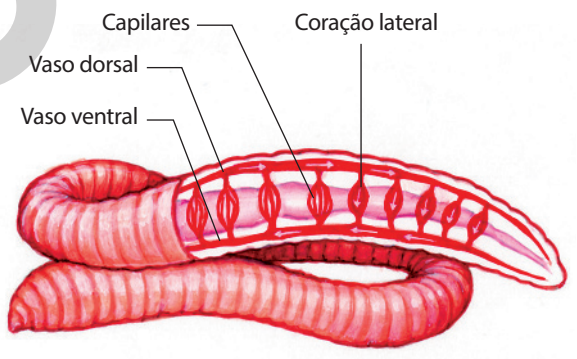
SISTEMA CIRCULATÓRIO ABERTO EM INSETOS



Nos insetos, o sistema circulatório é aberto e existe um grande vaso dorsal. O coração impulsiona a hemolinfa para a região anterior, da qual extravasa para os tecidos antes de retornar ao coração através de orifícios. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al*. *Biology*: concepts and connections. 6. ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2009.

SISTEMA CIRCULATÓRIO FECHADO EM ANELÍDEOS



Nos anelídeos (como a minhoca), o sistema circulatório é fechado. Existe um vaso dorsal e dois vasos ventrais, além de capilares que irrigam os órgãos internos. O sangue é impulsionado por corações laterais localizados na região anterior. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. *et al*. *Vida*: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

O sistema circulatório dos vertebrados

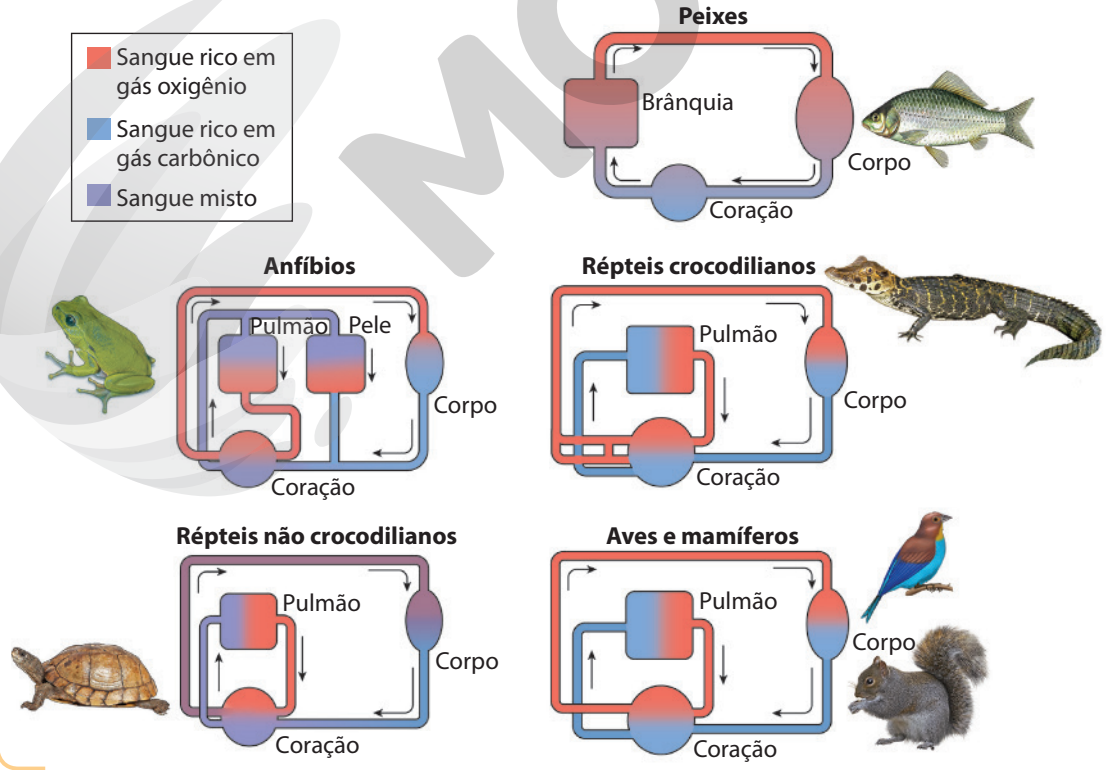
Todos os vertebrados possuem sistema circulatório fechado, mas a circulação sanguínea e o coração apresentam diferenças conforme o grupo. Fala-se de **circulação simples** quando há apenas um circuito para o sangue nos vasos e de **circulação dupla** quando há dois circuitos, um que leva para

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

os pulmões e outro que leva para os demais órgãos. Já o coração apresenta diferenças estruturais: um coração de vertebrado é composto de pelo menos um **átrio**, câmara que recebe o sangue do corpo, e pelo menos um **ventrículo**, câmara que encaminha o sangue para o corpo.

- **Peixes:** a maioria dos peixes possui um coração com duas câmaras: um átrio, que recebe sangue do corpo e o bombeia para o ventrículo, uma câmara mais musculosa, que impulsiona esse sangue para o restante do corpo. Após sair do ventrículo, o sangue passa pelas brânquias, nas quais realiza as trocas gasosas, tornando-se rico em gás oxigênio e pobre em gás carbônico. Das brânquias, ele segue para o restante do corpo, no qual realiza as trocas gasosas e volta para o coração rico em gás carbônico e pobre em gás oxigênio. Assim, sua circulação pode ser considerada simples.
- **Anfíbios:** os anfíbios apresentam circulação dupla. Há um circuito de vasos sanguíneos do coração para os pulmões e outro do coração para o restante do corpo. O sangue proveniente dos pulmões é rico em O_2 e pobre em CO_2 e, ao realizar trocas no restante do corpo, torna-se pobre em O_2 e rico em CO_2.
  O coração desse grupo apresenta três cavidades: dois átrios, um que recebe sangue do corpo e outro que recebe sangue dos pulmões, e um ventrículo ligado aos pulmões. Assim, nesse ventrículo, há mistura do sangue rico em O_2 proveniente dos pulmões com o sangue rico em CO_2 proveniente do corpo. Essa mistura diminui a concentração de O_2 no sangue que vai para o corpo, o que não ocorre no coração de aves e mamíferos.
- **Répteis:** todos os répteis apresentam circulação dupla, mas a estrutura do coração varia nesse grupo. Tartarugas, serpentes e lagartos possuem um coração com três cavidades: dois átrios e um ventrículo com separação incompleta. Assim, ocorre mistura de sangue rico em O_2 e de sangue rico em CO_2 nessa câmara. Já crocodilos e jacarés possuem coração com dois átrios e dois ventrículos completamente separados, ou seja, com quatro cavidades. Contudo, mesmo nesse último caso, há mistura de sangue oxigenado e pouco oxigenado, uma vez que há uma ligação entre os vasos que saem do coração.
- **Aves e mamíferos:** aves e mamíferos possuem circulação dupla e coração com quatro cavidades: dois átrios e dois ventrículos. Não há mistura de sangue em nenhum momento da circulação, de modo que a troca de gases entre o sangue e as células é maximizada, com as células conseguindo receber mais O_2 e eliminar mais CO_2 pelos pulmões. Essa maior eficiência na difusão possibilita que esses animais possuam elevadas taxas metabólicas.

DIVERSIDADE DE SISTEMAS CIRCULATÓRIOS NOS VERTEBRADOS



Representação esquemática da circulação nos grupos de vertebrados. As setas indicam o sentido do fluxo sanguíneo. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. *et al*. *Vida*: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

ILUSTRAÇÕES: SELMA CAPARROZ

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

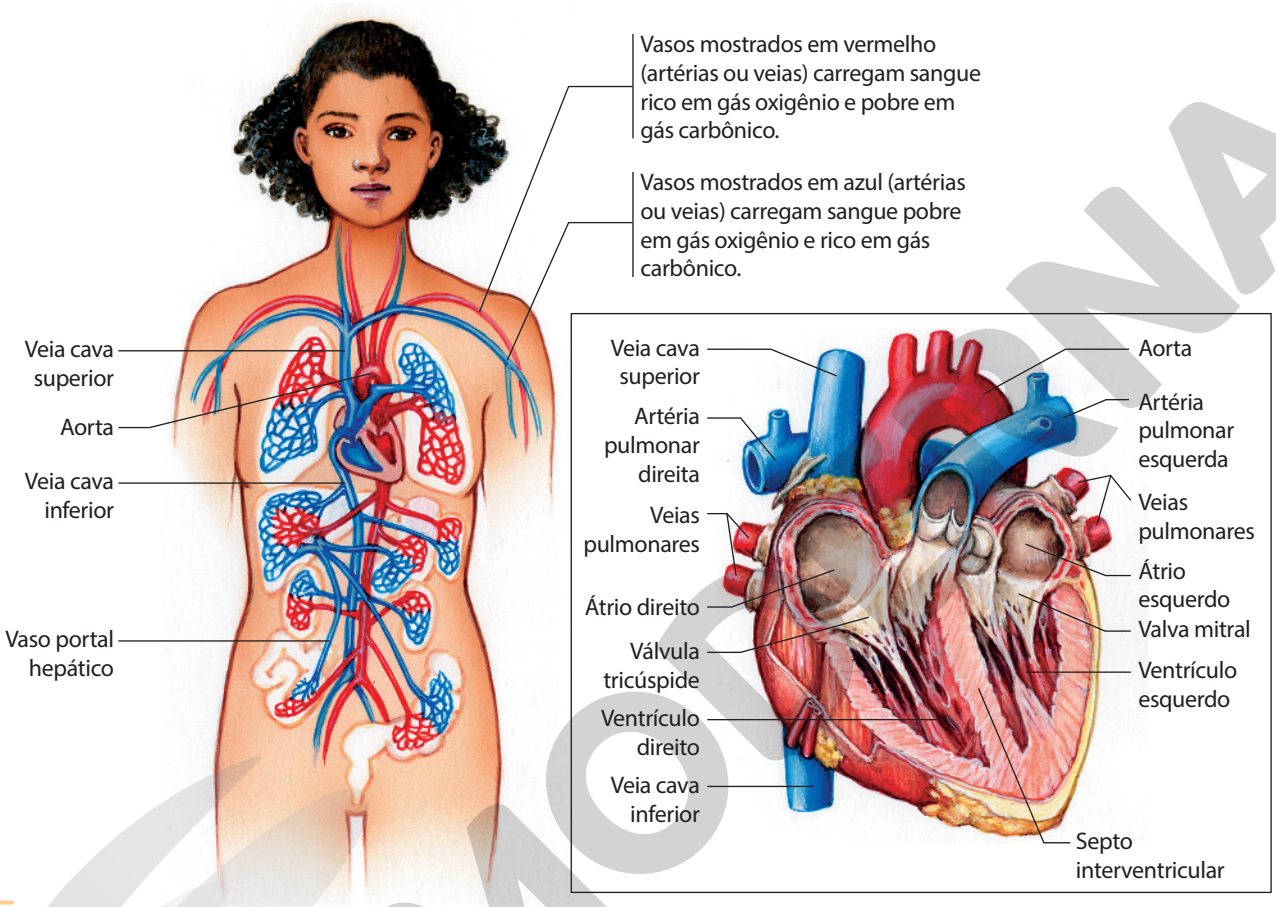
MODERNA

Como o sangue circula no nosso corpo?

No caso dos seres humanos, o sistema circulatório recebe o nome de **sistema cardiovascular** e inclui o sistema de transporte do sangue e da linfa, como veremos a seguir. Assim como o dos demais mamíferos, o sistema circulatório humano é fechado, com circuito duplo e coração com quatro cavidades. Não há mistura de sangue nas cavidades; isso é garantido por **valvas** entre elas que impedem o refluxo sanguíneo.

SISTEMA CARDIOVASCULAR HUMANO

ILUSTRAÇÕES: CECÍLIA IWASHITA



Representação esquemática de alguns dos vasos sanguíneos do sistema cardiovascular humano e, em detalhe, do coração em corte. É possível perceber que a parede do ventrículo esquerdo é mais grossa que a do direito: isso permite que o sangue saia dessa cavidade com maior pressão para ser distribuído pelo corpo todo. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: TORTORA, G. J.; GRABOWSKI, S. R. *Fundamentos da Anatomia e Fisiologia*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Vasos sanguíneos

O sangue é distribuído pelo organismo por meio de vasos sanguíneos. Diferentes tipos de vasos apresentam espessuras distintas; quanto mais finos, mais fácil é a troca de materiais entre o fluido circulante e o meio externo. **Veias** são vasos que conduzem sangue do corpo para o coração; **artérias** são vasos com parede espessa que conduzem sangue do coração para o corpo; e **capilares** são finíssimas ramificações de vasos pelas quais ocorrem trocas com as células.

Sangue

O sangue é composto de duas frações: uma líquida, o **plasma sanguíneo**, que geralmente corresponde a 55% de seu volume, e outra formada por **células sanguíneas**. O plasma é composto de água, íons, proteínas e outras substâncias; é nele que os gases dissolvidos são transportados. Já as células sanguíneas são as **hemácias**, envolvidas no transporte de gases, os leucócitos, envolvidos na defesa imunitária, e as **plaquetas**, envolvidas na coagulação do sangue. O sangue humano é vermelho por causa da presença de hemoglobina, pigmento respiratório localizado nas hemácias.

Interligações

Não escreva no livro.

Equilíbrio térmico

O sangue é um importante condutor de calor em nosso corpo. Associado a reações endócrinas, neurológicas e musculares que contribuem com a geração de calor, é um dos principais agentes da distribuição da temperatura no corpo humano. A temperatura exerce grande influência sobre os organismos vivos e seus processos metabólicos.

A vida dos animais limita-se a uma faixa de temperatura entre alguns graus abaixo de zero até 50 °C positivos. O controle da temperatura interna é fundamental para que todos os sistemas fisiológicos permaneçam em bom funcionamento. Interações entre a temperatura interna e externa do meio garantem um equilíbrio térmico de um ser vivo.

Você já deve ter reparado que em dias muito quentes ocorre transpiração, diminuindo a temperatura; em dias muito frios, você chega até a tremer. São duas reações que garantem a manutenção da temperatura corpórea, que na espécie humana é em torno de 37 °C. Alguns animais conseguem manter a temperatura corpórea interna independentemente do ambiente. Nem todos os animais têm um controle interno da temperatura, que se altera com a variação das condições externas.

1. Você já teve febre? O que significa ter febre?
2. Explique por que temperaturas corpóreas acima de 40 °C podem levar à morte.
3. Quais são as reações do corpo em resposta à febre?

Circulação do sangue

A dupla circulação humana pode ser dividida em **circulação pulmonar** (ou pequena circulação), que corresponde ao percurso coração → pulmões → coração, e **circulação sistêmica** (ou grande circulação), que corresponde ao percurso coração → sistemas → coração. Essas duas circulações estão unidas em um mesmo processo, que acontece da seguinte maneira: o sangue proveniente do corpo, rico em CO_2 e pobre em O_2, chega ao coração através de duas grandes veias, chamadas **veias cavas**, que desembocam no átrio direito. Deste, o sangue passa para o ventrículo direito, do qual é bombeado para fora do coração via **artéria pulmonar**, chegando aos pulmões. Nestes ocorrem as trocas gasosas, e o sangue fica rico em O_2 e pobre em CO_2, retornando então ao coração por meio das **veias pulmonares**, que desembocam no átrio esquerdo. Deste, ele passa para o ventrículo esquerdo, sendo impulsionado para o corpo pela **artéria aorta**. Essa artéria, dividida em vários vasos, leva o sangue para todo o corpo, no qual ele deixa O_2 e capta CO_2, retornando em seguida para o coração e reiniciando o processo.

O batimento cardíaco

Para o bom funcionamento do organismo, o ciclo de contração e relaxamento do coração precisa ocorrer de forma coordenada e precisa. Ele começa com a contração dos átrios (**sístole**), que bombeiam o sangue para os ventrículos. Nesse momento, os ventrículos estão relaxados (**diástole**). Em seguida, os ventrículos se contraem (sístole), bombeando o sangue para as artérias, e os átrios relaxam (diástole), recebendo sangue. O ciclo então recomeça. Caso o batimento cardíaco aconteça de forma desordenada, o sangue pode deixar de circular pelo corpo todo, causando diversos problemas.

O número de vezes que o coração repete esse ciclo – popularmente conhecido como batida do coração – em determinado tempo é denominado **frequência cardíaca**. Essa frequência pode variar entre pessoas, dependendo, por exemplo, da alimentação, da atividade física e de condições de saúde, e é controlada pelo **nó sinoatrial**, um aglomerado de células especializadas que emitem sinais elétricos para estimular a contração do músculo cardíaco.

CICLO CARDÍACO

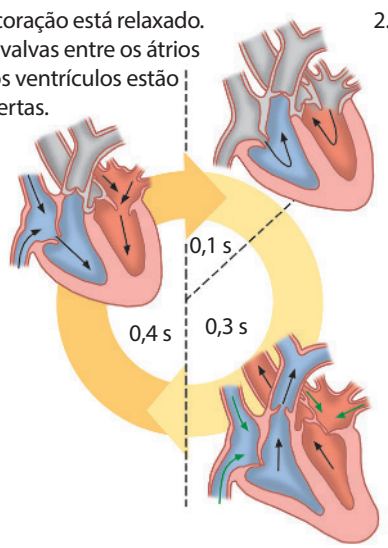


ILUSTRAÇÃO: PAULO MANZI

Representação esquemática do ciclo cardíaco. Os números indicam a ordem temporal das etapas do ciclo. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al*. *Biology*: concepts and connections. 6. ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2009.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Caixa de ferramentas

Pressão arterial é aquela que o sangue exerce nas paredes das artérias que o transportam. De acordo com a Sociedade Brasileira de Hipertensão, o valor ótimo para a pressão arterial humana é abaixo de 12 por 8, que corresponde a 120 mmHg por 80 mmHg. O primeiro número se refere ao valor da pressão sistólica, que o sangue exerce ao ser bombeado; o segundo é referente à pressão diastólica, exercida pelo sangue quando o coração está relaxado. Esses valores são ideais; uma pessoa pode ser saudável com valores de pressão ligeiramente diferentes do recomendado.
Pressão sanguínea muito elevada pode ocasionar ataque cardíaco e derrame de sangue no tecido cerebral; já pressão muito baixa pode levar a desmaios. Alimentação e estilo de vida têm grande influência sobre esses valores.

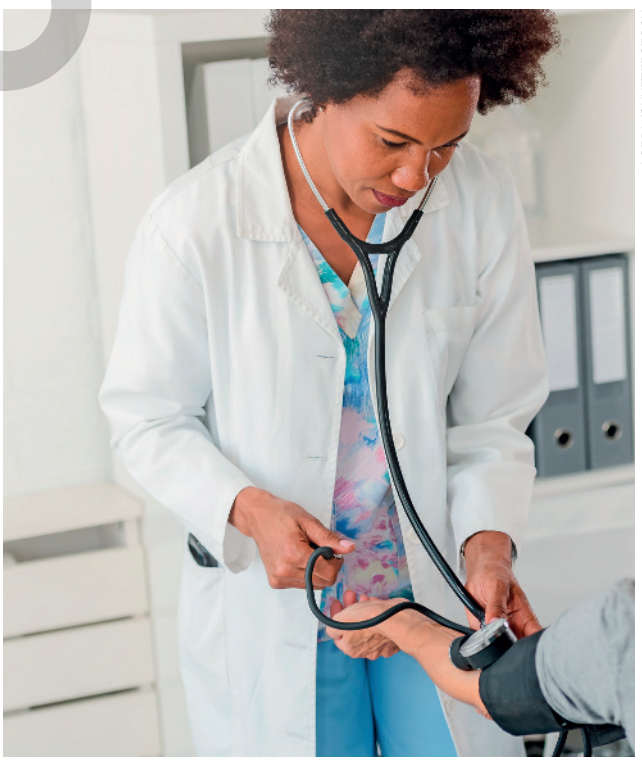
A medida da pressão arterial só se tornou possível a partir de 1880, com a invenção do esfigmomanômetro pelo médico austríaco Samuel Siegfried Karl Ritter von Basch (1837-1905). O primeiro aparelho nada mais era que uma bolsa de borracha cheia de água ligada a uma coluna de mercúrio.

Atualmente, o aparelho consiste em uma braçadeira inflável ligada a uma coluna de mercúrio. Para medir a pressão arterial de uma pessoa, a braçadeira inflável é enrolada no braço a uma altura aproximada à do coração para assegurar que as pressões medidas sejam mais próximas às da aorta, evitando diferença significativa na pressão hidrostática, que é influenciada pela altura do líquido.

A pressão do ar contido na braçadeira é aumentada até que o fluxo sanguíneo nas artérias do braço seja bloqueado. Com o uso de um estetoscópio, essa interrupção da passagem de sangue é identificada pela ausência de som. Em seguida, o ar é vagarosamente eliminado da braçadeira e, quando sua pressão se iguala à pressão sistólica, é possível ouvir um ruído, correspondente ao fluxo turbulento de sangue pela artéria, que se abre brevemente. A pressão correspondente ao último som audível é a pressão diastólica, momento em que a artéria permanece totalmente aberta, permitindo a passagem do sangue sem turbulência. Com isso, o som não pode mais ser captado pelo estetoscópio.

ANTONIO GRAVANTE/SHUTTERSTOCK

Os esfigmomanômetros modernos podem ser digitais e ter a aferição automática da pressão.


LORDN/SHUTTERSTOCK

O esfigmomanômetro é um aparelho utilizado para medir a pressão arterial. Esse acompanhamento é muito importante para a prevenção de problemas cardiovasculares.

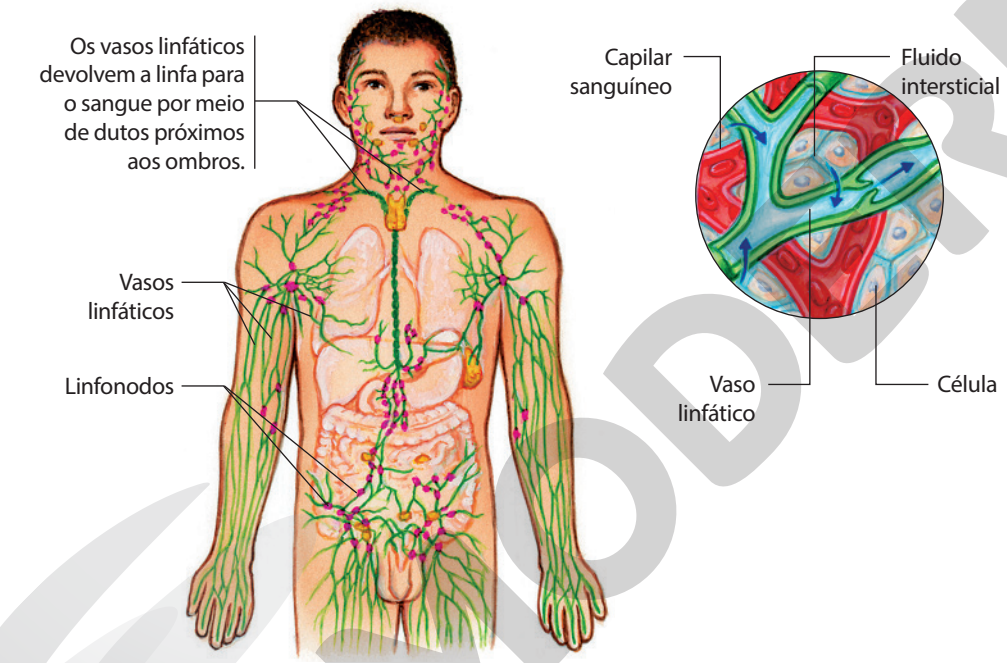
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Sistema linfático humano

As substâncias do sangue não são transferidas diretamente para as células; elas passam antes pelo líquido intersticial, que circunda as células. Esse líquido é formado por componentes do sangue que extravasam os vasos sanguíneos, como água e pequenas moléculas, mas não contém células e proteínas, que ficam retidas nos vasos sanguíneos.

O acúmulo do líquido intersticial nos tecidos pode causar pressão e inchaços. O **sistema linfático**, composto de uma rede de vasos, é o responsável por drenar o excesso desse líquido, conduzindo-o de volta ao sangue. Ao penetrar nesse sistema, o líquido intersticial passa a ser denominado linfa. Em contraste com os capilares sanguíneos, os linfáticos acabam em fundo cego revestido por células com minúsculos espaços entre elas. A linfa circula nesses capilares, que se juntam formando vasos de maior calibre. Esses grandes vasos linfáticos são interrompidos periodicamente por **linfonodos** ou nódulos linfáticos, locais de produção de leucócitos (células importantes na defesa do organismo e nos quais a linfa é filtrada, promovendo a remoção de substâncias estranhas e microrganismos). A linfa é devolvida ao sangue após percorrer o sistema linfático.

SISTEMA LINFÁTICO HUMANO



ILUSTRAÇÕES: CECÍLIA IWASHITA

Representação esquemática do sistema linfático humano, que ajuda a combater infecções no organismo. A linfa, após passar por linfonodos, retorna ao sistema sanguíneo. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: TORTORA, G. J.; GRABOWSKI, S. R. *Fundamentos da Anatomia e Fisiologia*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

Atividades

Não escreva no livro.

1. Por que a mistura de sangue no coração de anfíbios e répteis diminui a eficiência das trocas gasosas?
2. Desenhe um coração humano em seu caderno e indique o trajeto que o sangue faz nesse coração, bem como em que áreas o sangue está rico em O_2 e em CO_2.
3. Os vasos sanguíneos humanos têm diversas válvulas que impedem o refluxo sanguíneo, ou seja, que o sangue circule em sentido contrário ao impulsionado pelo coração. Qual é a importância disso?
4. Durante a prática de atividade física, nota-se aumento da frequência dos batimentos cardíacos e da pressão arterial. Explique como essas alterações são importantes para o organismo nessa situação.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Não escreva no livro.

Atenção

Caso você tenha qualquer problema que o impeça de se exercitar, não realize esta atividade prática.

Organizem-se em grupo. Leiam todo o procedimento antes de iniciar o trabalho.

Medindo a frequência cardíaca

Objetivo

- Aprender a medir a frequência cardíaca e perceber alterações que ocorrem durante a atividade física.

Proponha uma hipótese à seguinte questão:

Como o exercício físico altera o funcionamento dos sistemas do corpo?

Material

- Lápis
- Caderno
- Cronômetro ou relógio

Procedimento

1. Meça sua frequência cardíaca utilizando os dedos indicador e médio para encontrar a pulsação de artérias. Dois locais comumente utilizados são:
   - a artéria radial, no fim do antebraço, próximo ao punho;
   - a artéria carótida, na lateral do pescoço.

   As pulsações são equivalentes aos batimentos cardíacos. Sentado, num momento relaxado, conte-as durante 10 segundos e multiplique o valor por 6 para saber o número de batimentos em 1 minuto. Anote o valor no caderno utilizando a unidade bpm (batimentos por minuto).
2. Caminhe lentamente por 3 minutos seguidos e meça novamente sua frequência cardíaca. Anote esse valor.
3. Caminhe rapidamente por 3 minutos seguidos e meça mais uma vez sua frequência cardíaca, anotando o valor no caderno.

Resultados

Faça uma tabela em seu caderno para anotar a frequência cardíaca em cada situação.

Questões

1. Existe alguma diferença entre os valores obtidos em repouso e após os exercícios? Como você explica esse resultado?
2. Você e seus colegas apresentaram números semelhantes para a frequência cardíaca? Como você pode explicar isso?
3. Com a alteração da frequência cardíaca, você notou alguma mudança na frequência de ventilação pulmonar? Como você explica o que foi observado?
4. Durante a atividade física, é normal que as pessoas suem. Como isso pode alterar o funcionamento do sistema urinário?
5. Há alguma outra diferença que você observou em seu organismo antes e depois do exercício físico? Se sim, descreva.

Conclusão

Revisem a hipótese proposta no começo da atividade, comparem-na com suas observações e com as de seus colegas e escrevam no caderno sua própria conclusão.

MODERNA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Excreção

Os animais utilizam gases e nutrientes retirados do ambiente em seu metabolismo. Esse processo fornece energia e diversas moléculas essenciais para seu desenvolvimento e manutenção da vida. As reações químicas que compõem o metabolismo também geram produtos que não são utilizados pelo organismo e que, dependendo da concentração que atingem, podem ser tóxicos. Esses produtos chamam-se **excretas**, e o processo pelo qual são eliminadas do organismo é a **excreção**.

Existem diferentes tipos de excretas produzidas pelos animais. O CO_2 produzido na respiração aeróbia, por exemplo, é considerado uma excreta. Ao se acumular no sangue, ele pode torná-lo mais ácido, afetando o funcionamento de diversas proteínas. Assim, quando eliminado pelo sistema respiratório, as condições corpóreas são mantidas constantes, o que é muito importante para o funcionamento do organismo. A manutenção das condições internas dos organismos é chamada de **homeostase**, e vários sistemas contribuem para que ela ocorra. Essa manutenção é dinâmica, uma vez que um organismo está suscetível a mudanças do meio em que se encontra.

O conceito de homeostase é importante para que relacionem os sistemas fisiológicos estudados. Isso pode ser explicitado, por exemplo, pelo papel excretor do sistema respiratório, que livra os animais do excesso de gás carbônico.

Excretas nitrogenadas

O metabolismo de moléculas que contêm nitrogênio, como aminoácidos, proteínas e cafeína, produz uma classe especial de excretas, as excretas nitrogenadas. Os seres vivos podem eliminar três tipos de excretas nitrogenadas: amônia (NH_3), ureia (CH_4N_2O) e ácido úrico ($C_5H_4N_4O_3$).

A toxicidade de uma excreta nitrogenada está relacionada à quantidade de água em que ela precisa ser diluída: quanto maior a toxicidade, maior a quantidade de água necessária para diluir a excreta e garantir que ela não cause danos. Assim, o tipo de excreta nitrogenada é uma adaptação ao ambiente em que o animal vive. Viver em um ambiente com grande disponibilidade de água, por exemplo, possibilita a excreta de amônia, o que não poderia ocorrer em um ambiente seco.

Classificação dos animais pelo principal tipo de excreta nitrogenada eliminada

Tipo	Ocorrência	Características da excreta
Amoniotélicos: excretam principalmente amônia.	Invertebrados aquáticos, anelídeos, peixes teleósteos, anfíbios jovens.	Solúvel, muito tóxica.
Ureotélicos: excretam principalmente ureia.	Mamíferos, anfíbios adultos, peixes cartilaginosos e répteis.	Solúvel, menos tóxica que a amônia.
Uricotélicos: excretam principalmente ácido úrico.	Aves, répteis e a maioria dos artrópodes terrestres.	Pouco solúvel e pouco tóxica.

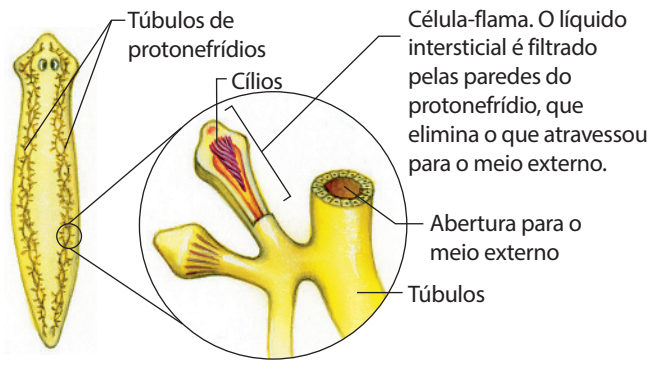
A diversidade de sistemas excretores dos animais

Alguns princípios básicos aplicam-se aos órgãos excretores animais: eles filtram fluidos extracelulares, produzindo um líquido sem células nem grandes moléculas. Esse líquido é modificado antes de ser eliminado no meio, podendo ocorrer a reabsorção de água, íons e moléculas de interesse. A **urina** é o resultado desse processo de filtragem e reabsorção. A seguir, são apresentadas algumas das principais estruturas excretoras dos animais.

As diferentes estruturas excretoras dos animais têm um princípio de funcionamento comum. Assim, ao explicar o funcionamento de uma delas, pode-se deduzir o funcionamento das outras com os estudantes.

- **Protonefrídios:** consistem em tubos ramificados, que apresentam extremidades abertas para fora do corpo, pelas quais as excretas são eliminadas, e células ciliadas, que absorvem água e excretas dos espaços entre as células. Essa estrutura é característica de platelmintos, animais que não têm sistema circulatório.

EXCREÇÃO POR PROTONEFRÍDIOS



CECÍLIA IWASHITA

As planárias, um tipo de platelminto, possuem estruturas conhecidas como células-flama, com cílios que, ao se moverem, direcionam o líquido no interior dos túbulos para o meio externo. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

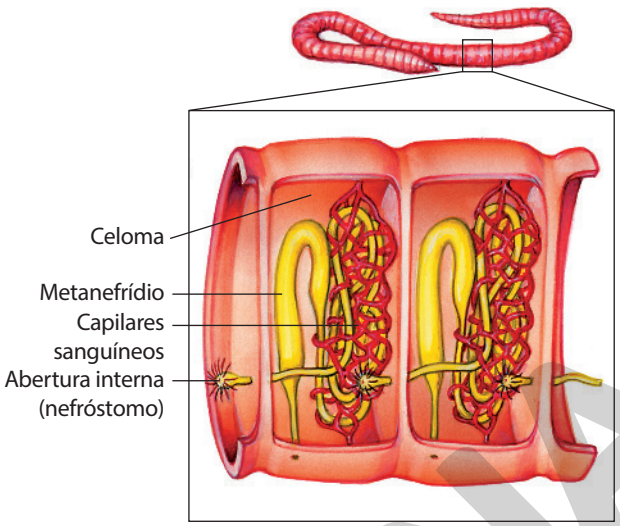
Fonte: SADAVA, D. *et al*. *Vida*: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

- **Metanefrídios:** consistem em tubos enrolados com uma extremidade voltada para fora do corpo e outra que se liga à cavidade celômica. O fluido do celoma, formado pela filtração do sangue na parede dos capilares, se direciona para a abertura interna do metanefrídio, o **nefróstomo**. Nele ocorre a reabsorção de certas moléculas do fluido e a secreção de outras. O fluido sai por um poro que comunica o metanefrídio com o exterior, o **nefridióporo**. São estruturas características de moluscos, anelídeos e alguns artrópodes.

EXCREÇÃO POR METANEFRÍDIOS

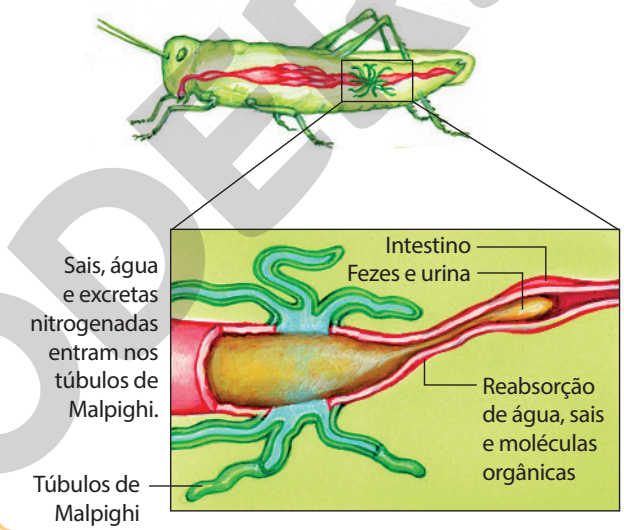


Os metanefrídios das minhocas se repetem a cada segmento corporal. A filtração de um segmento é feita pelo segmento posterior, no qual também ocorre a excreção. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. *et al*. *Vida*: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

- **Túbulos de Malpighi:** são diversos tubos que apresentam uma das extremidades fechada e a outra aberta e conectada ao intestino. Substâncias da cavidade interna do animal são captadas pelas células do tubo, e a água é reabsorvida ao chegar ao intestino. Assim, no reto do animal, acumulam-se fezes e ácido úrico, que são eliminados em um resíduo semissólido. São característicos dos insetos, miriápodes e aracnídeos e representam adaptações à sobrevivência em ambientes com baixa disponibilidade de água.

EXCREÇÃO POR TÚBULOS DE MALPIGHI



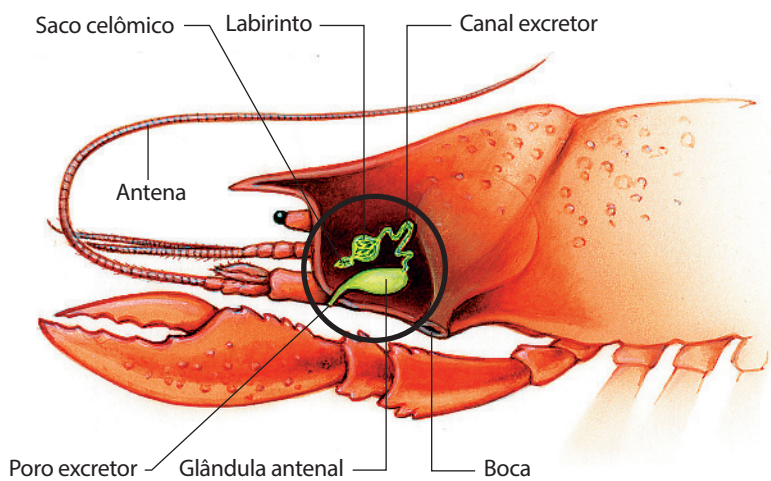
Os túbulos de Malpighi filtram fluidos intracelulares por meio do transporte de íons para dentro e para fora dos túbulos e do intestino, fazendo que a água os siga por osmose. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. *et al*. *Vida*: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

- **Glândulas antenais e glândulas coxais:** os crustáceos apresentam um par de glândulas antenais na cabeça, logo abaixo das antenas. Essas glândulas correspondem a tubos com uma extremidade fechada e outra aberta para o meio externo, através do poro excretor. As glândulas filtram a hemolinfa, removendo excretas nitrogenadas, e as descartam no ambiente.

  As glândulas coxais são equivalentes às glândulas antenais, porém são típicas de aracnídeos e se localizam no cefalotórax do animal.

EXCREÇÃO POR GLÂNDULAS ANTENAIS



As glândulas antenais também são conhecidas como glândulas verdes, em virtude da coloração do saco celômico, que é esverdeada. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: RUPERT, E. E. *et al*. *Zoologia dos invertebrados*. 7. ed. São Paulo: Roca Brasil, 2005.

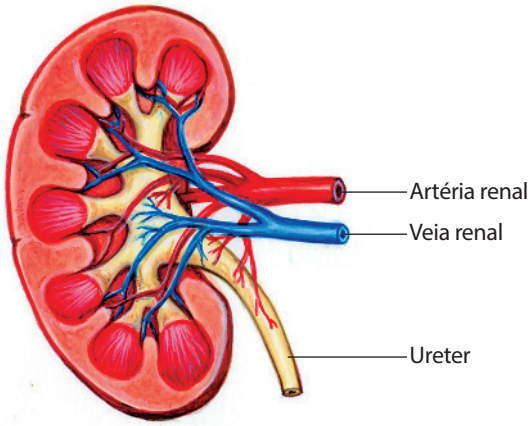
ILUSTRAÇÕES: CECÍLIA IWASHITA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

- **Rins:** principais órgãos excretores dos vertebrados, os rins são compostos de diversos **néfrons**, estruturas que filtram o sangue e reabsorvem água e outras substâncias. Alguns tipos de rins são mais eficientes na reabsorção de água, como os dos mamíferos; outros são especializados em eliminar água e reter sais minerais, como os de alguns anfíbios.

EXCREÇÃO POR RINS



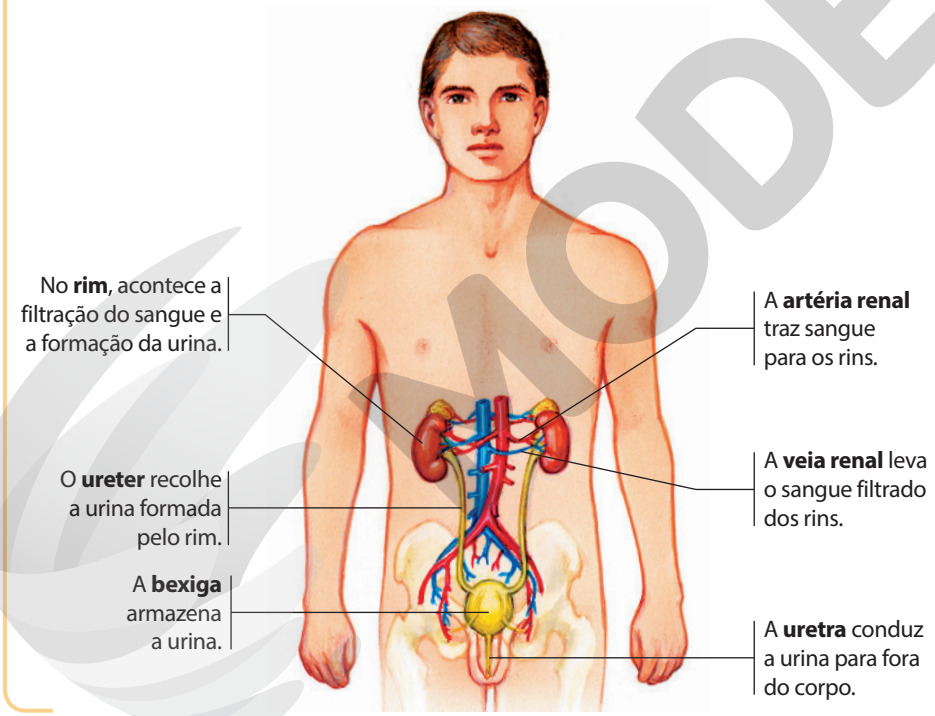
Representação esquemática de um rim em corte. O sangue entra pela artéria renal, é filtrado no interior do rim e sai pela veia renal. O que foi filtrado e não foi reabsorvido sai do rim pelo ureter para ser eliminado. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. *et al*. *Vida*: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

Como se forma nossa urina?

Nos seres humanos, o sistema excretor recebe o nome de **sistema urinário**. Ele é composto de dois rins, dois ureteres, a bexiga urinária e a uretra. A filtração ocorre nos rins, formados por milhões de néfrons, as entidades filtradoras.

O SISTEMA URINÁRIO HUMANO



O sistema urinário humano depende dos rins para funcionar. Um dos rins pode ser doado sem grandes prejuízos ao organismo. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: TORTORA, G. J. *Corpo Humano*: fundamentos de Anatomia e Fisiologia. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

Caixa de ferramentas

Os humanos são ureotélicos, mas também excretam ácido úrico, proveniente do metabolismo de ácidos nucleicos e da cafeína. Também há excreção de amônia, que constitui um importante mecanismo para regular o pH de fluidos extracelulares.

Funcionamento do sistema urinário humano

Os rins são formados por centenas de milhares de néfrons, unidades responsáveis por filtrar o sangue. A artéria renal se divide em diversas arteríolas, que levam o sangue sob pressão ao glomérulo renal, um emaranhado de capilares. O sangue, por pressão, é filtrado, gerando um fluido isento de células e proteínas que entra na cápsula renal, parte constituinte do néfron. Dessa cápsula, ele segue, respectivamente, para o túbulo contorcido proximal, para a alça néfrica e para o túbulo contorcido distal.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

ILUSTRAÇÕES: CECÍLIA IWASHITA

Caixa de ferramentas

O hormônio antidiurético (ADH, também chamado de vasopressina) atua estimulando a reabsorção de água nos néfrons. Algumas substâncias, como o álcool, inibem a liberação desse hormônio, o que diminui a reabsorção de água, aumentando o volume e diminuindo a concentração da urina formada.

Cada néfron é cercado por vasos sanguíneos e, durante a passagem do filtrado, ocorrem por ele a reabsorção de substâncias no túbulo contorcido proximal, a reabsorção de água na alça néfrica e a eliminação ativa de excretas pelas células da parede do túbulo contorcido distal, levando à formação da urina. Nesse momento, a urina sai do néfron, sendo recolhida pelo túbulo coletor reto, que se une aos túbulos de outros néfrons, levando a urina para o ureter. Este leva a urina para a bexiga, na qual ela fica acumulada e é eliminada para o meio externo através da uretra.

ESTRUTURA DO NÉFRON

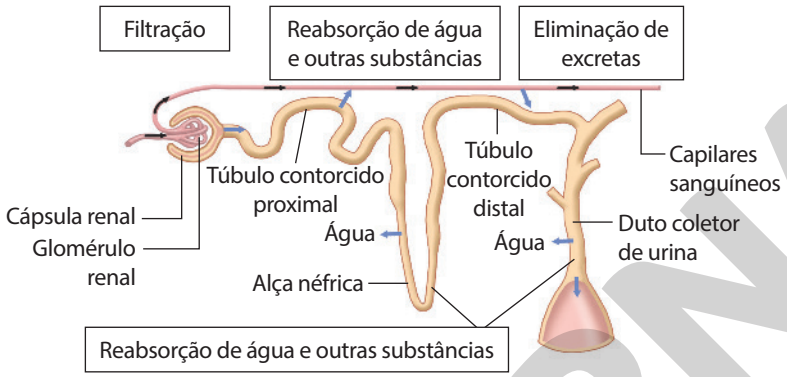


ILUSTRAÇÃO: PAULO MANZI

O néfron forma a urina apenas após a reabsorção e eliminação ativa das excretas. Assim, somente após passar pelo túbulo contorcido distal o filtrado pode ser chamado de urina. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: TORTORA, G. J.; GRABOWSKI, S. R. *Fundamentos da Anatomia e Fisiologia*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

Atividades

Não escreva no livro.

1. Explique como a excreção de ácido úrico pode ser considerada uma adaptação à vida em ambientes secos.
2. O mau funcionamento dos rins pode causar problemas de hipertensão. Explique esse fato com base nas funções desse órgão.
3. Em uma mulher, formaram-se dois cálculos renais: um em uma alça néfrica e outro no ureter. Considerando que eles ficam presos nessas estruturas, qual deles é mais prejudicial ao sistema urinário? Por quê?
4. Uma pessoa, ao perceber que estava ficando doente, resolveu tomar uma grande quantidade de vitamina C. Um tempo depois, ela fez um exame de urina para diagnóstico e, por acaso, constatou-se uma grande quantidade dessa vitamina em sua urina. Com base nessas informações, discuta se foi adequada a quantidade de vitamina C que a pessoa tomou. Explique.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

A urina pode apresentar traços de alguns medicamentos, ou seja, quantidades pequenas de substâncias que os compõem são excretadas pelo corpo. Em geral, as estações de tratamento de esgoto não estão preparadas para remover esses resíduos do esgoto, de modo que eles atingem rios e outros corpos de água. Em grupo, pesquisem quais são os possíveis efeitos desse tipo de poluição e como tratá-lo. Discutam entre si se esse tratamento deve ser exigido por lei.

Fique por dentro

Internet

Sociedade Brasileira de Cardiologia
<https://www.portal.cardiol.br/>

Apresenta diversas seções, como gibis, jogos, receitas saudáveis e outras, que abordam aspectos da saúde do sistema cardiovascular humano.

Acesso em: 22 jun. 2020.

Filme

Osmose Jones. Direção: Bobby Farrelly e Peter Farrelly, Estados Unidos. 2001. (95 min.)

O filme mostra um glóbulo branco que trabalha no corpo de um homem que possui maus hábitos de higiene e uma dieta ruim. Quando o homem é infectado por uma doença, Jones se junta à pílula Drix para tentar restaurar a saúde do corpo dele.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

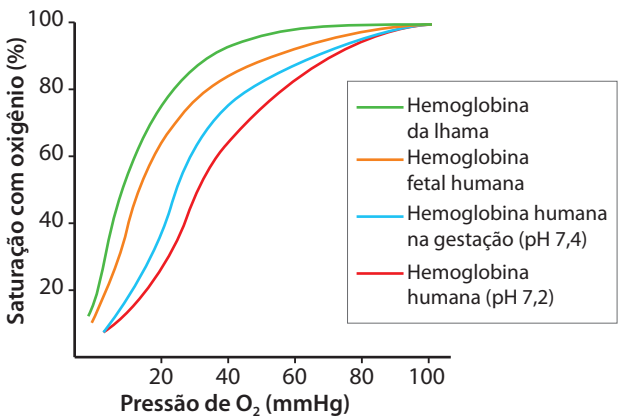
ATIVIDADES FINAIS

Não escreva no livro.

1 Em seu caderno, desenhe um tubo digestório humano utilizando três cores diferentes: com a primeira cor pinte as estruturas que apresentam pH neutro, com a segunda as de pH ácido e com a terceira as de pH básico. Qual é a importância dessa variação de pH no processo de digestão?

Observe o gráfico a seguir e responda às questões 2 a 5.

SATURAÇÃO DA HEMOGLOBINA COM OXIGÊNIO DE ACORDO COM A PRESSÃO DE O_2



ANDERSON DE ANDRADE PIMENTEL

Fonte: SADAVA, D.; HELLER, H. C.; ORIANS, G. H.; PURVES, W. K.; HILLIS, D. M. *Vida*: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

2 A pressão de oxigênio é diretamente proporcional à concentração desse gás, ou seja, quanto mais gás oxigênio no ambiente, maior a pressão. Lembrando que o ar é rarefeito em elevadas altitudes, responda: quem está mais adaptado para viver em elevadas altitudes: uma lhama ou um ser humano? Justifique.

3 A hemoglobina humana na gestação (pH 7,4) tem maior ou menor afinidade por O_2 do que a hemoglobina humana (pH 7,2)? Elabore uma hipótese que explique essa diferença.

4 O gráfico mostra que existem diferenças no comportamento da hemoglobina fetal humana e da hemoglobina materna humana. O que essa diferença permite?

5 Atletas brasileiros que vão disputar uma partida em uma cidade de altitude elevada precisam passar por um período de alguns dias de aclimatação. Que tipo de ajuste fisiológico o organismo apresenta nesse caso? Qual a importância desse processo para o desempenho dos jogadores?

Leia o texto a seguir para responder às questões 6 a 9.

O único modelo dinâmico de estômago humano no mundo, que ingere e digere alimentos de verdade em tempo real, está prestes a ganhar um "companheiro de trabalho". Após dois anos de uso intensivo, o equipamento desenvolvido por cientistas do Instituto de Pesquisa Alimentar, em Norwich (Reino Unido), precisava de reforço.

Desde que chegou ao instituto, em 2007, o modelo vem auxiliando em uma série de pesquisas em diferentes áreas. No campo da saúde alimentar, por exemplo, ele vem ajudando pesquisadores a desenvolver alimentos capazes de controlar o apetite e a entender o comportamento de microrganismos benéficos (probióticos) e maléficos (como a salmonela) ao homem durante a digestão.

No setor de fármacos, o equipamento é usado em testes sobre os efeitos adversos da interação de determinados medicamentos com bebidas alcoólicas, outros remédios e diferentes tipos de alimentos. [...]

Fonte: ALMEIDA, C. Dois estômagos digerem muito mais. *Ciência Hoje on-line*. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/dois-estomagos-digerem-muito-mais/>. Acesso em: 2 jul. 2020.

6 Qual é a importância de se ter um estômago artificial que reproduz as funções de um estômago real?

7 Tendo em vista algumas pesquisas citadas no texto, quais outros sistemas fisiológicos estão envolvidos nessas análises? Cite dois exemplos.

8 Elabore um projeto de pesquisa para ser desenvolvido nesse estômago, indicando sua importância e as descobertas que ele poderia produzir.

9 A construção desse tipo de equipamento custa entre milhares e milhões de reais. Você acha que as pesquisas desenvolvidas nesse estômago valem o investimento financeiro? Justifique.

Próximos passos

Percebemos neste capítulo a importância de alguns sistemas fisiológicos para a realização de funções vitais, como a distribuição de componentes necessários para a sobrevivência do corpo humano e a eliminação de substâncias tóxicas. Vimos que os fluidos corpóreos têm importantes funções fisiológicas.

O próximo capítulo tratará de aspectos da hidrostática e de algumas propriedades dos gases que se relacionam direta ou indiretamente com os processos de circulação, essenciais para o funcionamento do corpo humano.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODELO

CAPÍTULO

2

No ar, na água e no organismo: pressão em ação

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

BNCC:
EM13CNT101
EM13CNT205
EM13CNT301
EM13CNT306
EM13CNT307

Para começo de conversa

Você sabe qual é, em condições normais, sua pressão arterial? Esse valor de pressão é considerado alto, baixo ou está na média da população?

Talvez você já tenha ouvido a expressão "pressão alta". Essa doença é designada hipertensão e acomete pessoas em todas as fases da vida e de todas as classes sociais. A pressão alta, nesse caso, está relacionada com a força que o sangue faz contra as paredes das artérias para circular pelo corpo.

O termo "pressão" também é encontrado em cozinhas. Você já deve ter visto alguém utilizando uma panela de pressão para cozinhar um alimento. Nesse caso, aumenta-se a pressão do vapor dentro da panela para evitar que o líquido evapore, permitindo que os alimentos cozinhem a uma temperatura mais alta.

Embora valores elevados de pressão arterial sejam fatores agravantes para vários tipos de doenças, o sangue que corre em nossas veias, e também pelo coração, não é da mesma ordem de grandeza daquela à qual o feijão fica submetido quando colocado para cozinhar. Ainda bem!

Neste capítulo, você estudará o conceito físico da pressão, o conceito de pressão atmosférica e a pressão exercida por líquidos. Vamos começar?

VGSTOCKSTUDIO/SHUTTERSTOCK

Conhecer os níveis de pressão arterial pode ajudar a minimizar o risco de diversas doenças, como a hipertensão.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

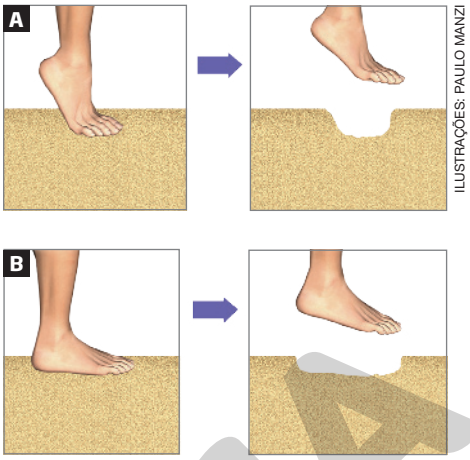
O que é pressão?

Você já deve ter observado que, quando pisamos descalços na areia, deixamos uma marca da planta do pé. A força que exercemos sobre a areia, que é igual ao nosso peso, provoca uma deformação que ocupa determinada região. Essa região, que chamamos de "pegada", tem área equivalente à da planta do nosso pé.

Se caminharmos sobre a areia na ponta dos pés, continuaremos a exercer uma força igual ao nosso peso; no entanto, nesse caso, a região deformada terá área menor do que a da planta dos pés. Na situação (**A**), é possível notar que afundaremos mais o pé na areia do que na situação (**B**).

Em Física, **pressão** é a relação entre a força aplicada e a área de aplicação dessa força. Quanto maior a força aplicada e menor a área de atuação dessa força, maior será a pressão exercida. Algebricamente, temos:

$$p = \frac{F}{A}$$



ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZI

A profundidade da pegada depende da maneira como pisamos na areia. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

A grandeza física pressão é medida em diferentes unidades, dependendo da situação em que se manifesta. No Sistema Internacional, a pressão é dada em **N/m²** (newton por metro quadrado), também conhecida como **Pa** (pascal).

Caixa de ferramentas

O peso (P) de um corpo, isto é, a força com que uma massa (m) é atraída para o centro da Terra, pode ser obtido por

$$P = m \cdot g$$

em que g é a aceleração da gravidade terrestre. Próximo à superfície da Terra, $g \simeq 9{,}8\ m/s^2$. A unidade de força no Sistema Internacional é o Newton; 1 N é o peso aproximado de um corpo de 100 g de massa (0,1 kg).

PARINYA TEERAKASEMSUK/SHUTTERSTOCK

A ponta de um prego, devido à sua pequena área pontiaguda, exerce forte pressão sobre o pneu e consegue furá-lo.

Considere, por exemplo, uma pessoa de 80 kg em pé sobre um banco. Podemos determinar a pressão exercida sobre o piso.

Supondo que a área de cada apoio (pé do banco) seja de 10 cm^2, ou $10 \cdot 10^{-4}\ m^2$, e que a massa do banco possa ser desprezada quando comparada à da pessoa, a pressão sobre o piso será:

$$p = \frac{F}{A} \Rightarrow p = \frac{P}{A} \Rightarrow p = \frac{m \cdot g}{A} \Rightarrow p = \frac{80 \cdot 9{,}8}{4 \cdot 10 \cdot 10^{-4}} \therefore\ p = 1{,}96 \cdot 10^5\ N/m^2$$

Da mesma forma, $p = 196.000$ Pa.

No exemplo acima, obtemos o valor da pressão em N/m^2 que equivale a Pa (pascal). No entanto, é comum o uso de outras unidades para essa grandeza física. No cálculo de estruturas de concreto ou ferro, por exemplo, é mais comum adotar-se **kgf/cm²** (quilograma-força por centímetro quadrado) como unidade de medida de pressão.

B2M PRODUCTIONS/GETTY IMAGES

Ao subir no banco, a pessoa exerce uma pressão no piso concentrada nos pés de apoio do banco.

Caixa de ferramentas

Um corpo de massa 1 kg, na Terra, em um local onde a aceleração da gravidade é $9{,}8\ m/s^2$, é atraído com uma força de intensidade 1 kgf.

$$1\ kgf \simeq 10\ N$$

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Ao calibrar os pneus do automóvel em um posto de combustível, os aparelhos para medir a pressão dos pneus geralmente empregam a unidade de pressão **psi**, do inglês *pound per square inch* ou, em português, libra por polegada ao quadrado (**lb/pol²**).

$$1 \text{ psi} = 8 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

TUA LEK_1/SHUTTERSTOCK

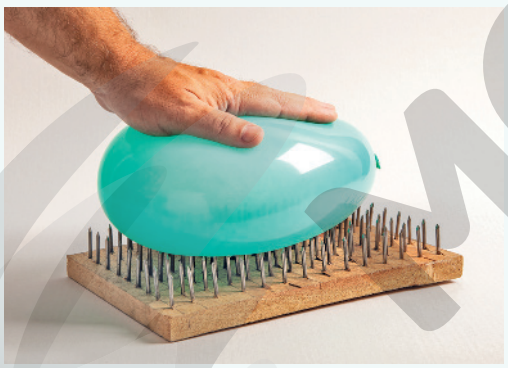
JOA SOUZA/SHUTTERSTOCK

Ao calibrar um pneu, em geral, a unidade de pressão utilizada é o psi.

Atividades

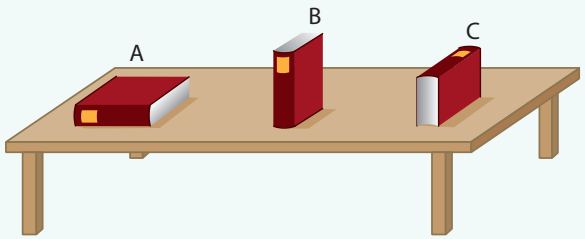
Não escreva no livro.

1 Observe a imagem de um experimento em que um professor de Física pressiona uma bexiga contra uma cama de pregos. Note que a extremidade pontiaguda de cada prego está em contato com a bexiga. Explique por que a bexiga não estoura.



ALEXANDRE DOTTA/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

2 A pressão exercida por um livro quando apoiado sobre sua maior face em uma mesa é igual a p. Sabendo que o livro tem comprimento $3a$, largura $2a$ e espessura a, calcule, em função de p, a maior pressão exercida pelo livro sobre a mesa.



LUIZ RUBIO

3 Enquanto para um veículo utilitário é recomendado que o ar dos pneus esteja com pressão em torno de 32 libras (lb/pol²), os pneus de uma bicicleta costumam ser enchidos com ar a valores maiores de pressão. Como você explica essa diferença entre os valores de pressão nos dois casos?

Tabela de calibragem	
Massa do ciclista	**Calibragem**
< 140 lb (< 63 kg)	70-90 psi
140-160 lb (63-72 kg)	90-105 psi
160-180 lb (72-91 kg)	105-120 psi
180-200 lb (91-90 kg)	120-235 psi
< 200 lb (> 90 kg)	> 135 psi

4 A pressão máxima que determinada telha aguenta é de $3 \cdot 10^4$ N/m². Uma pessoa de 80 kg sobe no telhado de uma casa no qual foram utilizadas telhas com essa característica. Verifique se haverá ou não quebra de telhas em cada um dos seguintes casos:

a) A pessoa deita sobre as telhas, colocando em contato com elas uma área de 1,2 m² de seu corpo.

b) A pessoa senta sobre as telhas, colocando em contato com elas uma área de 400 cm².

c) A pessoa fica em pé sobre as telhas, sendo 180 cm² a área total dos pés.

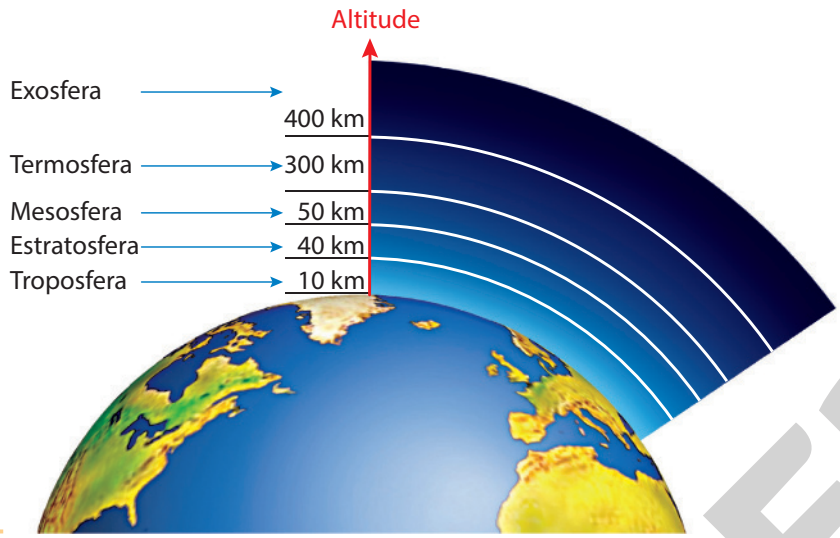
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Pressão atmosférica

A atmosfera, camada de ar que envolve a Terra, é constituída de um conjunto de gases como nitrogênio, oxigênio e vapor de água. Essa mistura de substâncias tem massa e é atraída pela Terra por causa da atração gravitacional. Por ter peso, a atmosfera exerce uma pressão sobre a Terra e, consequentemente, sobre os corpos nela existentes: é a chamada **pressão atmosférica**.

CAMADAS DA ATMOSFERA

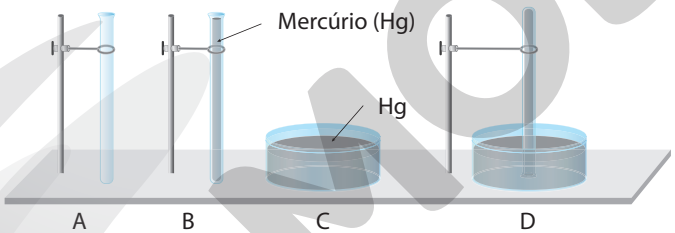


NELSON MATSUDA

Representação das camadas da atmosfera. A pressão atmosférica diminui à medida que nos afastamos da superfície da Terra. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Uma das primeiras tentativas bem-sucedidas de medir a pressão atmosférica foi realizada pelo italiano Evangelista Torricelli, no século XVII, utilizando o metal mercúrio.

Torricelli encheu completamente um tubo fino de vidro com mercúrio (Hg), tampou a extremidade livre e virou-o em uma cuba que também continha mercúrio.

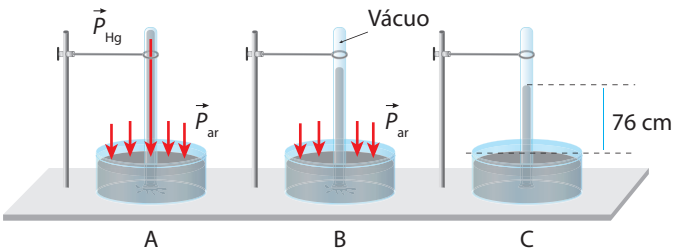


Experimento realizado por Torricelli para medir a pressão atmosférica. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Caixa de ferramentas

O metal mercúrio, de símbolo químico Hg, é encontrado naturalmente em estado líquido. Alguns termômetros ainda têm um capilar de mercúrio em seu interior e indicam a temperatura de acordo com a dilatação do líquido.

Nessa condição, o mercúrio contido no tubo tende a descer devido a seu peso e, ao cair, faz elevar o nível do mercúrio contido na cuba. Contudo, o peso do ar agindo sobre a superfície do mercúrio na cuba não deixa que o nível suba indefinidamente. Assim, o mercúrio do tubo desce até que o peso do líquido que ainda reste no tubo seja equilibrado pela pressão do ar agindo sobre a superfície livre na cuba. Isso ocorre quando a altura da coluna de Hg no tubo é de 76 centímetros.



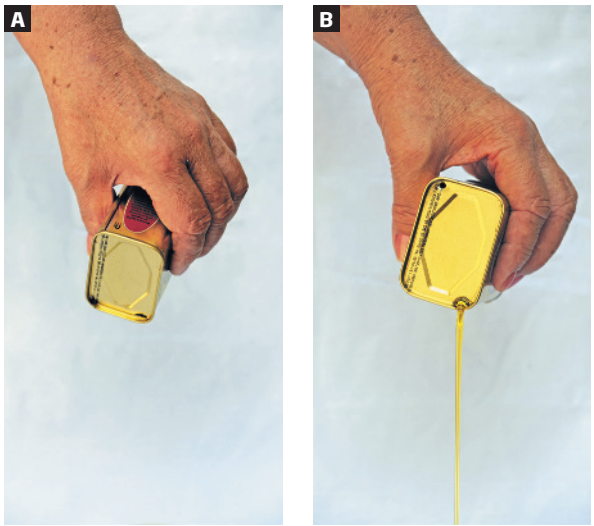
Dizemos que a pressão atmosférica ao nível do mar é igual a 76 cmHg. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: LUIZ RUBIO

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

FOTOGRAFIAS: BETO CELLI



Observe que um furo na lata não foi suficiente para deixar o óleo escoar (**A**). No entanto, com dois furos, em (**B**), o óleo escoou.

Torricelli considerou esse valor como a medida da pressão atmosférica ao nível do mar. Assim, se a pressão atmosférica ao nível do mar equilibra uma coluna de 76 cm de mercúrio, dizemos que a pressão atmosférica ao nível do mar é igual a **76 cmHg**.

Esse valor de pressão, 76 cmHg, também pode ser expresso em milímetro, como é mais comum observar nos barômetros, ou ainda na unidade **atmosfera** (símbolo **atm**), definida por:

$$76\ \text{cmHg} = 760\ \text{mmHg} = 1\ \text{atmosfera (1 atm)}$$

Para que escorra livremente o óleo contido em uma lata é preciso que exista pressão no interior. Assim, a pressão interna e externa à lata é igualada e o líquido flui devido a seu peso.

Além das unidades de medidas de pressão já apresentadas – N/m^2, kgf/cm^2, psi, Pa, cmHg, atm –, há ainda uma também bastante importante, associada principalmente à análise das condições do tempo: **bar**, e seu submúltiplo, **milibar**, conforme veremos a seguir.

Interligações

Não escreva no livro.

O olho de um furacão

Furacão, tufão ou ciclone são denominações genéricas dadas aos sistemas de baixa pressão. Esses fenômenos meteorológicos causam tempestades caracterizadas por ventos fortes que habitualmente provocam grandes estragos, fazem vítimas e destroem áreas urbanas e rurais.

Os furacões se formam em regiões oceânicas tropicais que concentram as seguintes condições: temperaturas de, no mínimo, 27 °C, elevada umidade atmosférica, ventos equatoriais convergentes, grande diferença de pressão entre a superfície e as áreas de altitude e ciclo de evaporação-condensação prolongado de ar oceânico quente e úmido. Essas condições geram correntes de ar fortíssimas que giram em torno de um centro, chamado de olho do furacão.

Esse olho é caracterizado por ventos fracos e baixas pressões, da ordem de milibares. Quanto menor a pressão barométrica do furacão, maior a intensidade do fenômeno. Contrapondo a aparente tranquilidade do olho, os ventos das regiões periféricas do furacão podem atingir velocidades superiores a 250 km/h.

A escala Saffir-Simpson, criada na década de 1970 pelo engenheiro Herber Saffir e pelo ex-diretor do Centro Nacional de Furacões dos EUA, Robert Simpson, indica o potencial de destruição de um furacão, levando em conta a pressão barométrica e a velocidade dos ventos.

Por que você acha que algumas regiões do planeta são mais atingidas por furacões do que outras? Faça uma pesquisa e descubra como as características geográficas afetam o surgimento maior de furacões.

NASA

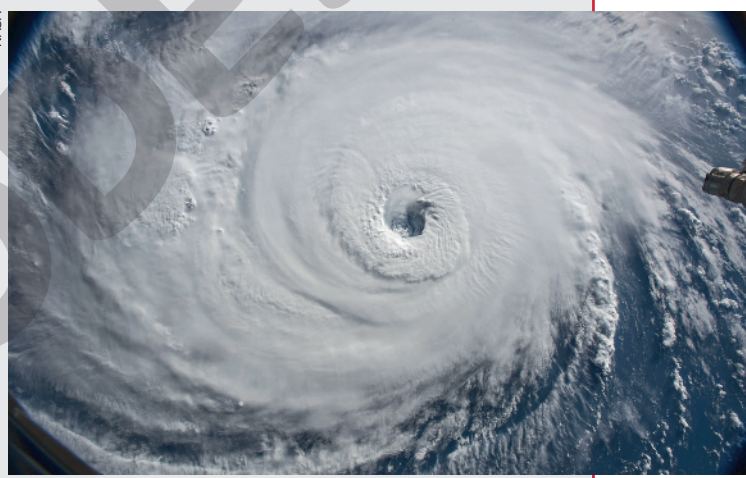


Imagem do furacão Florence vista da Estação Espacial Internacional, sobre o oceano Atlântico, em 2018.

Escala Saffir-Simpson		
Categoria	**Pressão (milibares)**	**Velocidade dos ventos (km/h)**
1	Acima de 980	Entre 117 e 151
2	Entre 965 e 979	Entre 152 e 176
3	Entre 945 e 964	Entre 177 e 208
4	Entre 920 e 944	Entre 209 e 248
5	Abaixo de 920	Acima de 249

Fonte: Estação Meteorológica do IAG/USP. Disponível em: <https://www.iag.usp.br/siae98/furacoes/furacoes.htm>. Acesso em: 27 maio 2020.

MODERNA

Não escreva no livro.

Coração: uma bomba que pressiona veias e artérias

O movimento do sangue no corpo humano é realizado pelas contrações ritmadas do coração. Nesse ciclo cardíaco, as câmaras do coração relaxam e contraem alternadamente em ciclos de 0,8 s, aproximadamente. A contração é denominada sístole e o relaxamento, diástole.

Como foi visto no capítulo anterior, a pressão exercida pelo sangue sobre as paredes internas das artérias é denominada **pressão arterial**.

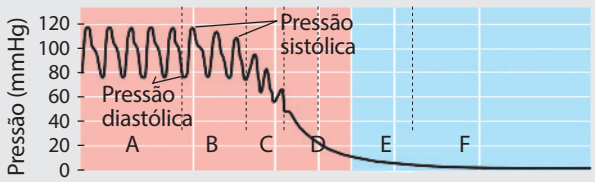
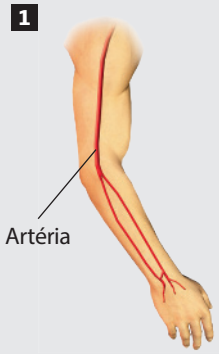


Gráfico da pressão sanguínea ao longo do percurso através do corpo: A – artéria aorta; B – artérias; C – arteríolas; D – capilares; E – veias; F – átrio cardíaco.

Para um jovem, uma possível pressão arterial normal oscila entre a máxima de 12 a 13 cmHg e a mínima de 7 a 8 cmHg. Geralmente, o valor da pressão arterial é apresentado na forma 12/8 ou 13/9 etc. O primeiro valor indica a pressão máxima ou sistólica (referente à contração) e o segundo, a pressão mínima ou diastólica (referente ao relaxamento).

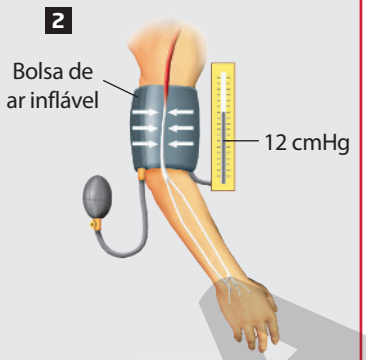
As artérias são os vasos sanguíneos que estão sujeitos às maiores pressões sanguíneas. Pelo gráfico da pressão sistólica, pode-se ler que a faixa de variação da pressão sistólica nas artérias está entre 100 e 120 mmHg. As artérias suportam pressões elevadas, pois apresentam grande quantidade de fibras elásticas e musculares.

1



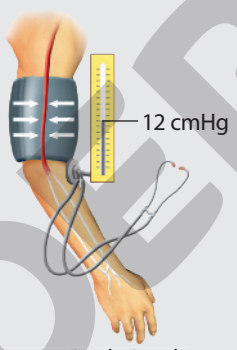
1. Pressão arterial
Sistólica = 12 cmHg
Diastólica = 8 cmHg

2



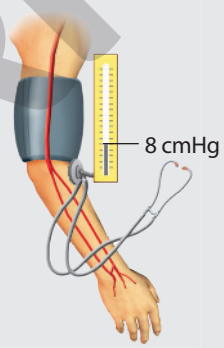
2. Uma pressão na bolsa de ar maior que 12 cmHg interrompe o fluxo de sangue no braço.

3



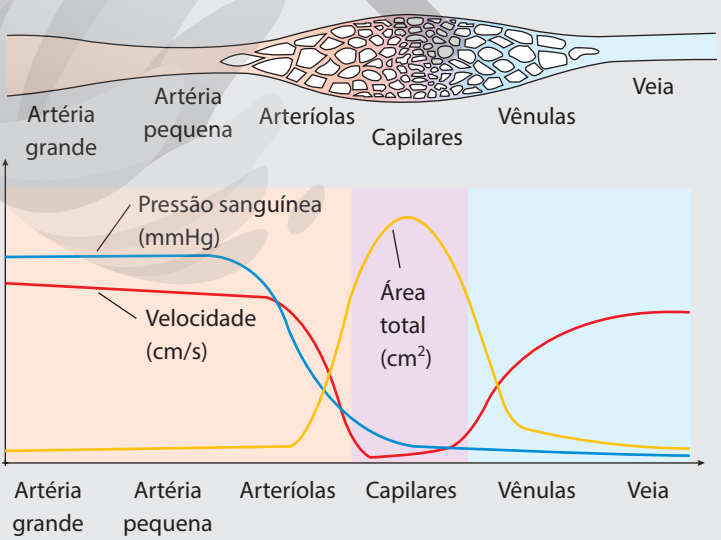
3. Uma pressão abaixo de 12 cmHg permite o fluxo de sangue durante a sístole; a passagem do sangue pode ser ouvida no estetoscópio.

4



4. Ao atingir 8 cmHg, tanto o fluxo da sístole quanto o da diástole são desobstruídos; os sons são audíveis no estetoscópio.

No gráfico a seguir, estão esboçadas a pressão sanguínea, a velocidade do sangue e a área total da secção transversal dos vasos sanguíneos.



Exemplo da medição da pressão sanguínea. A medida é feita geralmente na principal artéria do braço, utilizando-se o chamado esfigmomanômetro, um manguito de pressão inflável e um estetoscópio. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZI

Continua

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Continuação

Os capilares são os vasos sanguíneos com maior área total, e a pressão nesses vasos é menor do que a pressão nas artérias e arteríolas. Como a área total é a maior dentre as áreas dos vasos sanguíneo, apresentas no gráfico, a pressão tem menor intensidade, pois a pressão e a área transversal são grandezas inversamente proporcionais.

Fonte: PURVES, W. K.; SADAVA, D. *et al. Vida: a ciência da Biologia*. Porto Alegre: Artmed, s. d.

1. Qual das seguintes descrições corresponde às condições apresentadas no gráfico que relaciona as grandezas pressão sanguínea, velocidade do sangue e área total da secção dos vasos sanguíneos?

I. A área relativa aos capilares é maior do que a relativa às artérias, permitindo que o sangue escoe com maior velocidade.

II. Quanto maior a área de secção dos vasos, menor é a velocidade de escoamento do sangue e menor também é a pressão sanguínea.

III. A pressão sanguínea varia linearmente com o aumento da área total das secções transversais dos vãos, o mesmo ocorrendo com a velocidade de escoamento do sangue.

IV. Durante a passagem pelas artérias, a pressão do sangue aumenta e sua velocidade diminui.

V. Nas veias, a velocidade do sangue é a menor possível, o mesmo ocorrendo com a pressão sanguínea.

2. O que é hipertensão? Quais hábitos saudáveis podemos adquirir na infância e na adolescência para ajudar a evitá-la?

Atividades

Não escreva no livro.

1 Observe a tabela a seguir, avalie e identifique a unidade de medida de pressão com o tipo de fenômeno ou situação no qual a unidade é mais adotada.

Tabela 1 – Fatores aproximados de conversão entre unidades de medida de pressão

kgf/cm²	cmHg	atm	N/m²	Pa	bar	psi
1	76	1	10^5	10^5	1	14

Observação: essa tabela pode ser utilizada ao longo do livro para resolução de problemas que envolvam transformação de unidades para a grandeza pressão.

2 Em pequenas altitudes, a pressão atmosférica diminui aproximadamente 1 cmHg a cada 100 metros acima do nível do mar. Qual é, de acordo com essa relação, a pressão atmosférica numa cidade situada a 700 m de altitude?

3 A unidade de medida de pressão no Sistema Internacional é o newton por metro quadrado, N/m². Por exemplo, a pressão atmosférica em uma localidade situada ao nível do mar é aproximadamente igual a 100.000 N/m². Agora, imagine um saco de arroz de 5 kg de massa e responda:

KAKTUSFACTORY; NINPRAPHA LIPPERT/FOODCOLLECTION/FOTOARENA

Quantos desses sacos precisariam ser colocados sobre uma área quadrada de 4 m² para que a pressão exercida sobre ela, devido ao peso dos sacos, fosse equivalente ao valor da pressão atmosférica?

4 Quantas vezes a pressão interna de um pneu, calibrado para 32 libras, é maior do que a pressão externa ao pneu, numa cidade a 400 m de altitude? Considere que a pressão diminui aproximadamente 1 cmHg a cada 100 m acima do nível do mar e $g = 10$ m/s².

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Pressão e densidade

Sabemos que duas porções de substâncias diferentes, porém com massas iguais, podem ocupar volumes muito diferentes. Isso ocorre porque substâncias diferentes possuem densidades diferentes.

MASSAS IGUAIS, VOLUMES DIFERENTES

SELMA CAPARROZ

Algodão e chumbo, mesma massa para volumes bastante diferentes. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Sob pressão e temperatura constantes, uma substância pura tem massa diretamente proporcional ao seu volume. A razão constante entre a massa (m) da substância pura e o volume (V) correspondente a essa massa é denominada **massa específica** ou **densidade absoluta** da substância.

A densidade absoluta do ferro, por exemplo, é 7,8 g/cm^3, isto é, cada 1 cm^3 de ferro tem massa de 7,8 g. Assim, um cubo de ferro com volume 1.000 cm^3 terá massa 1.000 cm^3 · 7,8 g = 7.800 kg.

Portanto, se avaliarmos a massa de um corpo metálico de mesmo volume e o valor encontrado for, por exemplo, 6,0 kg, saberemos que não se trata de ferro, podendo ser uma composição com outro material ou até mesmo um corpo oco. A densidade (d) de um corpo é a razão entre sua massa (m) e seu volume (V), isto é, $d = \frac{m}{V}$; portanto, para esse corpo temos:

$$d = \frac{6.000}{1.000} \therefore d = 6{,}0 \text{ g/cm}^3$$

O cálculo do valor da densidade das substâncias permite que façamos algumas comparações. A densidade absoluta do mercúrio, por exemplo, é quase o dobro da densidade absoluta do ferro ($d_{Hg} = 13{,}6$ g/cm^3 e $d_{Fe} = 7{,}8$ g/cm^3). Por isso, determinado volume de mercúrio terá aproximadamente o dobro da massa de igual volume de ferro.

Um valor de densidade que será usado com frequência é o da água: um litro de água pura tem massa de 1 kg. Portanto, a densidade absoluta da água pura é de 1 kg/L, que equivale a 1,0 g/cm^3.

$$1 \text{ kg/L} = 1{,}0 \text{ g/cm}^3 = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

Caixa de ferramentas

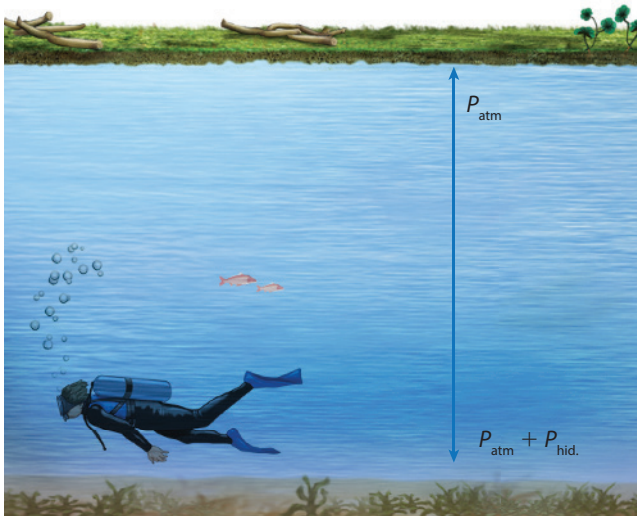
A densidade da água (H_2O) é 13,6 vezes menor do que a do mercúrio (Hg). O experimento de Torricelli, se realizado com água em vez de mercúrio, resultaria em uma coluna de água de pouco mais de 10 m, pois:

$$13{,}6 \cdot 76 \text{ cm} = 1.033{,}6 \text{ cm} \simeq 10 \text{ m}$$

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

SELMA CAPARROZ



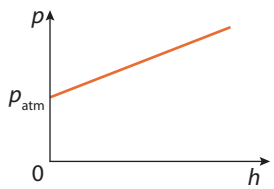
Durante um mergulho, a pressão exercida pela água aumenta de 1 atm a cada 10 m. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Mergulhadores sabem que a pressão de 10 m de coluna de água é equivalente à da atmosfera (1 atm). Assim, a 10 m de profundidade mergulhadores estão sujeitos à pressão de 2 atmosferas; a 20 m, sujeitos a 3 atm; e assim por diante. Eles sabem também que, ao mergulharem, o ar contido em seu corpo sofrerá alterações significativas e que, se não tomarem certos cuidados, poderão vivenciar situações complicadas, ocorrendo até risco de morte.

Vimos que pressão exercida pela coluna de água depende da altura dessa coluna (profundidade). No entanto, além da profundidade propriamente dita, a densidade do líquido é também importante nesse caso. Se 10 m de profundidade na água implicam 1,0 atm, esse mesmo acréscimo no mercúrio seria obtido apenas com, aproximadamente, 76 cm.

Sabe-se que a pressão p exercida por uma coluna h de um líquido de densidade d, numa região de pressão atmosférica p_{atm} e aceleração da gravidade g, é dada por:

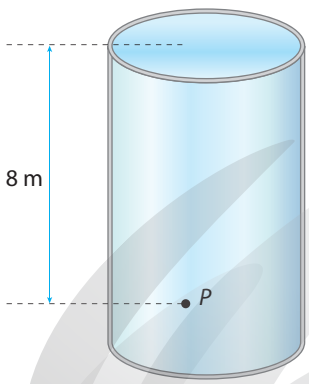
$$p = p_{atm} + d \cdot g \cdot h$$



A pressão no líquido varia linearmente com a altura da coluna desse líquido.

Portanto, a pressão exercida por um líquido varia linearmente com a altura da coluna desse líquido, como mostra o gráfico ao lado.

Qual é a pressão, em N/m^2 e em atm, no ponto P da figura ao lado, que está a 8 m de profundidade na água, de densidade 1 g/cm^3, em um tanque ao nível do mar?



Podemos resolver o problema utilizando a relação conhecida sobre o aumento de pressão de 1 atm a cada 10 m de produndidade na água e escrever uma proporção:

Pressão (atm)		Altura (m)
1,0	———	10
x	———	8

Logo: $x = 0{,}8$ atm

Em seguida, devemos adicionar o valor encontrado à pressão atmosférica de 1,0 atm, obtendo, portanto:

$$p = 1{,}0 \text{ atm} + 0{,}8 \text{ atm} = 1{,}8 \text{ atm}$$

A conversão de um valor em atm para o valor correspondente em N/m^2 é:

$$1 \text{ atm} = 10^5 \text{ N/m}^2$$

Assim, a pressão, anteriormente calculada em atm, pode ser representada por:

$$p = 1{,}8 \text{ atm} = 1{,}8 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

Esse problema também pode ser resolvido com a equação fundamental da Hidrostática. Nesse caso, é necessário atenção às unidades das grandezas, uma vez que todas devem ser expressas em unidades do S.I., ou seja:

$d_{água} = 1.000 \text{ kg/m}^3$; $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$

$g = 10 \text{ m/s}^2$ e $h = 8$ m

Observe:

$p = p_0 + dgh \Rightarrow p = 10^5 + 1.000 \cdot 10 \cdot 8 \Rightarrow p = 10^5 + 8 \cdot 10^4 = 10^5 + 0{,}8 \cdot 10^5$

$\therefore p = 1{,}8 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$

ILUSTRAÇÕES: LUIZ RUBIO

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Não escreva no livro.

Flutuação, densidade e proporcionalidade

Na água, uma pedra afunda e uma rolha de cortiça flutua. E uma gota de óleo, afunda ou flutua?

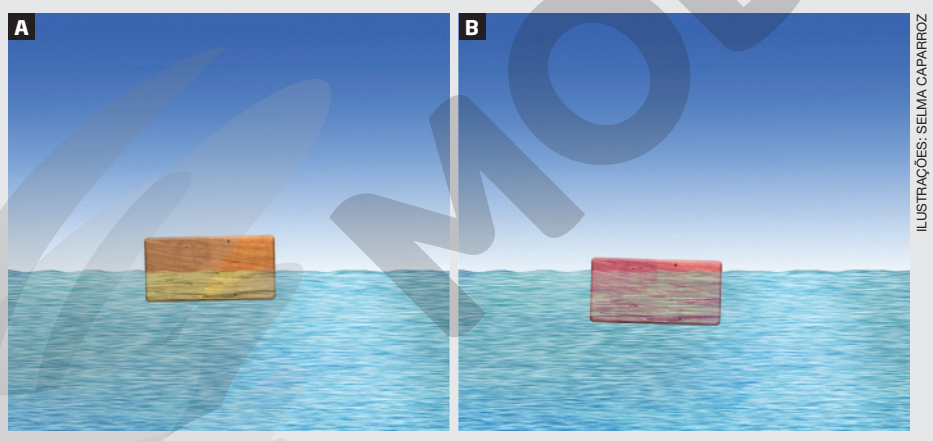
Gotas de óleo geralmente flutuam quando lançadas em água, o que pode ser observado em acidentes ambientais devido a vazamentos.

MARCIO GARCEZ/FOLHAPRESS

Mancha de óleo na praia da Coroa do Meio. (Aracaju, SE, 2019.)

Um corpo flutua ou afunda integralmente na água devido ao valor de sua densidade em comparação com a densidade da água: os que afundam integralmente têm densidade igual ou maior do que a da água, os demais flutuam apenas com uma parte de seu volume abaixo da linha d'água.

Um corpo de densidade igual a 50% da densidade da água flutua com 50% de seu volume abaixo da linha d'água (**A**). Já um corpo com densidade igual a 90% da densidade da água flutua com 90% de seu volume imerso (**B**).



ILUSTRAÇÕES: SELMA CAPARROZ

Quase todos os tipos de madeira têm densidades menores do que a da água. Observe o quadro ao lado com alguns valores de densidades.

Dado que a densidade da água pura é 1,0 g/cm^3, uma tora de eucalipto flutuará em água com 83% de seu volume imerso, enquanto uma tora de pereira flutuará com 76% de seu volume da linha d'água. Agora, uma tora de canela irá ao fundo, visto que sua densidade é maior do que a da água.

Uma vez que a flutuação de um corpo em um líquido está relacionada à comparação entre as densidades do líquido e do corpo, responda: qual porcentual de um bloco de alumínio ficará imerso caso fosse lançado em uma cuba contendo mercúrio? As densidades nesse caso são: $d_{Al} = 2{,}7$ g/cm^3, $d_{Hg} = 13{,}6$ g/cm^3.

Madeira	Densidade (g/cm^3)
Eucalipto	0,83
Candeia de cera	0,90
Canela de velho	0,88
Sucupira	0,79
Canela	1,04
Pereira	0,76

Fonte: PENNA, Rodrigo. *Sonda Nuclear para medida da densidade da madeira*. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/capitao_rodrigo/sonda-nuclear-para-medida-da-densidade-da-madeira-dissertao-de-mestrado-ufmg>. Acesso em: 27 maio 2020.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

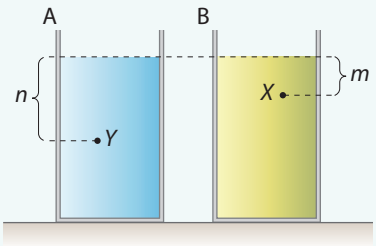
MODELO

Atividades

Não escreva no livro.

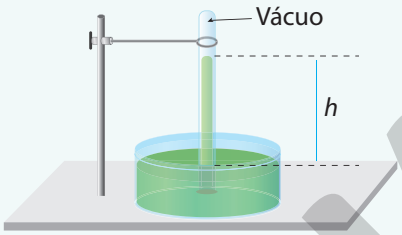
1 Um aparelho que mede correntes marinhas suporta pressões de até 25 atm, sem perder a precisão. Qual é a profundidade máxima que esse aparelho pode atingir na água do mar, sem perder a precisão? (Adote a densidade da água do mar igual a 1 g/cm³.)

2 No desenho abaixo, estão representados dois tanques, A e B. O tanque A contém água ($d_{água}$ = 1 g/cm³) e o tanque B contém um líquido de densidade igual a 2 g/cm³. Se as pressões nos pontos X e Y são iguais, o que podemos afirmar sobre a relação entre as alturas *m* e *n* assinaladas nos desenhos?



ILUSTRAÇÕES: LUIZ RUBIO

3 Observe o desenho de um experimento semelhante ao de Torricelli, realizado ao nível do mar, contendo no tubo um líquido de densidade 3,4 g/cm³. Qual é, nessa condição, a altura, em metro, da coluna de líquido que está equilibrando a pressão atmosférica?



4 Alguns filmes mostram simulações de acidentes aéreos em que um buraco se abre na fuselagem do avião. Quando isso ocorre, as pessoas precisam se agarrar a algo para não serem sugadas para fora do avião. Por que isso ocorre?

Empuxo: o princípio de Arquimedes

Qual é a relação existente entre um balão de ar quente subindo e um navio carregado flutuando no mar?

NUMENASTUDIOS/SHUTTERSTOCK

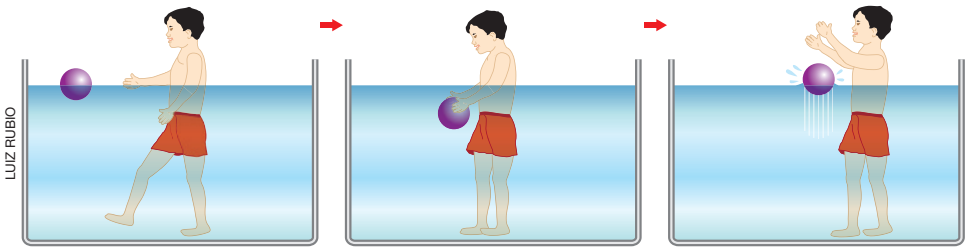
RIPITYA/SHUTTERSTOCK

Tanto um balão quanto um navio carregado sofrem a ação do empuxo. À esquerda, balões de ar quente. (Estados Unidos, 2018.) À direita, um navio cargueiro. (Países Baixos, 2019.)

A resposta é: o **empuxo**. É denominada de empuxo a força que atua em um corpo quando este está imerso em algum fluido, líquido ou gasoso.

MODERNA

Uma forma simples de "sentir" o empuxo é forçar uma bola de futebol a afundar na água.



LUIZ RUBIO

Ao afundar uma bola numa piscina, ela tende a voltar à superfície. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Todo corpo imerso (total ou parcialmente) em um fluido fica sob a ação de uma força cuja direção é perpendicular à superfície livre do líquido e cujo sentido aponta para a superfície, denominada empuxo.

Se um corpo imerso na água fica em equilíbrio, boiando ou totalmente imerso, é porque o empuxo e o peso são forças de mesma intensidade, mesma direção e sentidos opostos que, portanto, se anulam.

JON LORD/ALAMY/FOTOARENA

MARTIN LÜKE/ALAMY/FOTOARENA

À esquerda, imagem de navio petroleiro carregado ao sair da refinaria. (Reino Unido, 2019.) Na imagem ao lado, navio petroleiro descarregado (Países Baixos, 2019). Em ambos os casos, o empuxo e o peso se anulam.

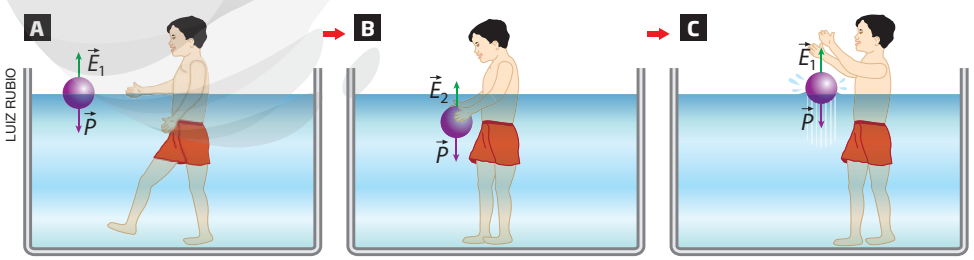
Para calcular a intensidade da força peso (P) que atua sobre um corpo fazemos a multiplicação da massa (m) do corpo pela aceleração da gravidade (g), isto é:

$$P = m \cdot g$$

Para entender o cálculo do empuxo, convém retomar o raciocínio que, segundo a história, teria sido elaborado pelo grego Arquimedes (287-212 a.C.). Segundo ele, um corpo mergulhado em um líquido fica sujeito a uma força equivalente ao volume do líquido deslocado pelo corpo.

Quando um corpo é lançado no líquido, ele "abre um espaço" no líquido. Esse espaço é o volume deslocado do líquido. Uma forma de avaliar esse volume é representada nas imagens ao lado.

Observe que, ao imergir a pedra no recipiente maior preenchido com o líquido, parte do volume desse líquido é lançado no recipiente ao lado. O empuxo que age sobre o corpo possui valor igual à intensidade do peso do volume de líquido deslocado.



LUIZ RUBIO

Em (**A**), a bola está parada boiando na superfície da água, ou seja, o peso é igual ao empuxo sofrido. Quando a criança força a entrada da bola na água , em (**B**), aumenta-se o volume de líquido deslocado e, portanto, aumenta-se o valor do empuxo; dessa forma, a bola tende a subir de volta à superfície. À medida que vai saindo da água, o valor do empuxo vai diminuindo até atingir a posição de equilíbrio, quando o valor do empuxo e do peso se igualam, como acontece em (**C**). (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: SELMA CAPARROZ

O volume deslocado de líquido é igual ao volume do corpo imerso no líquido. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

MODERNA

Caixa de ferramentas

No S.I., a unidade de volume é o m^3, e a densidade é expressa em kg/m^3.
Lembre-se de que:

$1\ cm^3 = 10^{-6}\ m^3$

e

$1\ kg/m^3 = 10^3\ g/cm^3$

Algebricamente, temos:

$$E = m_{deslocada} \cdot g$$

Nessa expressão, $m_{deslocada}$ é a massa de líquido que se deslocou quando o corpo foi imerso e g é a aceleração da gravidade. Lembrando que densidade é a relação entre massa e volume, temos:

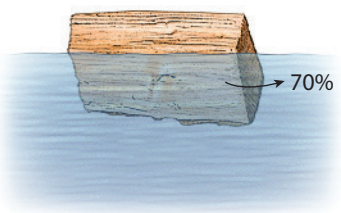
$$d_{líquido} = \frac{m_{deslocada}}{V_{deslocado}} \Rightarrow m_{deslocada} = d_{líquido} \cdot V_{deslocado}$$

Portanto, o valor do empuxo pode ser escrito na forma:

$$E = d_{líquido} \cdot V_{deslocado} \cdot g$$

Quando, por exemplo, um pedaço de madeira de 0,5 m^3 de volume e densidade 0,7 g/cm^3 flutua na água, de densidade 1,0 g/cm^3, 70% do volume da madeira fica imerso.

SELMA CAPARROZ



Portanto, o volume deslocado de água será:

$$V_{deslocado} = 0{,}7 \cdot 0{,}5\ m^3 \Rightarrow V_{deslocado} = 0{,}35\ m^3$$

Logo, o valor do empuxo que age sobre a madeira é:

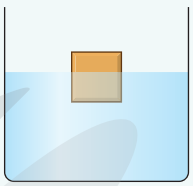
$$E = d_{líquido} \cdot V_{deslocado} \cdot g \Rightarrow E = 1.000 \cdot 0{,}35 \cdot 10 \therefore E = 3.500\ N$$

Como está ocorrendo flutuação, esse também é o valor do peso do pedaço de madeira.

Atividades

Não escreva no livro.

1 Um cubo de plástico maciço e homogêneo, cujo volume é de 400 cm^3, flutua na água de densidade 1 g/cm^3, em equilíbrio, com 60% de seu volume imerso.



Apenas uma das faces do cubo está inteiramente fora da água e paralela à superfície. Qual é a densidade do plástico de que é feito o cubo?

2 Se um bloco de madeira maciça de densidade 0,85 g/cm^3 for lançado em um líquido, qual fração do volume desse bloco ficará abaixo da superfície caso o líquido seja:

a) água, de densidade 1,0 g/cm^3?

b) gasolina, de densidade 0,7 g/cm^3?

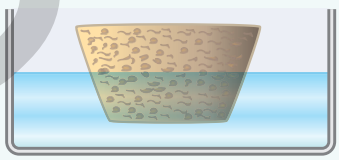
c) óleo, de densidade 0,9 g/cm^3?

3 A densidade de um pedaço de alumínio de 500 cm^3 é igual a 2,7 g/cm^3. Considere $g = 10\ m/s^2$ e calcule a intensidade do empuxo que agirá sobre o pedaço de alumínio se ele for colocado em:

a) água, de densidade 1,0 g/cm^3;

b) gasolina, de densidade 0,7 g/cm^3.

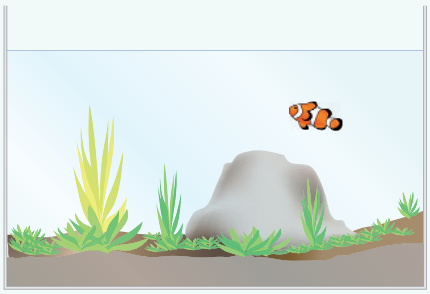
4 Observe a ilustração que representa um pedaço de cortiça de densidade 0,3 g/cm^3 flutuando num líquido de densidade 0,9 g/cm^3. (Considere $g = 10\ m/s^2$.)



a) Qual é o percentual do volume da cortiça que está acima da linha do líquido?

b) Qual é o valor do empuxo que atua sobre a cortiça, se o volume do pedaço é de 0,01 m^3?

5 No fundo de um aquário repousa uma pedra de densidade 5.600 kg/m^3 e volume $2{,}0 \cdot 10^{-4}\ m^3$.



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Qual é o módulo da força que a pedra exerce no fundo do aquário? (Considere a densidade da água contida no aquário igual a 1.000 kg/m^3 e a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2.)

ILUSTRAÇÕES: LUIZ RUBIO

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Não escreva no livro.

Balões de ar quente

Quando aquecido, o ar se expande e tende a ocupar um volume maior. Essa mesma massa em um volume maior significa densidade menor. Com a diminuição da densidade, o ar tende a subir, de modo semelhante ao que ocorre quando a água é aquecida na panela.

A preparação dos balões é feita com bastante antecedência à subida, com enormes maçaricos a gás colocados na boca do balão para inflar o tecido do balão com ar aquecido.

LIZAVETTA/SHUTTERSTOCK

LIZAVETTA/SHUTTERSTOCK

Acima, à esquerda, o ar aquecido se expande e ocupa o interior do balão. (Turquia, 2018.) Acima, à direita, podemos ver que a menor densidade do ar aquecido gera o empuxo que eleva o balão. (Turquia, 2019.)

Para que o balão, já inflado, comece a subida, é necessário que o empuxo seja maior do que o peso do balão, e isso ocorre quando a temperatura do ar interno é cerca de 60% maior do que a do ar externo. Já no ar, o piloto controla a altura do balão em relação ao solo abrindo ou fechando a queima do gás, alterando em correspondência a intensidade do empuxo.

Os voos são realizados em baixas velocidades, não mais do que 20 km/h, e dependem da direção do vento.

Uma vez que ventos mais brandos sopram no início da manhã ou no final da tarde, são esses os momentos mais apropriados para a realização dos voos. Voar com o sol a pino não é recomendável, porque, além da maior intensidade do vento, o solo aquecido provoca correntes de ar ascendente que dificultam a condução do balão.

Com base no que você leu, você acha que é seguro voar de balão? Pesquise quais são os principais riscos dessa atividade e as principais normas de segurança utilizadas.

JOSEPH SOHM/SHUTTERSTOCK

O empuxo gerado sobre os balões de ar quente permite que eles possam flutuar. (Estados Unidos, 2017.)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODELO

Não escreva no livro.

Submarinos

Você já imaginou que é possível entender como funciona um submarino usando apenas uma garrafa PET e o tubo de uma caneta? Por mais sofisticado que seja um submarino, com toda sua tecnologia, seu princípio de funcionamento é mais simples do que você pensa e está relacionado ao conceito de empuxo, discutido neste capítulo. Para compreender como isso se aplica ao submarino, você necessitará dos materiais a seguir.

Materiais

- Uma garrafa PET de 2 litros transparente e com tampa;
- um tubo transparente de caneta, sem o refil de tinta e sem a tampa;
- aproximadamente 2 litros de água;
- duas tampinhas da parte superior da caneta.

RICARDO SIWIEC

Procedimento

1. Corte a ponta do tubo, onde a carga é encaixada, para que as duas extremidades fiquem iguais.
2. Tampe uma das extremidades do tubo com uma das tampinhas e coloque água, deixando, aproximadamente, 5 ou 6 centímetros de ar. Para saber se a quantidade de água é suficiente para que o tubo flutue, teste antes em uma vasilha com água.
3. Tampe a outra extremidade com a outra tampinha. Certifique-se de que a caneta está bem vedada.
4. Encha completamente de água a garrafa PET, tomando cuidado para que não fiquem bolhas de ar em seu interior, e coloque a caneta dentro da garrafa. Não tampe a garrafa ainda.
5. Observe que, inicialmente, a parte superior da caneta ficará na mesma linha horizontal da superfície livre da água, caracterizando sua flutuação.
6. Tampe a garrafa, aperte-a levemente e solte: observe o que acontece com o tubo de caneta.

Questões

1. De acordo com o conceito de empuxo estudado neste capítulo, explique o que você observou no experimento.
2. Faça um esquema representando a garrafa, a caneta e as forças que atuam sobre ela nas situações observadas.
3. Relacione o funcionamento do seu "submarino" de tubo de caneta com o de um submarino real.

MODERNA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

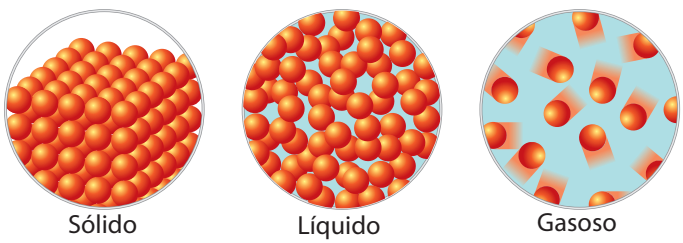
Transformações gasosas e os gases perfeitos

O estado físico – sólido, líquido ou gasoso – em que encontramos uma substância pode se modificar dependendo das condições de temperatura e pressão. A água, por exemplo, pode se tornar sólida a temperaturas negativas, enquanto o alumínio pode se tornar líquido se aquecido além de determinado valor de temperatura.

As diferenças entre os três estados – sólido, líquido, gasoso – devem-se às características moleculares das substâncias.

DISPOSIÇÃO DOS ÁTOMOS NOS ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA

ILUSTRAÇÕES: LUIZ RUBIO



Representação esquemática da disposição dos átomos das substâncias nos três estados físicos da matéria. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

No estado sólido, os constituintes das substâncias, sejam átomos (no caso de substâncias simples), sejam moléculas (no caso de substâncias compostas), estão muito próximos uns dos outros, e forças elétricas de grande intensidade atuam entre eles, diferentemente do que ocorre com os líquidos que podem escoar e ocupar o recipiente, e dos gases, que podem ser expandidos ou comprimidos com facilidade.

Por sua grande agitação (energia cinética), as moléculas de um gás tendem a se distanciar umas das outras, mantendo uma distância maior que a das moléculas dos líquidos e sólidos; consequentemente, sua força de atração molecular é fraca.

Interligações

Não escreva no livro.

A teoria cinética dos gases

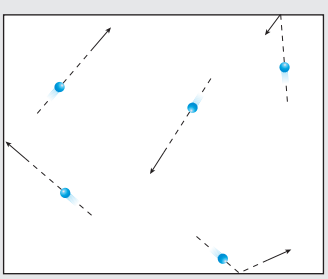
A busca pela explicação das propriedades e leis dos gases é o objetivo da teoria cinética dos gases. Essa teoria, que possibilitou a obtenção de expressões matemáticas relacionando grandezas físicas como pressão, volume e temperatura, se baseia nas seguintes suposições:

- Os gases são constituídos por um número extremamente grande de partículas (átomos e moléculas).
- As distâncias médias entre as moléculas componentes de um gás são muito maiores do que as dimensões de qualquer uma dessas moléculas.
- As moléculas de um gás se movimentam constantemente, em um movimento aleatório. Elas se movimentam em qualquer direção e com velocidades diferentes, ocupando todo o espaço disponível. Assim, o volume ocupado pelo gás será equivalente ao volume do recipiente onde estiver contido.
- As interações entre as moléculas de um gás só ocorrem quando essas partículas colidem entre si.
- As colisões entre as moléculas de um gás ou entre as moléculas do gás e as paredes do recipiente que o contém são tais que e energia cinética total do sistema se conserva.

O conjunto dessas hipóteses estabelecidas pelos cientistas tornou possível a estruturação de um modelo de gás, denominado gás ideal, no qual as moléculas são tratadas como partículas. Esse modelo se fundamenta na ideia de que as leis que regem o comportamento dos gases ideais podem ser obtidas por meio da aplicação das leis da mecânica clássica ao movimento dessas partículas.

Com base no que você viu até aqui, explique, usando a teoria cinética dos gases, os conceitos de temperatura e pressão.

LUIZ RUBIO

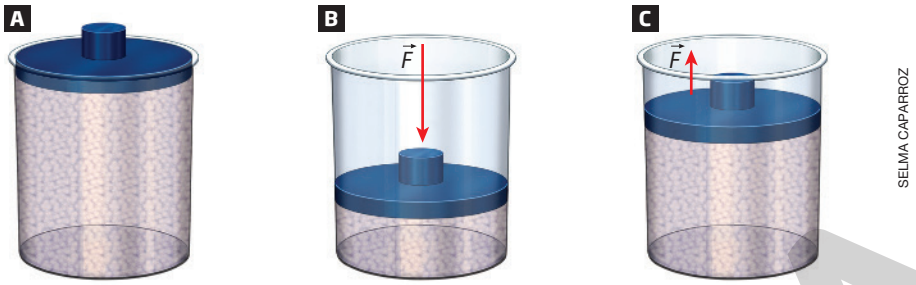


As partículas de um gás ideal apresentam movimentação perfeitamente livre, ocupando todo o espaço disponível e interagindo apenas durantes as colisões. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Um gás pode ser categorizado por meio de três grandezas, denominadas **variáveis de estado**: pressão (p), volume (V) e temperatura (T). Como essas grandezas se relacionam? Para responder, vamos pensar sobre o que ocorre com determinada massa de gás isolada do meio externo, contida em um cilindro acoplado a um êmbolo que se movimenta livremente.



SELMA CAPARROZ

Em (**A**), a pressão do gás é igual à pressão atmosférica. À medida que o êmbolo é empurrado para baixo (**B**), o volume ocupado pela massa de gás diminui e a pressão do gás aumenta. Contudo, quando o êmbolo é puxado para cima (**C**), o volume da massa gasosa aumenta e a pressão do gás diminui. Nessas etapas, a temperatura interna do sistema poderá sofrer alterações. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Quando determinada massa de gás sofre modificação em uma de suas três variáveis de estado (pressão, volume e temperatura), dizemos que o gás passa por uma **transformação gasosa**.

Neste capítulo, estudaremos três transformações gasosas, e, em cada uma delas, uma das variáveis de estado é mantida constante: **isotérmica** (temperatura constante), **isobárica** (pressão constante) e **isovolumétrica** (volume constante).

Isotérmica

No final do século XVII, o químico irlandês Robert Boyle (1627-1691) realizou uma série de experimentos utilizando um tubo em U fechado apenas em uma das extremidades. Ele preencheu esse dispositivo com mercúrio, a fim de aprisionar determinado volume de ar no ramo fechado.

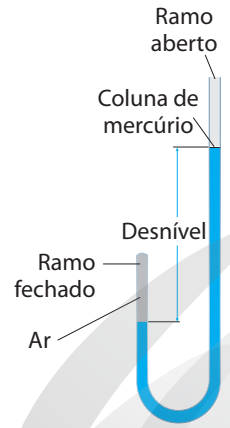
Pelo ramo aberto do tubo, Boyle alterava a quantidade de mercúrio no sistema, o que lhe permitiu observar variações no volume do ar retido no ramo fechado e medir os valores da pressão dessa mistura gasosa por meio do desnível entre as duas colunas de mercúrio.

Boyle observou que, durante seu experimento, o produto pressão *versus* volume ($p \cdot V$) se manteve aproximadamente constante. Isso indica que, nas transformações isotérmicas, pressão e volume são grandezas inversamente proporcionais. Por exemplo, se o volume V do gás for reduzido à metade, a pressão por ele exercida será duplicada. Se o volume do gás for reduzido a um terço, a pressão por ele exercida terá seu valor triplicado, e assim por diante.

A generalização dos resultados obtidos por Boyle permite concluir que, considerando dois estados, A e B, de uma amostra qualquer de gás ideal sofrendo uma transformação isotérmica, têm-se:

$$p_A \cdot V_A = p_B \cdot V_B$$

Essa relação é denominada de **lei de Boyle**.



LUIZ RUBIO

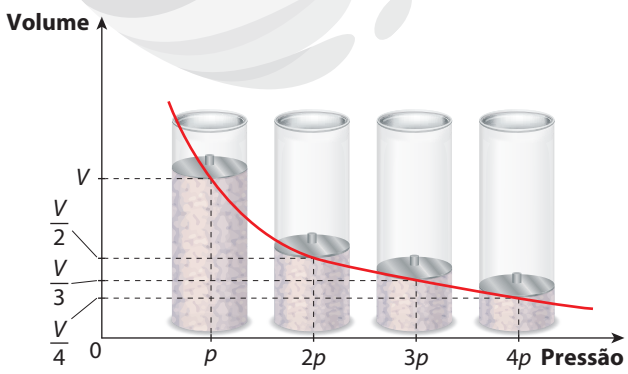
Esquema do dispositivo experimental usado por Boyle para estudar a dependência entre o volume e a pressão do ar em uma transformação à temperatura constante.

No caso em que, por exemplo, um volume de 200 cm^3 de gás sofra uma transformação isotérmica de maneira que tenha a pressão reduzida de 0,8 atm para 0,5 atm, seu volume passará a 320 cm^3, conforme mostram os cálculos:

$p_A \cdot V_A = p_B \cdot V_B$

$0{,}8 \text{ atm} \cdot 200 \text{ cm}^3 = 0{,}5 \text{ atm} \cdot V_B \Rightarrow$

$\Rightarrow V_B = \dfrac{0{,}8 \text{ atm} \cdot 200 \text{ cm}^3}{0{,}5 \text{ atm}} = 320 \text{ cm}^3$



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Se a temperatura é mantida constante, o aumento de pressão implica diminuição do volume na mesma proporção. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Isobárica

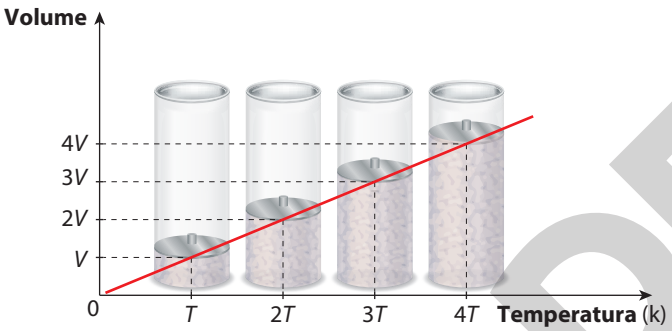
Os cientistas franceses Jacques Charles (1746-1823) e Joseph-Louis Gay-Lussac (1778-1850) foram os responsáveis pela lei que sintetiza a relação de dependência entre volume e temperatura nas transformações gasosas em que a pressão mantém-se constante.

Essa lei enuncia que, nas transformações isobáricas (sob pressão constante), o volume ocupado por um gás é diretamente proporcional à sua temperatura termodinâmica (em kelvin). Assim, se um volume V estiver em correspondência a uma temperatura T, um volume $2V$ terá por correspondência $2T$, a um volume $3V$ corresponderá temperatura $3T$, e assim por diante.

De modo geral, considerando dois estados, A e B, de uma amostra qualquer de gás ideal sofrendo uma transformação à pressão constante, é possível concluir que:

$$\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B}$$

Essa relação é conhecida como **lei de Gay-Lussac**.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

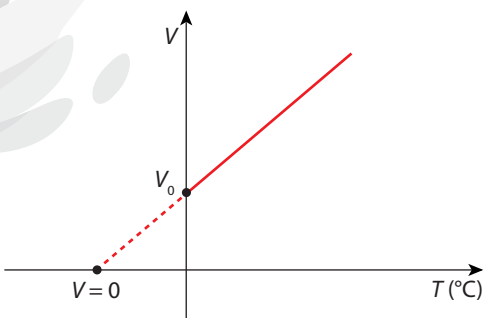
Gráfico $V \times T$ de uma transformação gasosa a pressão constante (isocórica). (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Caixa de ferramentas

Sob pressão constante, a variação do volume de determinada massa gasosa é linear em função da temperatura. Analisando o gráfico, podemos realizar a seguinte extrapolação: qual seria o valor da temperatura equivalente a um volume nulo da massa gasosa?

Prolongando a reta que representa a variação V *versus* T (°C) no gráfico, obtemos o valor $T = -273{,}15$ °C, que corresponde à temperatura considerada o zero absoluto na escala termodinâmica, em kelvin. Com isso, podemos interpretar que no zero absoluto não haveria nenhuma agitação molecular, pois o volume do gás seria nulo.

$$T_C \simeq T_K - 273 \quad \text{ou} \quad T_K \simeq T_C + 273$$



LUIZ RUBIO

Sob pressão constante, a variação do volume de determinada massa gasosa é linear em função da temperatura.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Isovolumétrica

Mantendo constante o volume de determinada massa gasosa e aumentando sua temperatura, é possível observar que a pressão do gás aumenta de modo diretamente proporcional à temperatura na escala termodinâmica. Isso significa que, nesse caso, se a pressão do gás dobrar, dobrará também sua temperatura; se a pressão triplicar, triplicará também sua temperatura; e assim por diante. Dessa forma, o gráfico pressão *versus* temperatura de uma transformação gasosa a volume constante será representado por uma semirreta.

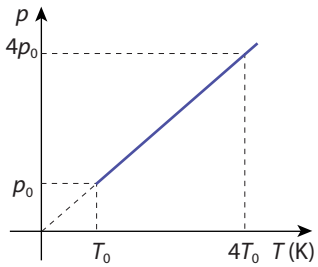


Gráfico da pressão × temperatura para uma transformação isocórica.

Transformações desse tipo são denominadas **isovolumétricas**, **isométricas** ou **isocóricas**.

Considerando dois estados, *A* e *B*, de uma amostra qualquer de gás ideal sofrendo uma transformação à pressão constante, é possível concluir que:

$$\frac{p_A}{T_A} = \frac{p_B}{T_B}$$

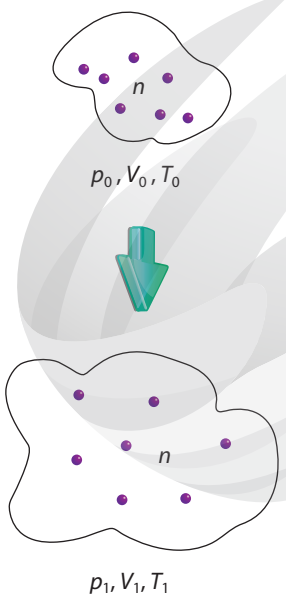
Essa relação entre pressão e temperatura em uma transformação a volume constante é conhecida por **lei de Charles**.

Quando, por exemplo, uma massa de gás sofre uma transformação isovolumétrica e sua temperatura altera-se de 27 °C para 57 °C, é certo que sua pressão inicial de 1,2 atm também se alterou, elevando-se para 1,32 atm, como mostram os cálculos:

$$\frac{p_A}{T_A} = \frac{p_B}{T_B}$$

$$\frac{1{,}2}{273 + 27} = \frac{p_B}{57 + 273} \Rightarrow \frac{1{,}2}{300} = \frac{p_B}{330} \Rightarrow p_B = 1{,}32 \text{ atm}$$

Lei geral dos gases perfeitos



Considere uma massa gasosa de determinado gás, à pressão p_0, ocupando volume V_0 e à temperatura T_0. Experimentalmente, verifica-se que a ocorrência de transformações gasosas nessa massa gasosa poderá conduzi-la a ocupar um volume V_1, deixando-a com pressão p_1 e temperatura T_1.

Nessa condição, mantendo-se as proporcionalidades observadas em cada uma das transformações gasosas analisadas anteriormente, podemos escrever:

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1}$$

Essa expressão relaciona dois estados distintos da mesma massa gasosa e é denominada **lei geral dos gases ideais** (ou **perfeitos**).

Considere, por exemplo, uma massa de gás contida em um reservatório de capacidade 20 litros, à temperatura de 27 °C e pressão de 2 atm. Caso essa massa de gás seja transferida para um reservatório de capacidade 30 litros e sua pressão seja reduzida para 1,5 atm, sua temperatura certamente se alterará, passando para 64,5 °C, como mostram os cálculos:

$$\frac{p_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1}$$

$$\frac{2 \cdot 20}{273 + 27} = \frac{1{,}5 \cdot 30}{T_1} \Rightarrow \frac{40}{300} = \frac{45}{T_1} \Rightarrow T_1 = 337{,}5 \text{ K}$$

$$T_C \simeq T_K - 273$$

$$T_1 \simeq 337{,}5 \text{ K} - 273 \text{ °C} = 64{,}5 \text{ °C}$$

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

ILUSTRAÇÕES: LUIZ RUBIO

Não escreva no livro.

Gás líquido? Como assim?

O gás que abastece fogões de boa parte das residências brasileiras é fornecido em botijões de 13 kg. Pense no gás em seu estado natural, e em sua densidade, bastante baixa. Qual deveria ser a dimensão do reservatório suficiente para conter todos esses 13 kg de gás? Seria muito, mas muito maior do que a de um botijão comum.

O recurso adotado para que o gás possa ser contido em reservatórios menores é a liquefação, isto é, torná-lo líquido. É isso que ocorre com o gás liquefeito do petróleo (GLP) contido nos botijões, e também nas bombas dos postos de combustíveis, o chamado gás natural veicular (GNV).

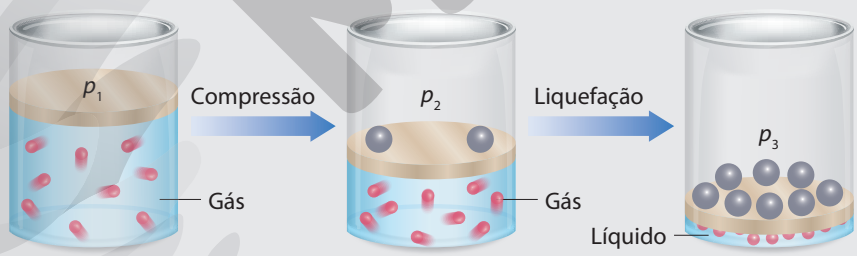
DIRCEU PORTUGAL/FOTOARENA

Botijões em uma distribuidora de gás.

JEOVANE VICENTE/FUTURA PRESS

Automóvel sendo abastecido com gás natural veicular. (Campinas, SP, 2019.)

Em certa temperatura, se aumentarmos a pressão de um gás, provocaremos a aproximação das partículas que o constituem. O aumento de pressão pode ser tal que o gás se **liquefaz** (ou se **condensa**).



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Representação esquemática da compressão de um gás até sua liquefação. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Outra maneira de liquefazer um gás é diminuir sua temperatura, pois, com isso, há uma redução da velocidade média das moléculas, o que possibilita que elas se atraiam e que a substância se liquefaça. Esse método é usado, por exemplo, para separar os componentes do ar: em uma primeira etapa, o ar é liquefeito para depois, por meio da destilação fracionada, ter seus componentes separados.

Com base no texto, pesquise as normas de segurança necessárias para instalação, compra e armazenamento dos botijões. Explique, usando conceitos físicos, o porquê da existência dessas normas.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Atividades

Não escreva no livro.

1 Em um dia muito quente, Júlio usou um desodorante líquido contido em uma embalagem plástica. Observou que o conteúdo estava quase terminando e, depois de fechar o tubo, guardou-o no armário. Após alguns dias, o rapaz procurou o desodorante e também uma blusa para se agasalhar, pois o dia estava muito frio. Ficou surpreso ao observar que a embalagem havia murchado. Com base em seus conhecimentos a respeito das transformações gasosas, escreva um pequeno texto explicando o que ocorreu com o tubo de desodorante.

2 A pressão que um líquido exerce sobre um corpo que nele esteja imerso varia em função da profundidade; quanto maior a profundidade, maior a pressão. Considere um balão de borracha cheio de um gás considerado ideal que é levado por um mergulhador a 10 m de profundidade no mar. Nessa profundidade, circula uma corrente de água quente com temperatura substancialmente maior que a da água que circula acima desse limite.

LUIZ RUBIO

(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Nessa condição, descreva e justifique a variação de volume observada no balão:

a) à medida que ele é conduzido da superfície até os 10 m de profundidade;

b) quando ele penetra na região da corrente marinha de temperatura mais alta.

3 Para fazer doce de leite, uma cozinheira coloca uma lata fechada de leite condensado dentro de uma panela de pressão com água e leva ao fogo. Depois de certo tempo, o fogo é desligado, a pressão da panela diminui e o doce está pronto. A cozinheira sabe que não deve abrir a lata enquanto o doce estiver quente e, por isso, coloca a lata sob a água corrente fria.

FOTOGRAFIAS: FERNANDO FAVORETTO/CRIAR IMAGEM

Quais são os conhecimentos físicos que justificam todo o procedimento da cozinheira na obtenção do doce, desde cozinhá-lo na panela de pressão até colocá-lo sob a água fria?

4 Entre as atividades físicas que pratica em uma academia de ginástica, uma moça faz exercícios sobre uma bola calibrada inicialmente com pressão de $2 \cdot 10^5$ N/m^2 e à temperatura ambiente de 27 °C.

HELDER ALMEIDA/SHUTTERSTOCK

Ao finalizar os exercícios, observa-se que a variação de volume da bola foi desprezível, mas que sua temperatura aumentou 3 °C.

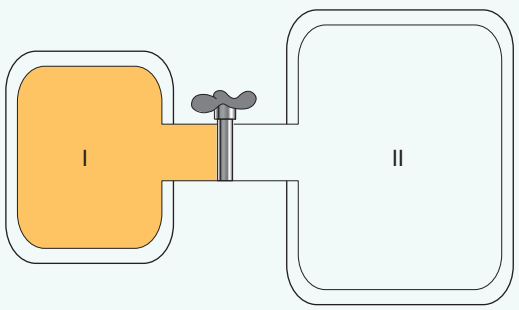
a) A pressão interna final da bola é maior, menor ou igual à sua pressão inicial?

b) Qual é o valor da pressão interna final da bola?

c) Esboce o gráfico $p \cdot T$, que representa a transformação ocorrida com a mistura gasosa do interior da bola.

5 Determinada massa gasosa está contida inicialmente em um recipiente I, rígido, de 10 L de capacidade, sob pressão de 1,5 atm. Um tubo de volume desprezível, rígido e com uma torneira, liga o recipiente I a outro, II, também rígido e de volume desconhecido.

Inicialmente vazio, o recipiente II fica totalmente preenchido pela massa gasosa após a abertura da torneira do tubo que une os recipientes.

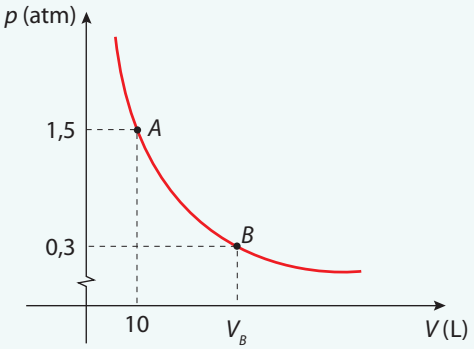


LUIZ RUBIO

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

O gráfico a seguir representa a pressão e o volume da massa gasosa do estado inicial *A* até o estado final *B*, quando o recipiente II fica plenamente preenchido.



LUIZ RUBIO

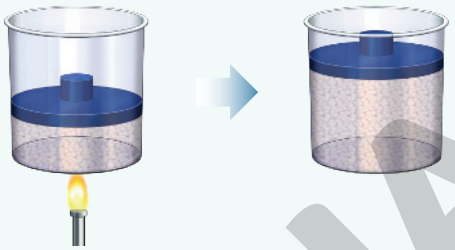
Dados fictícios.

a) Qual é o tipo de transformação gasosa expressa nesse gráfico?

b) Qual é o volume do recipiente II?

c) Qual seria o valor da pressão exercida pela massa gasosa nesse conjunto de recipientes se o volume disponível para a massa fosse diminuído à metade do volume total do conjunto?

6 Um equipamento formado por um cilindro reto contém determinada massa de gás a 27 °C. Perfeitamente encaixado ao cilindro, há um êmbolo de massa não desprezível que desliza livremente, sem atrito. Aumenta-se a temperatura do gás para 77 °C e observa-se uma elevação do êmbolo.



SELMA CAPARROZ

(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

a) Qual é o tipo da provável transformação gasosa ocorrida?

b) Qual é a porcentagem de aumento do volume de gás contido nesse equipamento?

Fique por dentro

Internet

Jovem explorador

<http://www.jovemexplorador.iag.usp.br/index.php?p=blog_Tornado%20X%20Furacao>

É apresentada a diferença entre furacões e tornados. Além disso, explica algumas características físicas desses objetos.

Hipertensão: causas, sintomas, diagnóstico e como baixar a pressão

<https://saude.abril.com.br/medicina/hipertensao-causas-sintomas-diagnostico-e-como-baixar-a-pressao/>

A reportagem aborda a questão da hipertensão: as causas, os sintomas, o diagnóstico e as maneiras de realizar o tratamento.

Danos do óleo no litoral do Nordeste vão durar décadas, dizem oceanógrafos

<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-50131560>

A reportagem aborda a questão da contaminação por manchas de óleo que ocorreu no nordeste brasileiro em 2019.

Acessos em: 19 jun. 2020.

Filme

Kursk – A última missão. Direção: Thomas Vinterberg. Bélgica, França, Luxemburgo, 2020. (118 min.)

Baseado em fatos, o filme narra a explosão e o naufrágio do submarino russo Kursk no ano de 2000. Os tripulantes precisam sobreviver às águas geladas do Mar de Barents enquanto esperam por um resgate que pode não chegar por causa do descaso das autoridades.

Lugares para visitar

Show de Física

São Paulo, SP

<http://portal.if.usp.br/showdefisica/>

Constitui-se de uma série de demonstrações abordando diversos assuntos interessantes sobre a Física. Supervisionados por um professor coordenador, monitores treinados fazem uma apresentação lúdica, divertida, dinâmica, envolvente e interativa, permitindo que os estudantes contextualizem, ampliem e estimulem o seu perfil científico.

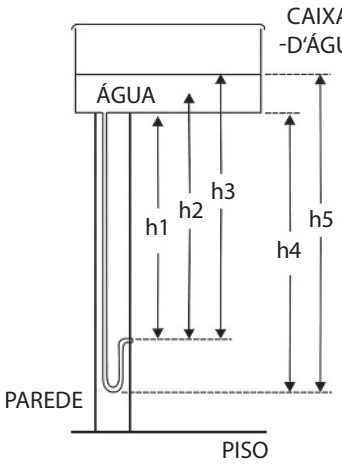
Acesso em: 4 set. 2020.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Não escreva no livro.

1 (Enem) O manual que acompanha uma ducha higiênica informa que a pressão mínima da água para o seu funcionamento apropriado é de 20 kPa. A figura mostra a instalação hidráulica com a caixa d'-água e o cano ao qual deve ser conectada a ducha.

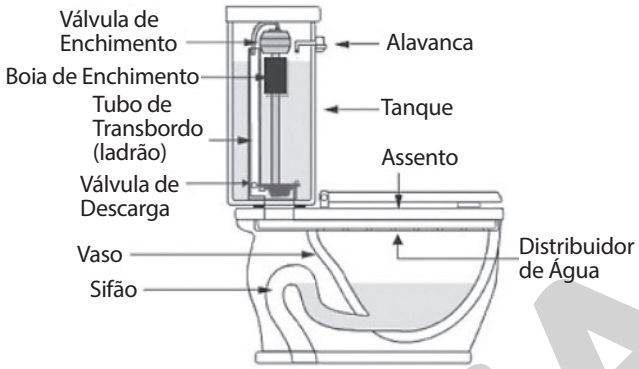


REPRODUÇÃO/ENEM 2012

O valor da pressão da água na ducha está associado à altura

a) h_1.
b) h_2.
c) h_3.
d) h_4.
e) h_5.

2 (Enem) Um tipo de vaso sanitário que vem substituindo as válvulas de descarga está esquematizado na figura. Ao acionar a alavanca, toda a água do tanque é escoada e aumenta o nível no vaso, até cobrir o sifão. De acordo com o Teorema de Stevin, quanto maior a profundidade, maior a pressão. Assim, a água desce levando os rejeitos até o sistema de esgoto. A válvula da caixa de descarga se fecha e ocorre o seu enchimento. Em relação às válvulas de descarga, esse tipo de sistema proporciona maior economia de água.



REPRODUÇÃO/ENEM 2011

A característica de funcionamento que garante essa economia é devida:

a) à altura do sifão de água.
b) ao volume do tanque de água.
c) à altura do nível de água no vaso.
d) ao diâmetro do distribuidor de água.
e) à eficiência da válvula de enchimento do tanque.

3 (Mack-SP) Se a pressão de um gás confinado é duplicada à temperatura constante, a grandeza do gás que duplicará será:

a) a massa
b) a massa específica
c) o volume
d) o peso
e) a energia cinética

4 (UFPR) Um cilindro com dilatação térmica desprezível possui volume de 25 litros. Nele estava contido um gás sob pressão de 4 atmosferas e temperatura de 227 °C. Uma válvula de controle do gás do cilindro foi aberta até que a pressão no cilindro fosse de 1 atm. Verificou-se que, nessa situação, a temperatura do gás e do cilindro era a ambiente e igual a 27 °C.
(Considere que a temperatura de 0 °C corresponde a 273 K.)
Assinale a alternativa que apresenta o volume de gás que escapou do cilindro, em litros.

a) 11,8. **b)** 35. **c)** 60. **d)** 85. **e)** 241.

Próximos passos

Neste capítulo, você estudou o conceito de pressão e sua relação com o ar, fluidos e também com os gases. Na sequência, você continuará a explorar esse conceito, saindo do nível macro e chegando ao microscópico, agora com o foco voltado para os modelos químicos. Com isso, poderá formar uma opinião concordante com a de muitos pesquisadores de que o conceito de pressão é um dos mais importantes das Ciências da Natureza.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

CAPÍTULO

3

Gases e cálculos químicos: importância para a vida

Veja respostas e comentários para as atividades deste capítulo no **Suplemento do Professor**.

BNCC:
EM13CNT101
EM13CNT104
EM13CNT105
EM13CNT207
EM13CNT301
EM13CNT302
EM13CNT306
EM13CNT309
EM13CNT310

Para começo de conversa

Em atividades de mergulho, sejam elas recreativas ou de pesquisa, são necessários conhecimentos básicos sobre gases e fisiologia humana porque, conforme a profundidade aumenta, eleva-se a pressão exercida no corpo do mergulhador, resultando em alterações físicas importantes, como a diminuição do volume interno dos pulmões.

Por que um mergulhador deve tomar muito cuidado ao subir de locais profundos para a superfície da água?

O estudo das reações envolvendo gases no século XIX foi importante para a sugestão da ideia de molécula. Por quê?

Por que se usa gás hélio em vez de ar em balões como os de monitoramento meteorológico e de segurança?

Neste capítulo, vamos estudar o estado gasoso, levando em conta as leis físicas estudadas anteriormente. Para ampliar essa compreensão, inclusive sobre aspectos envolvendo reações químicas com participação de substâncias no estado gasoso, serão necessárias noções sobre a unidade de quantidade de matéria, o mol, e cálculos tanto relativos a reações químicas quanto a soluções.

LEO FRANCINI/ALAMY/FOTOARENA

Pesquisador coletando informações sobre o ambiente aquático, em Abrolhos (BA), 2016. Dessa forma, é possível conhecer, por exemplo, a concentração de certos íons e de oxigênio gasoso dissolvidos na água do mar.

EDIÇÃO

Mol: uma unidade fundamental

Os cálculos químicos apresentam algumas particularidades, e uma delas é o uso de uma unidade de medida característica, o mol. Como você já estudou, uma unidade de medida é uma quantidade fixada, usada como referência para comparar grandezas da mesma espécie. Existem diferentes unidades de medida, como o metro, o quilograma e o segundo, unidades estabelecidas pelo Sistema Internacional de Unidades (SI). **Mol** é uma unidade de medida básica do SI, bastante utilizada em cálculos químicos.

Imagine que você tenha de contar o número de "grãos" existentes em uma porção de arroz, em uma de feijão e em uma de sal, como nas fotos abaixo. Qual porção seria mais fácil de contar?

Quantas unidades há na porção de arroz, na de feijão e na de sal? Seria possível contar os grãozinhos do sal?

ANTON STARIKOV/ SHUTTERSTOCK

DMITRIYKAZITSYN/ ISTOCKPHOTO/GETTY IMAGES

DMITRIY KAZITSYN/ SHUTTERSTOCK

Certamente, seria mais fácil contar os grãos de feijão, pois, quanto maior for a dimensão dos "grãos", mais simples será a contagem.

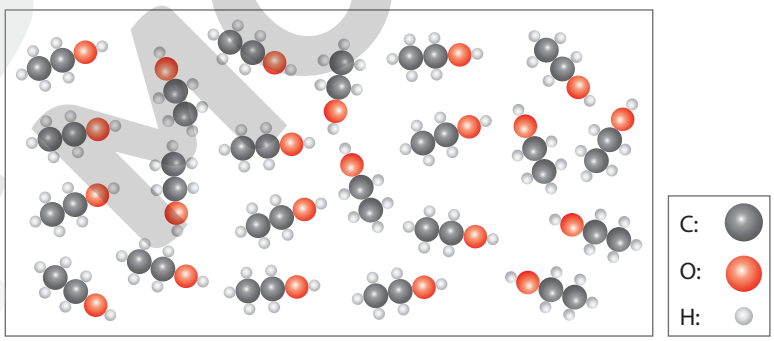
De acordo com o tipo de material, certas unidades de medida são mais usadas. Assim, compramos arroz e feijão por quilograma (kg), areia por metro cúbico (m^3) e frutas por dúzia.

Se formos contar quantos grãos de arroz há em um saco de 5 kg, teremos de fazê-lo por cálculo aproximado, estimado a partir da contagem de uma amostra menor, por exemplo, uma porção de 100 g.

Assim, se em 100 g de arroz houver 1.000 grãos, em 5 kg (5.000 g) teremos 50.000 grãos, ou $5 \cdot 10^4$ grãos.

Até agora, falamos em contar grãos, que, por menores que sejam, são perfeitamente visíveis. Pense: e se tivéssemos de "contar" o número de moléculas, átomos, íons, prótons, nêutrons ou elétrons presentes em determinada amostra de um material?

Seria necessário adotar uma unidade de medida compatível com a dimensão dessas partículas. Imagine que fosse possível contar o número de moléculas e de átomos de cada elemento químico contido em uma amostra de etanol, cujas moléculas podem ser representadas pela fórmula molecular C_2H_6O. Considere a amostra de etanol representada abaixo.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Representação de 22 moléculas de etanol (C_2H_6O). (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Como nessa amostra estão representadas 22 moléculas de etanol e cada uma delas contém 2 átomos de C, 6 átomos de H e 1 átomo de O, podemos calcular:

22 moléculas de etanol ⟶ 44 átomos de C + 132 átomos de H + 22 átomos de O = 198 átomos

Apesar de conter um número de átomos que pode nos parecer grande (quase 200), a massa dessa amostra é muito pequena: 0,000000000000000000000169 g, ou $1{,}69 \cdot 10^{-21}$ g. Trata-se, portanto, da representação de uma amostra bem menor do que uma gota de álcool, invisível mesmo se observada com o auxílio de instrumentos ópticos.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Agora, imagine o número de moléculas e de átomos em uma amostra de 800 g de etanol (aproximadamente o equivalente ao conteúdo de um frasco de 1 L dessa substância).

É por isso que um profissional que tenha de fazer cálculos envolvendo processos químicos – seja ele farmacêutico, engenheiro, médico, técnico agrícola, entre outros – baseia seu raciocínio em conjuntos contendo um número extremamente grande de unidades do mundo submicroscópico (por exemplo, átomos, moléculas, aglomerados iônicos, partículas subatômicas), em vez de raciocinar em termos dessas unidades. De forma análoga, é o mesmo recurso que se adota ao comprar feijão por quilograma e não por grãos, ou ao contar a idade das pessoas em anos e não em segundos. Isso explica a adoção da unidade mol, que torna mais práticos os cálculos de número de átomos ou moléculas em amostras cujas massas podem ser medidas com instrumentos comuns, como uma balança.

Mol é a unidade padronizada pela Ciência para fazer referência à quantidade de matéria. Em 1 mol há 602.000.000.000.000.000.000.000 de unidades, ou $6{,}02 \cdot 10^{23}$ unidades.

Veja os exemplos:

- 1 mol de moléculas de água equivale a $6{,}02 \cdot 10^{23}$ moléculas de H_2O;
- 1 mol de átomos de oxigênio equivale a $6{,}02 \cdot 10^{23}$ átomos de O;
- 1 mol de elétrons equivale a $6{,}02 \cdot 10^{23}$ elétrons.

O número **6,02 · 10²³** é chamado de **constante de Avogadro** e pode ser representado pela sigla N_A.

Para facilitar os cálculos, usaremos o valor aproximado da constante de Avogadro: $6{,}0 \cdot 10^{23}$.

Reflita sobre este outro exemplo:

1 mol de moléculas de dióxido de carbono → $6{,}0 \cdot 10^{23}$ moléculas de CO_2

Como 1 molécula de CO_2 tem 1 átomo de C e 2 átomos de O

$\times 1$: $6{,}0 \cdot 10^{23}$ átomos de C → **1** mol de átomos de C

$\times 2$: $2 \cdot 6{,}0 \cdot 10^{23}$ átomos de O → **2** mol de átomos de O

Podemos estender o raciocínio para uma substância genérica, de fórmula molecular A_xB_y:

1 molécula de A_xB_y → x átomos de A; y átomos de B

1 mol de moléculas de A_xB_y → x mol átomos de A; y mol átomos de B

DOTTA2/ARQUIVO

Um mol de várias substâncias. Essas amostras têm massas e volumes diferentes, mas cada uma delas contém $6{,}0 \cdot 10^{23}$ unidades constituintes.

Observação: quando nos referimos a certa distância em metros, podemos dizer, por exemplo, 5 metros ou 5 m. Nesse caso, o símbolo **m** não é acrescido do **s**, indicativo de plural. No caso do mol, o símbolo dessa unidade coincide com o seu nome, por isso podemos encontrar, por exemplo, 2 mols (unidade indicada por extenso) ou 2 mol (unidade indicada por seu símbolo). Podemos trabalhar com frações de mol (0,5 mol, 0,25 mol etc.), mas não com fração de molécula.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Massa molar de elementos químicos e de substâncias

Não nos aprofundaremos agora no conceito de massa atômica, no entanto é fácil compreender que a massa de um átomo é determinada pela quantidade de prótons e nêutrons. Os valores numéricos de massa atômica são de grande valia para os cálculos químicos, pois a massa molar (*M*) de um elemento químico corresponde à massa, em g, de 1 mol de átomos desse elemento. Numericamente, a massa molar coincide com a massa atômica.

Massa molar de alguns elementos químicos	
Elemento químico	**Massa molar (g/mol)**
Hidrogênio: H	1
Carbono: C	12
Oxigênio: O	16

Para saber a massa de 1 mol de uma substância, temos de nos basear nos valores de massa atômica (informação que pode ser consultada na Tabela Periódica) dos elementos químicos que a constituem e em sua fórmula molecular. Por exemplo, a massa molar da substância hidrogênio (H_2) é igual a $2 \cdot 1$ g/mol, ou seja, 2 g/mol; a massa molar do ozônio (O_3) é igual a $3 \cdot 16$ g/mol, ou seja, 48 g/mol.

Vamos calcular a massa molar de outra substância:

C_2H_6O (etanol)
1 mol de moléculas

- **2** mol de átomos de C → (**2** · **12**) g = 24 g/mol
- **6** mol de átomos de H → (**6** · **1**) g = 6 g/mol
- **1** mol de átomos de O → (**1** · **16**) g = 16 g/mol

→ $M_{C_2H_6O}$ = (24 + 6 + 16) g/mol = 46 g/mol

Atividades

Não escreva no livro.

1 Alexandre disse a Fábio: "Depois da aula de Química de hoje cheguei à conclusão de que, em uma colher de sopa, podemos colocar cerca de 0,8 mol de água". Fábio respondeu: "Você não entendeu o conceito de mol! Como é possível haver uma fração de mol?". Explique a confusão de Fábio.

2 Um professor de Química, ao corrigir a resposta de um estudante, apontou como erro a frase: "Em 9 g de água há meia molécula de H_2O". Apesar de não saber ainda qual é a massa de uma molécula de água, você pode apontar o erro da afirmação? Explique.

3 Copie a tabela seguinte em seu caderno e complete-a. Preste atenção aos dados. Massas molares (g/mol): S = 32; O = 16; H = 1; P = 31.

	I	II	III			IV			V
	Quantidade de matéria da substância na amostra (mol)	Número de moléculas da substância na amostra	Número de átomos de cada elemento químico na amostra			Quantidade de matéria de cada elemento químico na amostra (mol)			Massa total da amostra (g)
A	1 mol de SO_3		S:	O:		S:	O:		
B	0,5 mol de SO_3		S:	O:		S:	O:		
C	1 mol de H_3PO_4		H:	P:	O:	H:	P:	O:	
D	0,25 mol de H_3PO_4		H:	P:	O:	H:	P:	O:	

Usando qualquer uma das informações com que preencheu a linha A, você poderá montar proporções para preencher vazios da linha B na tabela que copiou em seu caderno. Isso porque, na linha A, todos os dados se referem a 1 mol de SO_3 e, na linha B, referem-se a outra amostra da mesma substância SO_3. A mesma relação acontece entre as linhas C e D.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

O mol e os cálculos envolvidos nas reações químicas

Agora, vamos recordar o que estudamos sobre as leis de Lavoisier e de Proust, as equações químicas e o significado dos coeficientes de acerto, aplicando esses conceitos à determinação das quantidades das substâncias envolvidas em uma transformação.

Infelizmente, no Brasil, são comuns os acidentes com caminhões que transportam produtos perigosos, o que é bastante sério. Vejamos a seguir uma manchete que relata um desses acidentes.

Caminhão carregado com ácido fluorídrico tomba em Garça

Um caminhão carregado com 21 toneladas de ácido fluorídrico, um produto químico altamente tóxico, tombou [...]

Globo.com, 28 set. 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/noticia/2015/09/caminhao-carregado-com-acido-fluoridrico-tomba-em-garca.html>. Acesso em: 1º maio 2020.

Se, para neutralizar os efeitos do ácido fluorídrico (HF), for usada cal, isto é, óxido de cálcio (CaO), pergunta-se: qual é a massa de CaO necessária? Qual é a massa de fluoreto de cálcio formado? Para facilitar, vamos considerar que só haja HF no interior do caminhão.

Como a informação dada (21 toneladas de ácido) e as respostas pedidas referem-se a medidas de massa, vamos começar calculando as massas molares de reagentes e produtos da equação.

$$\underset{\text{óxido de cálcio}}{CaO(s)} + \underset{\text{ácido fluorídrico}}{2\ HF(aq)} \longrightarrow \underset{\text{fluoreto de cálcio}}{CaF_2(s)} + \underset{\text{água}}{H_2O(l)}$$

$M_{CaO} = (40 + 16)$ g/mol $\quad M_{HF} = (1 + 19)$ g/mol $\quad M_{CaF_2} = 40 + (19 \cdot 2)$ g/mol $\quad M_{H_2O} = (1 \cdot 2) + 16$ g/mol

$M_{CaO} = 56$ g/mol $\quad M_{HF} = 20$ g/mol $\quad M_{CaF_2} = 78$ g/mol $\quad M_{H_2O} = 18$ g/mol

Vamos também converter a unidade tonelada em grama:

$$21\ t = 21.000\ kg = 21.000.000\ g = 2{,}1 \cdot 10^7\ g$$

Mas lembre-se: a partir do balanceamento da equação química podemos deduzir a proporção dos reagentes e produtos em moléculas e conjuntos iônicos, o que também indica proporção em mol das substâncias, conforme o exemplo abaixo.

Observando a resolução da situação que foi usada acima, podemos notar que todos os cálculos são coerentes com as leis de Lavoisier e de Proust.

$CaO(s)$	+	$2\ HF(aq)$	$\longrightarrow$	$CaF_2(s)$	+	$H_2O(l)$
1 mol de CaO	reage com	**2** mol de HF	originando	**1** mol de CaF_2	e	**1** mol de H_2O
$\times$ 56 g/mol ↓		$\times$ 20 g/mol ↓		$\times$ 78 g/mol ↓		$\times$ 18 g/mol ↓
56 g		40 g		78 g		18 g
x		$2{,}1 \cdot 10^7$ g		y		

$$\frac{56\ g}{x} = \frac{40\ g}{2{,}1 \cdot 10^7\ g} \qquad \frac{40\ g}{2{,}1 \cdot 10^7\ g} = \frac{78\ g}{y}$$

$$x = 2{,}94 \cdot 10^7\ g \qquad y = 4{,}09 \cdot 10^7\ g$$

Os cálculos envolvendo as quantidades das substâncias participantes de uma reação química são chamados de **cálculos estequiométricos**.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Reagentes em solução

Como estudamos anteriormente, muitas reações ocorrem em meio aquoso; por isso, vamos começar a analisar cálculos que envolvem reagentes dissolvidos em água (solução). Antes, é importante entender o conceito de concentração de uma solução.

Concentração de uma solução

É possível que você tenha ouvido falar que determinado suco estava muito "aguado" ou que uma bebida estava muito doce. Em ambas as situações, está implícito o conceito de concentração de uma solução. Como você faria para diferenciar um suco aguado de um suco concentrado sem utilizar o paladar?

Para isso, procure explicar com suas palavras o que é a concentração de uma solução.

Se considerarmos uma jarra contendo 1 litro de suco (solução), feito com 120 g de pó para o preparo (soluto) e água (solvente), e colocarmos 200 mL desse suco em um copo, teremos a mesma concentração tanto na jarra quanto no copo, embora o copo contenha menor quantidade de suco, isto é, menor quantidade de soluto e de solvente. Em outras palavras, em um copo com 200 mL teremos menos soluto, porém a relação massa de soluto por litro de solução é a mesma.

120 g soluto —— 1 L solução

x —— 0,2 L ou 200 mL solução

x = 24 g de soluto em 0,2 L de solução

No volume total de 1 L ou no volume de um copo (200 mL), a concentração é a mesma, 120 g/L. Veja:

120 g soluto —— 1 L solução

24 g soluto —— 0,2 L solução

$$\frac{120\text{ g}}{1\text{ L}} = \frac{24\text{ g}}{0{,}2\text{ L}} = 120\text{ g/L}$$

Observe que concentração de soluto independe do volume da solução. Podemos perceber isso visualmente, pois a intensidade da cor do suco no copo e na jarra é a mesma.

Considere que 120 g do pó para fazer suco são dissolvidos em água suficiente para se obter 1 L de solução. Supondo que esse pó seja constituído por apenas um soluto, podemos dizer que a concentração dessa solução é de 120 g/L. No copo, a concentração do suco é exatamente a mesma do que está na jarra.

Concentração em quantidade de matéria por litro (mol/L)

Suponha que se prepare uma solução de ácido sulfúrico concentrado, H_2SO_4(conc.), em que 196 g do ácido sejam usados para obter 2 L de solução. Agora, analise a proporção:

2 L solução —— 196 g H_2SO_4

1 L solução —— x

x = 98 g de H_2SO_4 em 1 L de solução

Podemos dizer que a concentração dessa solução é 98 g/L. Como exprimir essa concentração em mol/L?

1 mol H_2SO_4 —— 98 g H_2SO_4

y —— 196 g H_2SO_4

y = 2 mol de H_2SO_4

2 L solução —— 2 mol H_2SO_4

1 L solução —— z

z = 1 mol H_2SO_4

Assim:

C = 98 g de H_2SO_4/L de solução

c = 1 mol de H_2SO_4/L de solução

Em que:

C: concentração em g/L

c: concentração em mol/L

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Atividades

Não escreva no livro.

1 Observe a tabela a seguir, que apresenta algumas informações do relatório de emissões veiculares no estado de São Paulo, relativas à emissão de monóxido de carbono (CO) por tipo de veículo e faça o que se pede.

Emissões de CO por tipo de veículo no estado de São Paulo (2018)			
Tipo de veículo	**Combustível**		**Emissão de CO (t ao ano)**
automóveis	gasolina		88.064
	etanol		18.093
	flex	gasolina	23.794
		etanol	48.350
motocicletas	gasolina		74.981
ônibus urbanos	*diesel*		3.507
Total			256.791

Notas: O etanol a que a tabela se refere é o etanol hidratado e a gasolina, a que contém cerca de 22% (em volume) de etanol.

Fonte: CETESB (São Paulo). Emissões veiculares no estado de São Paulo, 2018. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/veicular/wp-content/uploads/sites/6/2020/02/Relat%C3%B3rio-Emiss%C3%B5es-Veiculares-no-Estado-de-S%C3%A3o-Paulo-2018.pdf>. Acesso em: 11 maio 2020.

a) Calcule a quantidade estimada, em mol, de CO emitido por automóveis em 2018.

b) Considere a quantidade de CO calculada na questão anterior. Suponha que esse gás reaja com o O_2 do ar, originando CO_2, processo facilitado por ação de um dispositivo veicular. Equacione a reação química descrita.

c) Qual é a importância dessa reação para a qualidade do ar?

d) Qual é a quantidade de O_2, em mol, necessária para que tal transformação ocorra?

2 De cada 5 moléculas do ar, aproximadamente 1 é de oxigênio. Baseando-se nessa informação e em sua resposta ao item **b** da questão anterior, calcule a quantidade (em mol) de moléculas do ar envolvida na transformação do CO em CO_2.

3 A exposição a CO pode causar diversos prejuízos à saúde individual e coletiva, comprometendo a economia e a sociedade. Em grupos, pesquisem informações sobre processos alternativos que contribuam para a redução da emissão desse poluente e para a melhoria da saúde pública. Compartilhem suas pesquisas na forma de um telejornal, apresentando informações que permitam comprovar a eficácia dos processos. Lembrem-se de enriquecer a apresentação com imagens, gráficos e tabelas que facilitem a interpretação das informações pelo telespectador.

Lei volumétrica de Gay-Lussac

O final do século XVIII e o início do século XIX foram importantes para o estabelecimento das bases que estruturaram a Química como ciência. São desse período as leis relativas às massas dos participantes de uma reação química (leis ponderais) e a teoria atômica de Dalton, pesquisador que elaborou a primeira tabela de massas atômicas relativas dos elementos químicos.

Nessa mesma época, Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850) fez experimentos com os volumes dos gases envolvidos em uma reação química sob as mesmas condições de pressão e temperatura. Com base nesse trabalho, foi possível avaliar as massas atômicas, nas quais nos baseamos para obter as massas molares.

Vamos analisar os dados de um desses experimentos, a síntese do gás amônia:

Relação entre os volumes de hidrogênio, nitrogênio e amônia nas mesmas condições de temperatura e pressão			
	gás hidrogênio +	**gás nitrogênio** →	**gás amônia**
(1)	3 L	1 L	2 L
(2)	0,3 L	0,1 L	0,2 L
(3)	900 mL	300 mL	600 mL

Nota: os dados são arbitrários, embora as proporções tenham sido mantidas.

Note que há uma proporção entre os volumes dos gases reagentes e o volume do produto gasoso, medidos à mesma pressão e temperatura:

3 V : 1 V : 2 V (p, T constantes)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Com base nas constatações experimentais, Gay-Lussac concluiu:

> "Nas mesmas condições de temperatura e pressão, os volumes dos gases participantes de uma reação química mantêm relações que podem ser expressas por números inteiros e pequenos."

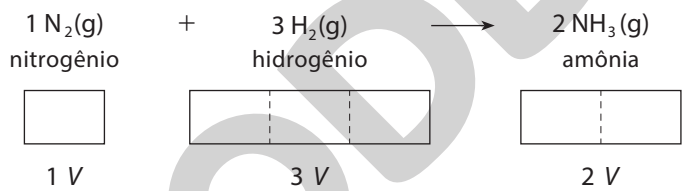
Em uma reação química entre gases pode ou não haver conservação de volume. Na síntese do amoníaco, por exemplo, para cada 4 volumes de reagentes – 3 volumes de gás nitrogênio (N_2) e 1 volume de gás hidrogênio (H_2) –, obtêm-se 2 volumes de produto (gás amônia, NH_3). Nesse caso, diz-se que a reação ocorre com contração de volume.

Princípio de Avogadro

A teoria atômica de Dalton não permitia que fossem explicados os resultados experimentais obtidos por Gay-Lussac. Em 1811, Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro, conhecido por Amedeo Avogadro (1776-1856), enunciou uma hipótese que conseguia justificar tais resultados, valendo-se da ideia de que as **unidades constituintes dos gases consistiam no que hoje chamamos de moléculas, as quais podem ser formadas por mais de um átomo**.

Vamos equacionar a reação de **síntese da amônia**, lembrando que no início do século XIX ainda não se conhecia a composição das substâncias e, consequentemente, suas fórmulas. Ou seja, naquela época seria impossível equacionar uma reação química da forma como fazemos hoje.

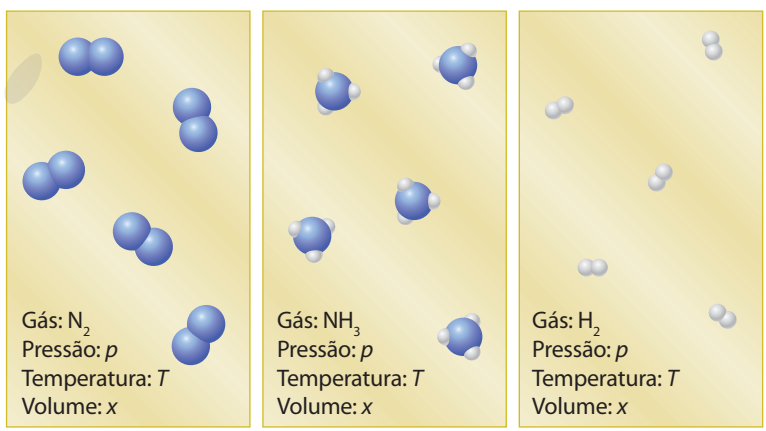
A proporção entre os volumes gasosos tem relação com a equação. Estudando a hipótese então proposta por Avogadro, você poderá entender o porquê dessa relação.



Lembre-se: em uma reação química, o volume total dos gases pode não se conservar, mas a massa sempre se conserva (lei de Lavoisier). No exemplo proposto, o volume dos reagentes (1 *V* + 3 *V*) é o dobro do volume dos produtos (2 *V*); no entanto, o número total de átomos de nitrogênio e de hidrogênio se conserva após a reação e, portanto, a massa também.

O **princípio de Avogadro** explica os experimentos de Gay-Lussac:

> "Volumes iguais de quaisquer gases, submetidos a iguais condições de temperatura e pressão, contêm o mesmo número de moléculas."



ADILSON SECCO

(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

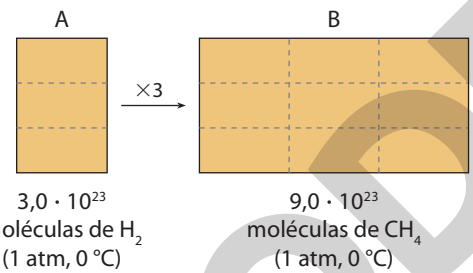
As ilustrações anteriores têm o objetivo de mostrar que volumes iguais de três amostras de diferentes gases submetidos à mesma pressão e temperatura possuem o mesmo número de moléculas. É importante destacar, no entanto, que **qualquer amostra, por menor que seja, contém um número muito maior de moléculas do que as cinco representadas para cada gás. Além disso, as moléculas de um gás movimentam-se constantemente e estão muitíssimo afastadas umas das outras**. Para representar o distanciamento entre as moléculas mantendo a escala usada para indicar seus diâmetros, teríamos de usar dimensões bem maiores do que as das páginas deste livro.

Para que isso fique mais claro, vamos fazer uma analogia: imagine dois automóveis, um em Brasília e outro no Rio de Janeiro. O de Brasília é um carro de luxo, bem maior que o carro pequeno que está no Rio de Janeiro. A diferença de comprimento entre os dois automóveis (cerca de 1,5 m) é desprezível se comparada à distância entre as duas cidades (mais de 1.000 km), que é aproximadamente 700 mil vezes maior. De maneira análoga, as diferenças entre as dimensões das moléculas dos dois gases são insignificantes quando comparadas à distância entre as moléculas.

Consequências do princípio de Avogadro

Considerando que gases que ocupam o mesmo volume, à mesma pressão e temperatura, têm o mesmo número de moléculas e pensando em termos de proporcionalidade, podemos concluir que:

- A proporção entre os números de moléculas que há em dois recipientes contendo gases à mesma pressão e temperatura é igual à proporção existente entre os volumes dos gases. Considere o exemplo:

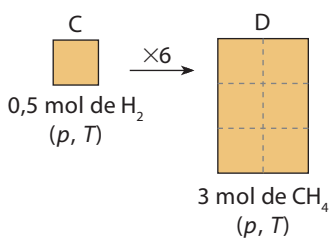


Como $n_B = 3\ n_A$, temos:

Se $V_A = 10\ L \xrightarrow{\times 3} V_B = 30\ L$

Ou seja: $\frac{3{,}0 \cdot 10^{23}}{9{,}0 \cdot 10^{23}} = \frac{10\ L}{30\ L} \Rightarrow \frac{n_A}{n_B} = \frac{V_A}{V_B}$

- A proporção entre as quantidades de matéria é igual à proporção entre os volumes de gases medidos à mesma pressão e temperatura. Isso é decorrência do item anterior, uma vez que 1 mol corresponde a $6{,}0 \cdot 10^{23}$ unidades. Considere o exemplo:



Se $V_C = 1{,}5\ L \xrightarrow{\times 6} V_D = 9{,}0\ L$

Ou seja: $\frac{0{,}5}{3} = \frac{1{,}5\ L}{9{,}0\ L} \Rightarrow \frac{n_C}{n_D} = \frac{V_C}{V_D}$

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

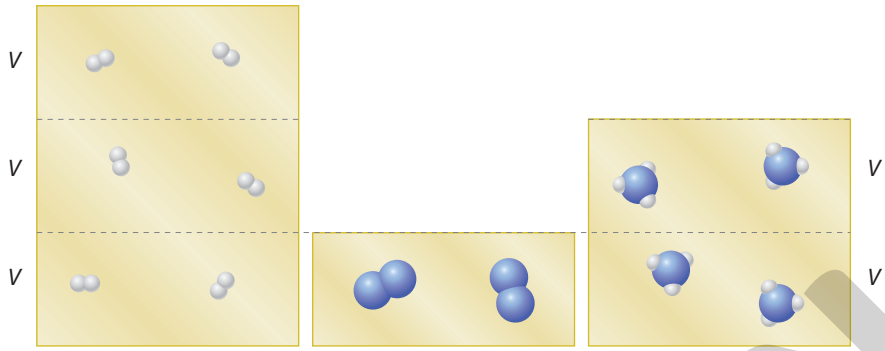
MODERNA

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

- Em uma reação química envolvendo gases, os **coeficientes de acerto** da equação que a representa indicam a **proporção entre os volumes** das substâncias participantes da reação, em idênticas condições de temperatura e pressão. Isso decorre do próprio significado dos coeficientes de acerto e do princípio de Avogadro:

$$3\ H_2\ (g) + 1\ N_2\ (g) \longrightarrow 2\ NH_3\ (g)$$

hidrogênio — nitrogênio — amônia



ERICSON GUILHERME LUCIANO

(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

3*x* moléculas
Volume: 3 *V* (*p*, *T*)

x moléculas
Volume: *V* (*p*, *T*)

2*x* moléculas
Volume: 2 *V* (*p*, *T*)

O exemplo evidencia que a proporção em moléculas expressa pelos coeficientes de acerto – 3 moléculas de H_2 para 1 molécula de N_2 para 2 moléculas de NH_3 – vale também para a proporção dos volumes dos gases em idênticas condições de pressão e temperatura.

Volume molar de um gás

Como estudamos, de acordo com o princípio de Avogadro, quantidades iguais de gases, independentemente de sua natureza, ocupam o mesmo volume quando estão em condições idênticas de temperatura e pressão.

O volume ocupado por 1 mol de um gás qualquer é chamado de **volume molar (V_m)**.

Por isso, a *T* e *p* constantes, temos:

$$V_m(H_2) = V_m(CH_4) = V_m(C_2H_6) = V_m(N_2) = V_m(O_2) = ...$$

Volume molar nas CNTP e nas CPTP

Há muito tempo foram adotados como referência os valores de temperatura e pressão correspondentes a: $T = 273$ K (ou $T = 0$ °C) e $p = 1$ atm, 760 mmHg ou 101.325 Pa. Essas condições foram chamadas de condições normais de temperatura e pressão (**CNTP** ou **TPN**).

Assim:

$$\left.\begin{array}{l} T = 273\ \text{K} \\ p = 101.325\ \text{Pa} \end{array}\right\} \quad V_m = 22{,}4\ \text{L/mol}$$

A adoção do pascal como unidade de pressão pelo SI levou a considerar-se 100.000 Pa ou 1 bar como pressão padrão. As condições padrão de temperatura e pressão (**CPTP**) são:

$$\left.\begin{array}{l} T = 273\ \text{K} \\ p = 100.000\ \text{Pa} \end{array}\right\} \quad V_m = 22{,}7\ \text{L/mol}$$

O SI admite que a pressão atmosférica seja aproximada para 100.000 Pa. Fazendo-se essa aproximação, chega-se a um volume molar de 22,7 L/mol.

Vale ressaltar que, para evitar confusões, as condições adotadas para o valor do volume molar costumam ser mencionadas quando necessárias à resolução de questões.

MODERNA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Atividades

Não escreva no livro.

- Para resolvê-las, considere as massas atômicas: H = 1; C = 12; O = 16.

1 O monóxido de carbono, gás extremamente tóxico, quando é queimado, dá origem a um gás que é produto natural de nossa respiração, o dióxido de carbono. Quanto a essa reação do CO(g) com o O_2(g), presente no ar, pergunta-se:

a) Nela há conservação de número de átomos?

b) E de moléculas?

c) E de volume? Considere os três gases à mesma pressão e temperatura.

d) Qual o volume de O_2 necessário para queimar 10 L de CO à mesma temperatura e pressão?

2 Considere a síntese do gás N_2O_5 a partir de N_2(g) e O_2(g). Equacione a reação. Qual o volume de O_2 gasto para reagir com 20 L de N_2, estando todos os gases na mesma pressão e temperatura?

3 Dois recipientes têm volumes idênticos. Um contém 3 g de gás hidrogênio, H_2, e o outro contém gás ozônio, O_3. As duas substâncias estão em condições de temperatura e pressão idênticas.

a) O que se pode concluir sobre a quantidade de matéria em cada um dos recipientes?

b) É possível tirar conclusão semelhante à da questão anterior para a quantidade de moléculas? E de átomos? Explique seu raciocínio.

c) Qual a massa de ozônio no segundo recipiente?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Lei dos gases ideais

As leis dos gases ideais estudadas no capítulo anterior são válidas para uma amostra gasosa que passa por mudança de uma de suas variáveis de estado (*p*, *V* e *T*).

A expressão que vamos estudar agora reúne essas leis e outros estudos, como os de Avogadro, e foi generalizada pelo francês Benoît Paul Émile Clapeyron (1799-1864). Por isso, é comumente conhecida como equação de Clapeyron:

$$pV = nRT$$

Em que:

R – constante universal dos gases

n – quantidade de matéria (mol)

Equação de estado e transformações gasosas

Vamos nos valer de um exemplo numérico para que você entenda essa relação. Dois recipientes contendo gases estão à mesma temperatura. O primeiro contém 56 g de CO (gás 1) a $1 \cdot 10^5$ Pa. O segundo, cujo volume é o dobro do primeiro, contém CH_4 (gás 2) a $0{,}5 \cdot 10^5$ Pa. Qual é a massa de metano no último?

Como R é constante, podemos escrever:

$$R = \frac{p_1 \cdot V_1}{n_1 \cdot T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{n_2 \cdot T_2} \Rightarrow \frac{1 \cdot 10^5 \cancel{V}}{n_1 \cdot \cancel{T}} = \frac{0{,}5 \cdot 10^5 \cdot 2\cancel{V}}{n_2 \cdot \cancel{T}}$$

Ou seja: $n_1 = n_2$

Lembrando que há 56 g de CO no recipiente menor, então:

1 mol de CO ——— 28 g

n_1 ——— 56 g

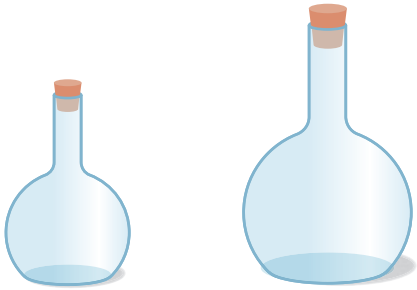
$n_1 = 2$ mol

Como $n_1 = n_2$, em ambos os recipientes há 2 mol de gás.

1 mol de CH_4 ——— 16 g

2 mol de CH_4 ——— *m*

$m = 32$ g



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

CO
$p_1 = 1 \cdot 10^5$ Pa
$V_1 = V$
$T_1 = T$

CH_4
$p_2 = 0{,}5 \cdot 10^5$ Pa
$V_2 = 2\,V$
$T_2 = T$

ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

Portanto, no segundo recipiente, haverá 32 g de CH_4.

Repare que na equação que acabamos de estudar está implícito tudo o que foi abordado no capítulo anterior. Por exemplo:

Seja um gás X que sofre uma transformação, como indicado a seguir:

Estado inicial gás X		Estado final gás X
p_1, V_1, T_1		p_2, V_2, T_2
$p_1V_1 = n_1RT_1$	⟶	$p_2V_2 = n_2RT_2$
$\frac{p_1V_1}{T_1} = n_1R$		$\frac{p_2V_2}{T_2} = n_2R$

Nessa transformação, a amostra gasosa se mantém $n_1 = n_2$, ou:

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$$

Ou seja, a relação $\frac{pV}{T}$ é uma constante que depende da quantidade de matéria da amostra gasosa.

Densidade

O conceito de densidade ou massa específica de uma substância é válido para uma substância em qualquer estado físico.

Como se calcula a densidade de um gás qualquer?

Sem conhecer a massa e o volume ocupado por uma amostra de um gás, é possível calcular sua densidade em dadas pressão e temperatura?

- Suponha que se queira calcular a densidade de um gás como o hidrogênio (H_2) a $1 \cdot 10^5$ Pa e 0 °C. Como o volume de 1 mol (V_m) vale 22,7 L, a 10^5 Pa e 0 °C, e a massa molar do H_2 é 2 g/mol, pode-se determinar a d_{H_2} nessas condições:

$$d_{H_2} = \frac{2\text{ g}}{22{,}7\text{ L}} = 0{,}088\text{ g/L } (10^5\text{ Pa, 0 °C})$$
$$d_{H_2} = 0{,}09\text{ g/L } (10^5\text{ Pa, 0 °C})$$

Ou a 1 atmosfera, isto é, 101.325 Pa e 0 °C, $V_m = 22{,}4$ L, o que genericamente significa:

$$d_{x\ (101.325\text{ Pa, 0 °C})} = \frac{m_x\text{ g}}{22{,}4\text{ L}}$$

- Para uma condição qualquer, de temperatura (T) e pressão (p), podemos usar a equação de estado para calcular a densidade de um gás:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T, \text{ em que } n = \frac{m}{M}$$

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \Rightarrow p \cdot M = \frac{m}{V} \cdot R \cdot T \Rightarrow p \cdot M = d \cdot R \cdot T$$

$$d = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$$

Repare que a densidade é diretamente proporcional à massa molar de um gás. Isso explica o fato de o hidrogênio (H_2), que possui a menor massa molar, ter sido o primeiro gás a ser usado em dirigíveis. Por ser combustível, entretanto, vários acidentes ocorreram, fazendo com que fosse substituído por hélio ($M_{He} = 4$ g/mol), um gás nobre, não reativo.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Como a densidade de um gás varia com a pressão e com a temperatura?

O que acontece com o volume de uma amostra gasosa, a temperatura constante, quando se aumenta sua pressão?

Nessas condições, seu volume diminui. Mas, se a densidade relaciona a massa de uma amostra com seu volume, na medida em que o volume diminui, a densidade aumenta. Ou seja, a densidade de um gás, a temperatura constante, é diretamente proporcional à sua pressão.

O que acontece, então, com a densidade de um gás, a pressão constante, quando se aumenta sua temperatura?

A temperatura termodinâmica (K) é diretamente proporcional ao volume de uma amostra gasosa, à pressão constante. Se a massa da amostra é constante e o volume aumenta, a relação massa/volume se torna menor. Ou seja, a densidade de um gás, a pressão constante, é inversamente proporcional à temperatura termodinâmica (K).

Densidade relativa dos gases

A **densidade relativa** é a razão entre as densidades de dois gases, em idênticas condições de pressão e temperatura. Seja $d_{A,B}$ a densidade de um gás A em relação à de um gás B: $d_{A,B} = \frac{d_A}{d_B}$. Sabe-se que $d_A = \frac{p \cdot M_A}{R \cdot T}$ e $d_B = \frac{p \cdot M_B}{R \cdot T}$.

Então: $\frac{d_A}{d_B} = \frac{M_A}{M_B}$

A relação entre as densidades de dois gases é igual à relação entre as suas massas molares.

Por exemplo: o gás SO_2 ($M = 64$ g/mol) tem densidade igual ao dobro da densidade do gás O_2 ($M = 32$ g/mol), nas mesmas condições de temperatura e pressão.

A densidade relativa é um número puro, isto é, sem unidades.

Atividades

Não escreva no livro.

- Para resolvê-las, considere as seguintes massas atômicas: H = 1; He = 4, C = 12; O = 16. Constante dos gases: R = 0,82 atm L K^{-1} mol^{-1}.

1 R é uma constante universal, por isso tem sempre o mesmo valor, independentemente do gás considerado. O valor numérico de R, porém, varia com as unidades adotadas. Assim:
R = 0,082 atm L mol^{-1} K^{-1} (p em atm)
R = 62,3 mmHg L mol^{-1} K^{-1} (p em mmHg)
Calcule o valor da constante nas unidades atualmente adotadas pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) (p em Pa, T em K e V em dm^3). Lembre-se de que, nas condições padronizadas (CPTP), temos: $p = 10^5$ Pa e $p = 273$ K, portanto o volume molar é $V_m = 22,7$ L.

2 Considere um gás à temperatura de 27 °C e pressão de 1 atm.
a) Qual é o valor do volume molar?
b) Qual é o volume de 0,25 mol de CO?

3 Uma residência é abastecida basicamente por gás butano (C_4H_{10}). Se o volume consumido por essa residência for de 50 m^3, à temperatura de 27 °C e sob pressão de 1 atmosfera, calcule a massa de butano que é consumida nessa casa.

4 Um extintor de incêndio contém 4,4 kg de dióxido de carbono. Se todo esse dióxido for liberado na atmosfera a 27 °C e 1 atm, qual será o volume desse composto no estado gasoso?

5 Os dirigíveis do início do século XX utilizavam gás hidrogênio. Como o hidrogênio é um gás combustível, foi substituído pelo gás hélio. Qual é a razão de terem sido esses, e não outros gases, os escolhidos para serem usados em balões e dirigíveis?

6 Qual é a densidade do H_2 à pressão de 0,5 atm e à temperatura de 27 °C?

7 O gás hélio, em determinada temperatura e pressão, tem densidade de 0,16 g/L. Outro gás, nas mesmas condições, tem densidade 1,28 g/L. Qual é a massa molar desse gás?

8 Como se explica a ascensão dos balões usados antigamente em festas juninas? Após algum tempo, eles caíam, o que fez com que fossem proibidos. Proponha uma explicação para essa proibição.

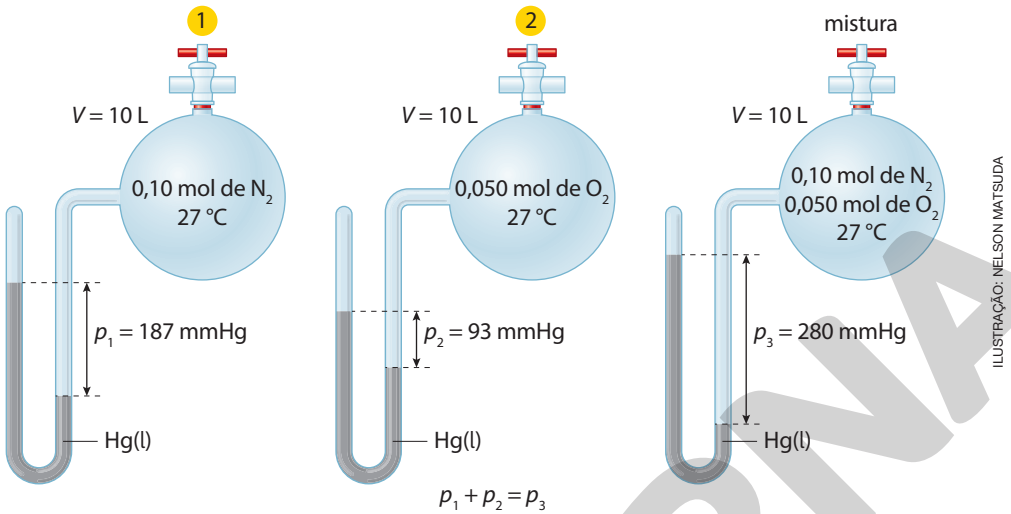
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Misturas gasosas

Pressão parcial de um gás

Imagine que os gases nitrogênio (N_2) e oxigênio (O_2) – balões **1** e **2**, respectivamente – sejam misturados nas condições indicadas na figura abaixo.



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

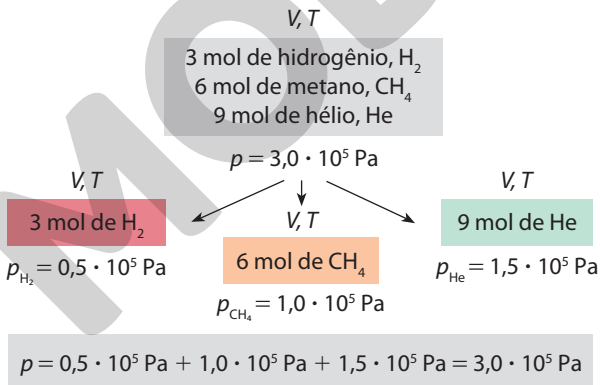
Fonte consultada: KOTZ, J. C. *et al. Chemistry & chemical reactivity*. 10. ed. Boston: Cengage Learning, 2018.

Repare que a pressão total dos gases na mistura é a soma das pressões que eles exercem quando estão sozinhos num balão de mesmo volume e mesma temperatura. Dalton constatou experimentalmente esse fato. A partir de suas observações, em 1801, ele formulou a lei de Dalton.

Pressão parcial (*p*) de um gás, em uma mistura gasosa, é a pressão que ele exerceria se ocupasse sozinho todo o volume da mistura, na mesma temperatura.

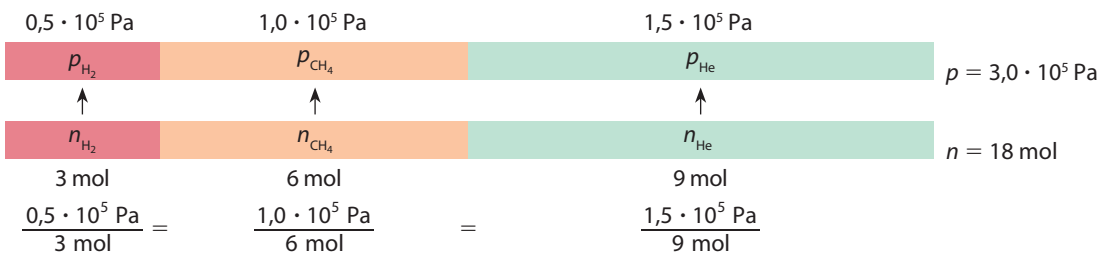
Vamos pensar em outra situação.

Imagine que três gases constituintes de uma mistura são separados e transferidos para balões com **volume *V*** igual ao da mistura e com **temperatura *T*** idêntica a ela.



Note que a pressão parcial do He é três vezes a do H_2, e a do CH_4 é duas vezes a do H_2. Tal fato decorre de o He ter o triplo da quantidade de matéria do H_2 e o metano, o dobro, consequência direta do princípio de Avogadro.

Podemos deduzir que a pressão (*p*) exercida pela mistura gasosa se deve à contribuição proporcional de cada um dos gases componentes, o que pode ser assim representado:



MODERNA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Desse modo, quando existe apenas H_2 no recipiente, a pressão é $0{,}5 \cdot 10^5$ Pa, o que corresponde à sua participação na pressão total da mistura. Ou seja, a pressão parcial do H_2 (p_{H_2}) vale $0{,}5 \cdot 10^5$ Pa. Em todo o raciocínio desenvolvido no exemplo, são válidas as duas expressões fundamentais para os cálculos que envolvem pressões parciais mencionadas a seguir, (**1**) e (**2**). Elas estão destacadas para que você as observe atentamente:

(1) $p = p_A + p_B + p_C + \ldots$ (expressão da lei de Dalton)

Em que p_A, p_B e p_C indicam a pressão parcial de cada gás em uma mistura.

Lei de Dalton: "Em uma mistura gasosa, a pressão total (p) é a soma das pressões parciais (p_A, p_B, p_C, ...) de seus componentes".

(2) $\frac{p_A}{p} = \frac{n_A}{n}$

Em que:

p – pressão total da mistura

p_A – pressão parcial do gás A

n_A – quantidade de matéria do gás A (mol)

n – quantidade total de matéria (mol)

A expressão (**2**) indica que, para uma mistura gasosa, tanto as pressões parciais como a pressão total são proporcionais às quantidades de matéria.

A **fração em quantidade de matéria do gás A**, $\mathbf{X_A}$, é a relação entre n_A e n:

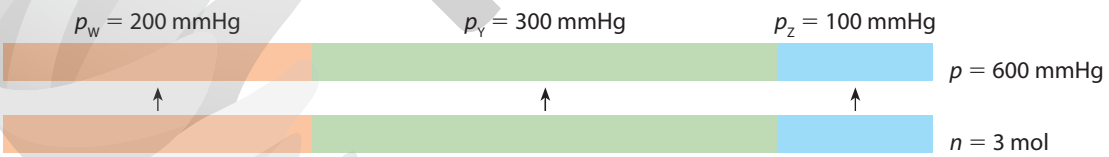
$$X_A = \frac{n_A}{n}$$

Portanto, a expressão (**2**) pode ser representada:

$$p_A = pX_A$$

Como estudamos, pressões (parcial e total) e quantidade de matéria são diretamente proporcionais.

Veja, na representação esquemática a seguir, um exemplo numérico de uma mistura de três gases quaisquer que procura esclarecer as relações que acabamos de analisar:



$\frac{n_W}{p_W} = \frac{n_Y}{p_Y}$ $\quad$ $\frac{n_Y}{p_Y} = \frac{n_Z}{p_Z}$ $\quad$ $\frac{n}{p} = \frac{n_W}{p_W}$

$\frac{n_W}{n_Y} = \frac{p_W}{p_Y}$ $\quad$ $\frac{n_Y}{n_Z} = \frac{p_Y}{p_Z}$ $\quad$ $\frac{n}{n_W} = \frac{p}{p_W}$

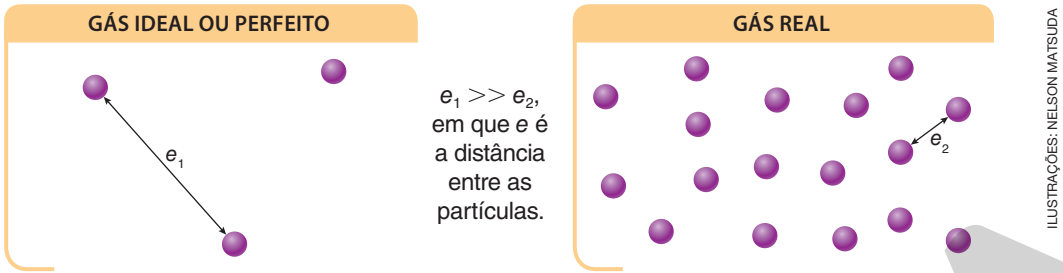
$\frac{1{,}0 \text{ mol}}{1{,}5 \text{ mol}} = \frac{200 \text{ mmHg}}{300 \text{ mmHg}}$ $\quad$ $\frac{1{,}5 \text{ mol}}{0{,}5 \text{ mol}} = \frac{300 \text{ mmHg}}{100 \text{ mmHg}}$ $\quad$ $\frac{3{,}0 \text{ mol}}{1{,}0 \text{ mol}} = \frac{600 \text{ mmHg}}{200 \text{ mmHg}}$

Todas as leis apresentadas são válidas para os gases ditos **perfeitos ou ideais**, ou seja, elas têm aplicação limitada a gases nos quais as moléculas estão bem distantes umas das outras, de forma que a atração entre elas seja desprezível.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Se o gás é submetido a pressões elevadas e a temperaturas baixas, suas moléculas têm suas distâncias médias reduzidas, isto é, ficam mais próximas, e, nesse caso, seu comportamento se afasta do previsto pelas leis dos gases perfeitos. Dizemos então que se trata de um gás real, e essas leis têm de ser corrigidas, o que foge aos objetivos do Ensino Médio. Quando a proximidade das moléculas fica muito grande (pressões altas e temperaturas baixas), pode ocorrer a liquefação dos gases.



ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

A dimensão das moléculas é desprezível quando comparada com a distância média (e_1) entre elas. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

A dimensão das moléculas não é desprezível quando comparada com a distância média (e_2) entre elas. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Cálculos em reações químicas das quais participam gases

Tudo o que abordamos neste capítulo pode ser aplicado em cálculos envolvendo reações químicas, das quais participam um ou mais componentes no estado gasoso, uma vez que podemos determinar a quantidade de matéria (mol) envolvida nas transformações.

Atividades

Não escreva no livro.

- São dadas as massas atômicas: H = 1; He = 4; C = 12; O = 16; Na = 23.

1 Em um balão, há uma mistura de CH_4 e He à pressão de 1 atm. Se a pressão de He é 4 vezes a do CH_4, calcule:

a) as pressões parciais dos dois gases na mistura;

b) a relação entre as massas de CH_4 e He.

2 O ozonizador é um aparelho utilizado para, por meio de descargas elétricas, transformar o oxigênio do ar em gás ozônio. Esse processo é usado em várias circunstâncias, como esterilização de água e de ambientes contaminados, evitando infecções por bactérias anaeróbias. Se 4,8 kg de gás oxigênio forem transformados em ozônio por esse processo, calcule a massa do gás ozônio formado e o volume de O_3 a temperatura e pressão normais.

3 O hidrogenocarbonato de sódio ($NaHCO_3$), mais conhecido como bicarbonato de sódio, tem diversos usos; entre eles, é constituinte do fermento químico, empregado no preparo de pães e bolos. Quando uma massa preparada com esse ingrediente é aquecida no forno, o composto se decompõe, formando $Na_2CO_3(s)$, $CO_2(g)$ e $H_2O(g)$. Considerando que um forno seja mantido à temperatura de 227 °C e tenha volume de 44,8 L, calcule a pressão parcial de cada um dos gases, supondo que eles sejam produzidos apenas na decomposição de 4,2 g desse sal.

Soluções de gás em líquido

Partindo do fato de que o ar atmosférico isento de poluentes é uma mistura de gases, sendo o nitrogênio e o oxigênio os gases predominantes, uma questão se coloca: será que, em iguais condições de temperatura e pressão, esses dois gases têm a mesma solubilidade em água? Não, pois diferentes gases têm diferentes solubilidades em um mesmo solvente.

O gás oxigênio tem solubilidade em água (g/kg H_2O) que é praticamente o dobro da do nitrogênio. Isso é importante para os seres aquáticos, pois garante a eles um teor de oxigênio mais elevado do que o de nitrogênio (gás predominante no ar). E se o ar contiver gases poluentes, qual deles poderá atingir mais facilmente nossos pulmões? Vale lembrar que qualquer gás, ao chegar à mucosa respiratória, que é úmida, entra em contato com água. Por isso, para responder a essa questão, é importante considerar a solubilidade do gás poluente na água.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Influência da temperatura

A solubilidade de um gás em um líquido depende da temperatura e da pressão. Antes de prosseguirmos, vamos fazer uma experiência bem simples.

ATIVIDADE PRÁTICA

Não escreva no livro.

Influência da temperatura na solubilidade de gases em líquidos

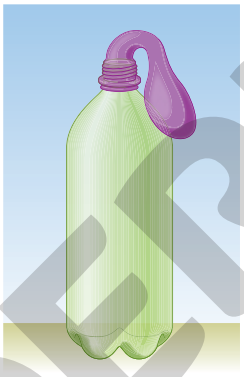
Variações de temperatura alteram a solubilidade em água da maioria dos sólidos iônicos; geralmente, a solubilidade desses compostos aumenta com a temperatura. Agora vamos analisar o que acontece quando o soluto é um gás para responder à pergunta: qual a influência da temperatura na solubilidade de um gás em água? Reúnam-se em grupos para realizar o experimento.

Materiais

- 2 balões (bexigas) para encher
- água gelada (≃ 10 °C)
- água quente (≃ 60 °C)
- 2 garrafas PET de 1,5 L de água mineral gaseificada à temperatura ambiente
- 2 recipientes (onde caibam o conteúdo de 1 garrafa PET e mais aproximadamente 1 L de água)

Procedimento

1. Abram uma das garrafas e, imediatamente, "fechem-na" com um balão, como mostra o esquema ao lado. Façam o mesmo com a outra garrafa.
2. Coloquem a água gelada em um dos recipientes e, dentro dele, uma das garrafas tampadas com o balão.
3. Coloquem a água quente no outro recipiente e, dentro dele, a outra garrafa tampada com o balão.
4. Aguardem alguns minutos.



ADILSON SECCO

Esquema da montagem de um dos sistemas do experimento. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Descarte dos resíduos: O balão pode ser descartado na lixeira destinada ao lixo reciclável, e os resíduos líquidos podem ser descartados diretamente no ralo de uma pia.

Analisem suas observações

1. O que vocês observaram? Comparem suas observações sobre os dois balões.
2. Que relação vocês supõem que a temperatura tem com o resultado que observaram?

Interligações

Não escreva no livro.

Trocas gasosas na respiração

Em nosso organismo, o oxigênio (O_2) do ar atmosférico tem papel fundamental de oxidante capaz de, em termos simplificados, transformar compostos orgânicos presentes nos nutrientes em dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O). Por meio desse processo é que o organismo obtém energia para múltiplas finalidades, como andar, pensar, exercitar-se etc.

A respiração é o processo por meio do qual fornecemos oxigênio para as nossas células. Ao inspirarmos o ar atmosférico, o gás oxigênio se liga a uma proteína presente no sangue, chamada hemoglobina, que o carrega dos pulmões aos tecidos que compõem as diversas partes do organismo. Por meio do sangue, também o CO_2 resultante do metabolismo celular é levado aos pulmões, sendo então expirado. Os gases CO_2 e O_2 dissolvem-se no fluido sanguíneo.

Vale frisar que a solubilidade de um gás em um líquido é proporcional à pressão que o gás exerce no líquido. Além disso, os gases fluem de uma pressão mais alta para outra mais baixa.

Continua

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Continuação

Então vejamos, de forma geral, como a respiração funciona. Em um indivíduo sadio, o sangue venoso chega aos pulmões carregando gás CO_2 dissolvido em uma concentração que equivale a uma pressão parcial aproximada de 45 mmHg. O sangue venoso carrega também gás O_2 não utilizado pelo organismo, que exerce uma pressão de 40 mmHg a 45 mmHg.

O sangue venoso contendo esses gases dissolvidos chega aos pulmões por meio dos capilares dos alvéolos pulmonares. Já o ar que chega aos pulmões pela respiração contém O_2 a pressão parcial maior que 100 mmHg, portanto superior à pressão parcial do O_2 presente no sangue venoso que atingiu os pulmões. Consequentemente, o O_2 passa dos alvéolos pulmonares para o sangue venoso que flui nos capilares, elevando a pressão parcial do O_2 no sangue para 100 mmHg; ou seja, há transformação do **sangue venoso** (que carrega quantidades próximas de CO_2 e O_2) em **arterial** (que, em relação ao sangue venoso, carrega mais O_2 e menos CO_2). Há transferência de CO_2 do sangue para os alvéolos pulmonares também por diferença de pressão, o que permite que o CO_2 deixe o sangue e atinja os pulmões, sendo então expirado.

O sangue arterial, que se enriqueceu de O_2 nos alvéolos, flui dos pulmões em direção às células de todas as partes do organismo, onde a pressão parcial do O_2 é de, no máximo, 30 mmHg, e a do CO_2 é da ordem de 50 mmHg (lembre-se de que o O_2 é utilizado pelas células para obter energia). Como no sangue arterial a pressão parcial do O_2 é da ordem de 100 mmHg, portanto superior à do O_2 das células, há transferência do O_2 do sangue arterial para as células.

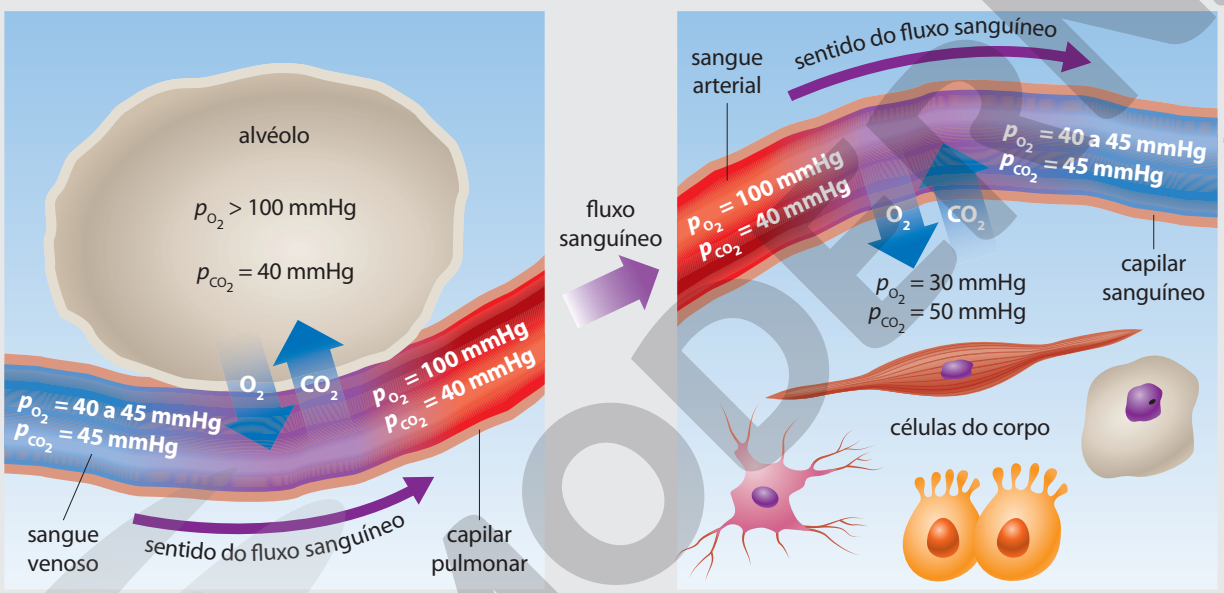


ILUSTRAÇÃO: ADILSON SECCO

Representação esquemática das trocas gasosas nos alvéolos pulmonares (à esquerda) e nos tecidos do organismo (à direita). (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: FOX, S. I. *Human physiology*. Nova York: McGraw-Hill Education, 2016.

1. No sangue, em que partes a pressão parcial do CO é a máxima?
2. Como esse valor máximo de pressão do CO_2 contribui para o funcionamento de nosso organismo?
3. A pressão parcial do O_2 é mais alta no sangue arterial ou no venoso?
4. Qual é a pressão parcial do O_2 que inalamos, supondo que a pressão atmosférica local seja 760 mmHg (nível do mar)? (Admita que o ar contém aproximadamente 20% de O_2.)
5. Imagine que você vai viajar para um local em que a pressão atmosférica é inferior a 700 mmHg. Nesse caso, a transformação do sangue venoso em arterial será mais fácil ou mais difícil que ao nível do mar? Por quê?
6. O monóxido de carbono (CO) é um gás extremamente tóxico, capaz de dificultar o transporte de O_2 pelo sangue, visto que se liga com maior intensidade à hemoglobina que o O_2. Quando uma pessoa corre risco de morte por conta da exposição a altas concentrações de CO, um recurso possível é colocá-la em uma câmara hiperbárica, na qual a pressão do O_2 é da ordem de 2 atm. Por que esse recurso pode salvar o indivíduo?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Gases dissolvidos em água

Um dos procedimentos utilizados para destruir os microrganismos presentes na água e torná-la adequada ao consumo é aquecê-la até a ebulição e esperar que ela retorne à temperatura ambiente.

A sensação que experimentamos ao beber um copo de água potável fresca é diferente da sensação que temos ao beber um copo de água fresca que passou por aquecimento prévio. Por que isso ocorre?

Se aquecermos uma panela com água, os gases constituintes do ar (N_2, O_2 e outros) nela dissolvidos escaparão gradativamente da solução, porque vão passar a ser menos solúveis em água do que eram à temperatura inicial, mais baixa. Analogamente, ao retirarmos da geladeira uma garrafa de refrigerante, podemos observar, ao abri-la, o aumento da quantidade de bolhas de dióxido de carbono gasoso. Isso ocorre porque parte do CO_2 dissolvido no líquido sob temperatura mais baixa escapa da solução em temperatura mais alta (ambiente).

Na tabela, encontram-se os valores da solubilidade do gás oxigênio em água, a 1 atm, em diversas temperaturas.

Solubilidade do oxigênio em água em diferentes temperaturas

Temperatura (°C)	Solubilidade de O_2 a 1 atm (mg/L de H_2O)
0	14,6
10	11,3
20	9,09
30	7,56
40	6,41
50	5,60

Nota: Os valores de solubilidade são aproximados.

Fontes consultadas: Oxygen solubility table. *USGS*. Disponível em: <https://water.usgs.gov/cgi-bin/dotables>; *Oxygen solubility in fresh water: salinity*. Disponível em: <https://www.engineeringtoolbox.com/oxygen-solubility-water-d_841.html>. Acessos em: 2 jun. 2020.

Atividades

Não escreva no livro.

1. Represente, recorrendo a modelos, a dissolução do O_2 na água à temperatura ambiente e a uma temperatura superior à do ambiente.

2. Usando um papel milimetrado ou planilha eletrônica, construa um gráfico de solubilidade em função da temperatura com base nos dados da tabela anterior. O que você acha que acontece quando a temperatura passa de 100 °C? Justifique.

Interligações

Não escreva no livro.

Os efeitos da solubilidade dos gases sobre a vida aquática: um desafio para o Brasil

O fato de a solubilidade dos gases na água diminuir com o aumento da temperatura tem importância para toda a vida aquática e, consequentemente, para o ambiente como um todo. Quando água aquecida é lançada em lagos, rios e mares, a temperatura desses meios aumenta, o que reduz a solubilidade do gás oxigênio. Se essa diminuição for grande, compromete a sobrevivência de peixes e de outras espécies.

Por isso, sem falar na questão dos resíduos tóxicos, por si sós prejudiciais à vida aquática, a água aquecida proveniente de esgotos industriais ou de reatores nucleares contribui para a morte de peixes e de outros seres que dependem do oxigênio dissolvido na água para sobreviver.

No Brasil, além dessa água aquecida, muitos rios, lagos e trechos de mar recebem, também, esgoto doméstico não tratado. O trecho a seguir, extraído de documento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – 2016, evidencia o problema.

> Diversos municípios lançam esgoto não tratado em rios, lagos ou lagoas (30,5% do total dos municípios), e utilizam estes corpos receptores [como um lago, um rio, um córrego etc.] para vários usos [...], como o abastecimento de água, a recreação, a irrigação e a aquicultura.
>
> SANEAMENTO e meio ambiente. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096_cap3.pdf>. Acesso em: 11 maio 2020. Texto adaptado para fins didáticos.

Segundo o mesmo documento de onde foi tirado o trecho anterior, quando não há redes básicas de saneamento, no caso do esgotamento sanitário, uma das soluções alternativas encontradas pela população é o lançamento do esgoto sem tratamento diretamente em rios, riachos, córregos, lagos, represas, açudes etc. Assim, um dos desafios que o Brasil tem de enfrentar é garantir o acesso de toda a população ao saneamento básico.

Continua

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Continuação

Analise o mapa ao lado, que mostra o percentual de domicílios com rede de esgoto no país.

Depois de coletado, o esgoto sanitário precisa ser tratado antes de a água ser devolvida aos cursos de água. Os dados do *Atlas esgotos* de 2017 apresentados na tabela abaixo, referentes a dois estados brasileiros, revelam que, além do desafio de universalizar a coleta e o tratamento do esgoto, também precisamos vencer as desigualdades entre as regiões e os estados:

	Coleta de esgoto	Tratamento de esgoto
Rondônia (Região Norte)	9%	4%
São Paulo (Região Sudeste)	87%	64%

1. Segundo esse mapa, que regiões brasileiras têm maior carência quanto ao percentual de domicílios com acesso à rede de esgoto?
2. O provável aumento das temperaturas médias na superfície terrestre decorrente do aquecimento global potencializa os problemas causados pelo lançamento de esgoto em cursos de água sem prévio tratamento. Explique por quê, usando seus conhecimentos químicos.

PARCELA DA POPULAÇÃO, POR REGIÃO, COM ACESSO À REDE DE ESGOTO (2017)

CATHERINE A. SCOTTON

Fonte: BRASIL. *Atlas esgotos*: despoluição de bacias hidrográficas. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASeESGOTOSDespoluicaodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2020.

Comunicando ideias

Direito humano fundamental, o acesso à coleta e tratamento de esgoto sanitário não está disponível para toda a população no Brasil. Em grupos e sob orientação do professor, pesquisem em *sites* e livros sobre corpos de água (rios, riachos, lagos etc.) de sua região que recebam esgoto não tratado. Se puderem visitar o local, descrevam os prejuízos à vida aquática que podem ser percebidos com o lançamento de esgoto e reflitam sobre possíveis providências a serem tomadas para a solução do problema. Compartilhem com seus colegas as informações pesquisadas e as propostas de resolução, e elaborem um material (vídeo, *podcast*, cartazes etc.) para ser divulgado para a comunidade escolar esclarecendo a situação de coleta e tratamento de esgoto da região.

ROBERT-SIJAN/ISTOCKPHOTO/GETTY IMAGES

O CO_2 é um soluto encontrado na água gaseificada.

Influência da pressão

Agora, vamos nos concentrar na questão da relação entre a pressão de um gás e sua solubilidade em um líquido. Para isso, vamos analisar as bebidas gaseificadas.

Pressão elevada é o recurso utilizado pela indústria na preparação de refrigerantes, vinhos espumantes, cervejas e outras bebidas que contêm gás carbônico.

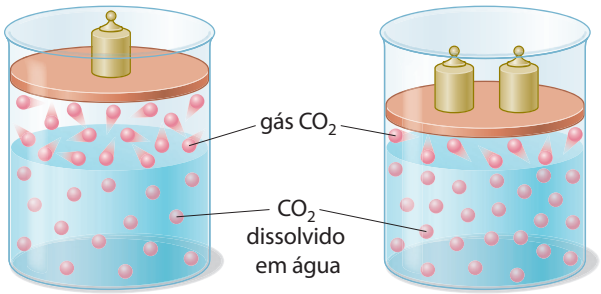
A água mineral gasosa é engarrafada a uma pressão da ordem de 4 atm. Quando se abre uma garrafa de água mineral com gás, a pressão sobre o líquido cai para um valor em torno de 1 atm, e o CO_2 sai rapidamente da solução. Se o recipiente permanecer destampado, mais gás sairá da bebida, pois a pressão parcial do CO_2 no ar é muito baixa.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

A solubilidade de um gás em um líquido se torna tanto maior quanto maior é a pressão desse gás sobre a solução.

Vamos pensar no modelo em que as partículas de gás carbônico em contato com a solução aquosa desse gás estão em um cilindro com êmbolo móvel.



Com o aumento da pressão, aumenta a solubilidade do CO_2 em água. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

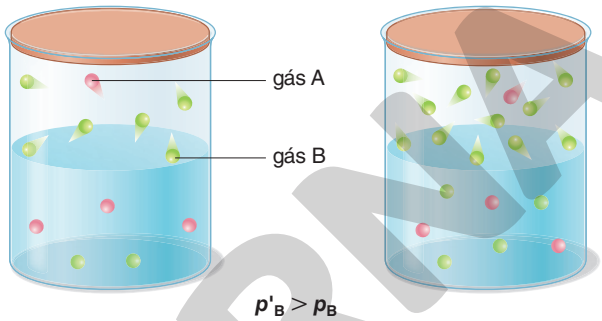
Quando o gás é pressionado a ocupar menor volume, um maior número de moléculas do gás passa para a solução: a solubilidade do gás, portanto, aumenta.

A solubilidade (*S*) de um gás em um líquido é diretamente proporcional à pressão (*p*) do gás. Essa relação entre solubilidade de um gás em um líquido e a pressão exercida sobre ele corresponde à **lei de Henry**; ela pode ser expressa por:

$$S = k \cdot p \text{ (lei de Henry)}$$

A constante de proporcionalidade **k** varia com a temperatura e com a natureza do gás – há gases muito solúveis e outros pouco solúveis.

Quando um gás genérico X participa de uma mistura, *p* corresponde à pressão parcial do gás na mistura (p_X).



ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

O aumento da concentração do gás B (imagem à direita) eleva sua pressão parcial na mistura; com isso, a concentração de B na solução também aumenta. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: MASTERTON, W. L.; SLOWINSKI, E. J. *Química geral superior*. 4. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1978.

Interligações

Não escreva no livro.

Mergulho e despressurização

Para os mergulhadores que usam cilindro com ar comprimido, o momento da despressurização é bastante delicado. Vejamos por quê.

À medida que vai descendo em direção ao fundo do mar, um mergulhador é submetido a pressões cada vez mais elevadas, o que explica a grande concentração de ar dissolvido em seu sangue.

Isso ocorre porque a pressão exercida sobre ele é a soma da pressão hidrostática (da coluna de água acima do mergulhador) com a pressão atmosférica.

Quando o mergulhador volta à superfície, ocorre uma redução significativa da solubilidade dos constituintes do ar em seu sangue, já que apenas a pressão atmosférica – bem menor do que aquela que atua no fundo do mar ou em sua proximidade – age sobre ele. Se a subida for muito rápida, pode acontecer uma redução abrupta da solubilidade do ar, fazendo com que muitas bolhas de gás cheguem ao sangue do mergulhador. Esse fenômeno, chamado embolia, traz graves prejuízos ao organismo e pode, inclusive, provocar a morte.

Para reduzir esses riscos, costuma-se substituir o nitrogênio do ar contido no cilindro por hélio, que é menos solúvel no sangue do que o oxigênio e o nitrogênio, o que reduz a influência da diferença de pressão sobre a solubilidade do hélio em relação aos componentes do ar.

Um mergulhador sobe de uma profundidade de 10 m (onde está sob pressão de, aproximadamente, 1.520 mmHg) para a superfície (onde a pressão é de 760 mmHg). Suponha que no ar do cilindro haja 20% de O_2 e 80% de N_2, em volume. (Lembre-se de que a pressão parcial do N_2 é cerca de quatro vezes a do O_2.)

1. Com a subida do mergulhador, em quantas vezes a solubilidade do N_2 em mol/L diminui?

2. Caso o mergulhador saia da água e suba em uma montanha a 1.000 m de altura, o que ocorrerá com a quantidade relativa dos gases constituintes do ar que chegam a seus pulmões?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Atividades

Não escreva no livro.

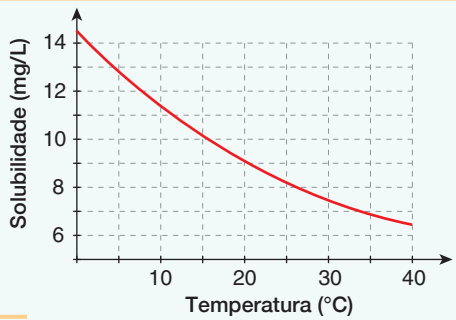
1 Se colocarmos uma garrafa de água mineral gasosa ao sol e depois de duas horas a abrirmos rapidamente, seu conteúdo jorrará, molhando o que estiver por perto.
Compare a pressão da solução contida na garrafa antes e depois da abertura.

2 Uma garrafa de refrigerante é armazenada em uma geladeira (a 5 °C) e outra garrafa de refrigerante, idêntica à primeira, é armazenada à temperatura ambiente (25 °C). Ao abri-las, qual deverá apresentar maior efervescência? Que conclusão você tira desse fato?

3 Certa indústria utiliza água para refrigeração de seus maquinários. Quando essa água é descartada no rio mais próximo, a temperatura da água pluvial alcança 30 °C.

ERICSON GUILHERME LUCIANO

SOLUBILIDADE DO GÁS OXIGÊNIO EM ÁGUA × TEMPERATURA A 1 atm (760 mmHg)



Fonte: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a02.pdf>. Acesso em: 11 maio 2020.

a) Há peixes que demandam menor concentração de oxigênio para sobreviver do que outros. Com base nessas informações e na análise do gráfico acima, determine a demanda máxima de oxigênio exigida por uma espécie para sobreviver nessa água.

b) Que atitude cidadãos e o poder público devem adotar em relação a uma indústria que incorpora, entre os procedimentos de produção, o despejo de água aquecida em um rio, prejudicando o ambiente?

4 Considere os dados hipotéticos de solubilidade que constam da tabela abaixo e responda:

Temperatura (°C)	Solubilidade de O_2 (m_{O_2}/V_{H_2O}(g/L))
0	0,0141
10	0,0109
20	0,0092
25	0,0083
30	0,0077
35	0,0070
40	0,0065

Fonte: elaborado para fins didáticos.

a) As águas residuais são porções de água que contêm impurezas porque já foram utilizadas em locais como residências, comércios e indústrias. O grau de impureza dessas águas pode variar bastante porque antes de saírem de uma indústria, por exemplo, elas podem ter passado por tratamento químico para eliminar os resíduos industriais. Com base nas informações apresentadas, indique qual é a razão ambiental para se limitar em 40 °C a temperatura máxima das águas residuais.

b) Se a temperatura da água sofrer um aumento de 20 °C para 35 °C, qual será a variação da massa de O_2 dissolvido em um volume de 10,0 m^3 de água?

Fique por dentro

Internet

Simulação interativa – Gases: introdução
<https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html>

O projeto PhET Simulações Interativas da Universidade de Colorado desenvolve diversos simuladores interativos de matemática e ciências. No *site* indicado, o simulador "Gases: introdução" convida os usuários a analisar o que acontece em um sistema quando você altera alguma variável (pressão, volume, temperatura, quantidade de partículas).

Como é feito o tratamento de esgotos
<https://www.youtube.com/watch?v=w2gnqPq5NBU>

O canal da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) disponibiliza diversos vídeos instrutivos, como limpeza de caixa-d'água ou identificação de vazamentos de água. No vídeo indicado, a apresentadora mostra os processos envolvidos no tratamento do esgoto doméstico e seu retorno ao ambiente.

Acessos em: 2 jun. 2020.

MODERNA
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Não escreva no livro.

1 Segundo a Lei n. 12.760, de 20 de dezembro de 2012, é crime "Conduzir veículo automotor com capacidade psicomotora alterada em razão da influência de álcool [...]"; "Qualquer concentração de álcool por litro de sangue [...] sujeita o condutor às penalidades [da lei]". Veja na tabela abaixo como o álcool afeta o motorista.

Efeitos do álcool (etanol) sobre um indivíduo de 70 kg	
Quantidade de álcool no sangue (g/L)	**Efeitos**
0,2 a 0,3	As funções mentais começam a ficar comprometidas. A percepção da distância e da velocidade fica prejudicada.
0,31 a 0,5	O grau de vigilância diminui, assim como o campo visual. O controle cerebral relaxa, dando a sensação de calma e satisfação.
0,51 a 0,8	Reflexos retardados, dificuldades de adaptação da visão a diferenças de luminosidade, superestimação das possibilidades e minimização de riscos, tendência à agressividade.
0,81 a 1,5	Dificuldades de controlar automóveis, incapacidade de concentração e falhas de coordenação neuromuscular.
1,51 a 2,0	Embriaguez, torpor alcoólico, visão dupla.
2,1 a 5,0	Embriaguez profunda.
> 5,0	Coma alcoólico.

Fonte: UFRRJ. Alcoolismo. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/etanol2.htm>. Acesso em: 2 jun. 2020.

a) Sendo a fórmula molecular do etanol (álcool comum) C_2H_5OH, qual é sua massa molar?

b) Até a publicação dessa lei de 2012, o limite máximo de álcool permitido no sangue do motorista era de 0,6 g/L. Explique com suas palavras o significado desse valor.

c) Expresse a concentração 0,6 g de etanol/L em mol de etanol/L.

d) Que efeitos o condutor do veículo poderia sofrer se esse limite fosse atingido?

e) Você conhece alguém que tenha provocado ou sofrido algum acidente por dirigir alcoolizado?

f) Discuta com seus colegas e o professor a relação consumo de álcool × direção responsável. Que medidas podem ser tomadas para reduzir cada vez mais o número de acidentes causados por essa associação?

g) De acordo com as orientações de seu professor, prepare uma exposição (pode ser oral, recorrendo a cartazes, vídeos etc.) para um público leigo em conhecimentos científicos sobre os riscos de uma pessoa dirigir após ingerir bebida alcoólica.

2 Leia o fragmento de notícia abaixo.

Empresas são condenadas a pagar R$ 20 milhões por vazamento de ácido sulfúrico

As empresas [...] foram condenadas a pagar R$ 20 milhões de indenização pelo derramamento de ácido sulfúrico do navio [...] no canal de acesso ao Porto de Rio Grande (RS). A decisão é do Tribunal Regional Federal da 4ª Região (TRF4).

[...] O acidente ocorreu em agosto de 1998, quando o navio [...] atracou no Porto de Rio Grande carregando 12 mil toneladas de ácido sulfúrico usado na fabricação de fertilizantes das empresas [...].

Por um problema de pressão nas bombas, o ácido vazou para o casco do navio, e, em virtude do risco de explosão com a água salgada, a substância foi bombeada para o canal do porto. Posteriormente, o resto da substância foi descartado no canal de acesso à Lagoa dos Patos e em alto-mar. Segundo o tribunal, o acidente colocou em risco a saúde das pessoas que moram na região, além de desequilibrar o ecossistema local, prejudicando a atividade pesqueira.

Agência Brasil, 2 jun. 2017. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-06/empresas-sao-condenadas-pagar-r-20-milhoes-por-vazamento-de-acido-sulfurico>. Acesso em: 12 abr. 2021.

a) Que quantidade de ácido sulfúrico, H_2SO_4, em mol, estava sendo transportada pelo navio da matéria? A solução de ácido sulfúrico é muito concentrada. Para facilitar os cálculos, considere que toda a massa em questão é de H_2SO_4.

b) Uma das formas de neutralizar os efeitos de acidez do ácido sulfúrico é a adição de uma base, por exemplo o hidróxido de cálcio – $Ca(OH)_2$. Equacione essa reação de neutralização que origina sulfato de cálcio, $CaSO_4$, e água.

c) Interprete a equação química que formulou com relação à proporção de moléculas (e/ou conjuntos iônicos) e à proporção em massa.

d) Expresse a proporção em mol da questão anterior em proporção em massa. Considere as massas molares: Ca = 40 g/mol, O = 16 g/mol, H = 1 g/mol, S = 32 g/mol.

e) Que quantidade de matéria (mol) de $Ca(OH)_2$ seria necessária para neutralizar todo o ácido sulfúrico transportado pelo navio? Determine a massa de hidróxido de cálcio gasta nesse processo.

f) Pesquise em livros e *sites* sobre os prejuízos ao ambiente que o lançamento de ácido sulfúrico pode causar em corpos de água (rios, lagoas, mares etc.). Elabore um cartaz com as informações pesquisadas e, sob orientação do professor, comunique aos seus colegas de sala.

MODERNA

3 (Fuvest-SP) A tabela abaixo apresenta informações sobre cinco gases contidos em recipientes separados e selados.

Recipiente	Gás	Temperatura (K)	Pressão (atm)	Volume (L)
1	O_3	273	1	22,4
2	Ne	273	2	22,4
3	He	273	4	22,4
4	N_2	273	1	22,4
5	Ar	273	1	22,4

Qual recipiente contém a mesma quantidade de átomos que um recipiente selado de 22,4 L, contendo H_2, mantido a 2 atm e 273 K?

a) 1
b) 2
c) 3
d) 4
e) 5

4 (UFPE) Um método clássico de se obter ferro é a partir da redução da hematita (Fe_2O_3), de acordo com a reação abaixo:

$$Fe_2O_3(s) + 3\ CO(g) \longrightarrow 2\ Fe(s) + 3\ CO_2(g)$$

Realizando o processo descrito acima e considerando uma siderúrgica com produção diária de 2,8 toneladas de ferro, calcule o volume de dióxido de carbono liberado por dia, a 1 atm e 27 °C.
Massas molares (g/mol): C = 12; O = 16; Fe = 56.

a) 1.845 m^3
b) 2.822 m^3
c) 5.600 m^3
d) 6.986 m^3
e) 7.805 m^3

5 (FCM-PB) Em uma mistura de 3 gases ideais, 30% é representado pelo gás A, o gás B tem uma pressão parcial de 100 mmHg, qual o percentual e a pressão parcial do gás C sendo a pressão total da mistura 200 mmHg?

a) 15% e 30 mmHg
b) 10% e 20 mmHg
c) 20% e 40 mmHg
d) 5% e 10 mmHg
e) 1% e 2 mmHg

6 (UPE) Os biodigestores são equipamentos que reaproveitam resto de alimentos e excrementos de animais, misturados com uma pequena quantidade de água. Essa matéria orgânica é decomposta pela ação de bactérias anaeróbicas, levando à produção de biofertilizantes e de biogás. O biogás é constituído, principalmente, por metano (CH_4) e gás carbônico (CO_2), além de conter traços de nitrogênio (N_2), oxigênio (O_2) e gás sulfídrico (H_2S). Esse produto é um importante combustível gasoso. Quando queimado, libera uma considerável quantidade de energia.

Aproveitando-se da demanda de matéria orgânica e a simplicidade do processo de fabricação, foi construído um biodigestor em uma pequena granja. O equipamento forneceu energia para a produção de fertilizante, utilizado nas plantações de milho e feijão, e de biogás, empregado para aquecer os ovos nas incubadoras.

Considerando-se que o biogás produzido na granja apresenta uma proporção de 70% de metano e de 30% de gás carbônico, tendo sido coletado em um recipiente de 200 L, com pressão total de 80 atm, qual é a pressão parcial do metano na mistura?
(Dados: H = 1 g/mol; C = 12 g/mol; O = 16 g/mol; S = 32 g/mol.)

a) 22,4 atm
b) 28,0 atm
c) 56,0 atm
d) 70,0 atm
e) 35,0 atm

Próximos passos

Neste capítulo, estudamos como as misturas gasosas e a solubilidade de um gás no líquido ajudam a explicar certos fenômenos fisiológicos relacionados à respiração. No próximo capítulo começaremos a entender que fatores externos resultantes ou não da ação humana podem causar desequilíbrio na homeostasia, resultando em problemas de saúde em nível individual e social.
Antes de iniciar o próximo capítulo, retome as questões do **Para começo de conversa**, da abertura, e verifique se as respostas que você propôs seriam diferentes agora.

MODELO
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

CAPÍTULO

4

Saúde: bem-estar físico, mental e social

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

BNCC:
EM13CNT103
EM13CNT104
EM13CNT207
EM13CNT303
EM13CNT304
EM13CNT310

Uma das ideias centrais deste item é a crítica à visão de saúde apenas como o oposto de doença, ampliando-a para incluir tudo o que permite ao ser humano desenvolver-se e ter autonomia para buscar seu caminho de realização pessoal, atingindo o bem-estar físico, mental e social.

Para começo de conversa

No mundo ocidental, historicamente, a saúde é associada com a ausência de doença anatômica ou fisiológica. No entanto, na sociedade contemporânea altamente urbanizada emergem questões complexas que demandam um olhar mais cuidadoso para o conceito de saúde. Novos elementos, como os aspectos mentais e socioafetivos, vêm sendo agregados ao modelo de cuidados corpóreos. Assim, é importante entender que a questão da saúde envolve o autocuidado, a relação com a comunidade e a atenção ao ambiente. Saúde, portanto, não é ausência de doença, mas um complexo conjunto de interações que visam ao equilíbrio integral dos seres humanos e do meio em que vivem.

O fato de entendermos aspectos sociais como elementos integrantes da saúde pode interferir na forma como diferentes culturas entendem esse conceito? O que é saúde e como medi-la? O que seria doença?

Neste capítulo, começaremos a entender como fatores externos podem causar desequilíbrios no funcionamento do organismo, que resultam em problemas de saúde para indivíduos e sociedades. Iniciaremos analisando conceitos de saúde e os principais tipos de doença, adentrando em problemas de saúde relacionados aos sistemas respiratório, digestório, circulatório e excretor. Ao final, trataremos de outras questões relacionadas à saúde, incluindo os principais tipos de doenças e aspectos específicos da adolescência.

RAWPIXEL/SHUTTERSTOCK

A saúde tem um componente social, que envolve manter amizades e boas relações com a família e a comunidade.

Conceitos de saúde

Na linguagem comum, saúde e doença são consideradas estados opostos de um organismo. Isto é, um corpo saudável funciona adequadamente, ao contrário de um corpo doente, que apresenta alguma alteração metabólica ou enfermidade que atrapalha seu funcionamento. Entretanto, esses conceitos variam entre povos e ao longo da história, estando diretamente relacionados com a cultura, a história, a economia e a política de cada sociedade.

No decorrer da história da humanidade, as doenças foram associadas às mais diversas origens. Há culturas que as consideram castigo divino; outras, como algumas tribos indígenas, que são causadas por maus espíritos. Algumas culturas orientais tradicionais afirmam, ainda, que as enfermidades resultam de um desequilíbrio em certas "energias" que percorrem o corpo (entre aspas por não se tratar aqui do conceito da Física).

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Analise a imagem em uma discussão em sala de aula com os estudantes. É importante notar que a obra apresenta uma cena do período renascentista, retratando a visão científica do tratamento de enfermidades. As doenças, naquele período, eram entendidas como decorrentes de causas naturais, como a proliferação de microrganismos em nosso corpo. Essa percepção se tornou mais comum após a revolução pasteuriana.

JAN HAVICKSZOON STEEN – GALERIA NACIONAL DE PRAGA

Pensadores da Grécia antiga exerceram importante influência na Medicina e no conceito de saúde que temos atualmente no Ocidente. Entre eles, destacou-se Hipócrates (460-377 a.C.), que estabeleceu uma concepção fisiológica e uma visão racional de doença e saúde.

Na Europa, durante a Idade Média, com o predomínio de forte influência católica, afirmava-se que as doenças seriam castigos divinos e que a cura dependeria, portanto, do arrependimento e da fé.

Após o Renascimento e com o desenvolvimento da Ciência moderna, os estudos de Química e de Anatomia culminaram no que é conhecido como a revolução pasteuriana. Ao lado de estudos de outros cientistas, os estudos do químico francês Louis Pasteur (1822-1895) contribuíram para revelar a existência dos microrganismos, o que levou ao aperfeiçoamento na prevenção e no tratamento de diversas doenças.

A obra de arte relaciona a Medicina e a cura de enfermos, retratando o tema no período do Renascimento. (STEEN, J. *Médico e uma paciente*. Século XVII. Óleo sobre tela, 49 cm × 46 cm.)

Interligações

Não escreva no livro.

A influência da Medicina africana no Brasil

A população de origem africana que chegou ao Brasil a partir do século XVIII, com a escravidão, trouxe muitas práticas médicas tradicionais africanas, que incluíam um extenso conhecimento do potencial de cura de algumas plantas e tinham um forte caráter espiritualista.

Essas práticas enraizaram-se nas fazendas onde os escravizados trabalhavam e depois se expandiram para os centros urbanos. Até hoje são procuradas como alternativa à Medicina ocidental no Brasil.

O uso de plantas como forma de tratamento de saúde é conhecido como fitoterapia. Em algumas regiões do país, essa é a forma principal de tratamento, mas em regiões mais urbanizadas prevalece o uso de produtos industrializados. Mesmo nas regiões metropolitanas, a busca por tratamentos alternativos tem aumentado.

1. Procure saber mais sobre as diferentes linhas de medicina alternativa, como a fitoterapia, a homeopatia e a acupuntura, entre outras.
2. Após sua pesquisa, converse com um profissional de saúde (médico, enfermeiro, farmacêutico, fisioterapeuta, auxiliar de enfermagem) para entender a diferença entre as práticas alternativas. Investigue também quais as plantas medicinais mais conhecidas pelas pessoas e para que normalmente são usadas.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

REPRODUÇÃO/OMS

O emblema da OMS é formado pelo símbolo das Nações Unidas sobreposto por um bastão com uma serpente enroscada, símbolo da Medicina. Sua origem remonta ao mito grego de Asclépio (ou Esculápio).

A Organização Mundial da Saúde

Fundada em 1948, a Organização Mundial da Saúde (OMS) é o órgão da Organização das Nações Unidas (ONU) que trata da saúde pública e tem como objetivos principais ajudar a estabelecer as direções de pesquisa, elaborar normas sanitárias, fundamentar políticas públicas, prestar apoio técnico e observar as condições de saúde no mundo.

A OMS coordena projetos internacionais que visam combater, prevenir e tratar uma série de doenças, responsável, por exemplo, pela erradicação da varíola. Atualmente, seu foco está voltado para doenças como aids, ebola, tuberculose e malária.

Saúde é um direito de todos

Segundo a OMS, é obrigação do Estado assegurar a saúde de seus cidadãos. Em conformidade com essa visão, a Constituição Federal do Brasil de 1988, em seu artigo 196, afirma que "a saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação".

Segundo a mitologia grega, Asclépio teve tanto êxito salvando vidas que Zeus o matou, temendo que pudesse transformar os seres humanos em imortais. Após sua morte, Asclépio foi venerado como deus da Medicina e em suas representações sempre aparece segurando um bastão com uma serpente.

Concepção atual de saúde

Neste livro, vamos utilizar a definição da OMS, segundo a qual saúde é um estado de bem-estar físico, mental e social. O aspecto físico inclui ausência de doenças, acesso a saneamento básico, alimentação saudável e moradia adequada. O aspecto mental envolve a saúde psicológica de pessoas em situações de risco e estresse prolongado, como no caso de guerras e pobreza. E o aspecto social inclui o acesso a educação e serviços de saúde de qualidade.

Podemos reunir todos esses aspectos sob a expressão **qualidade de vida**, verificada por meio de diversos parâmetros, empregados até mesmo para medir a saúde de determinada população. Veja a seguir alguns dos principais indicadores de qualidade de vida.

- **A expectativa de vida ao nascer** é uma estimativa de quantos anos, em média, as pessoas que nascerem em determinado ano vão viver. Vários fatores influenciam esse cálculo, como a taxa de mortalidade infantil, mortes devidas a doenças endêmicas, acidentes, guerras, educação e saneamento básico. De acordo com dados do relatório *Estatísticas Mundiais de Saúde 2018*, da OMS, uma pessoa nascida em 2016 apresenta expectativa de vida média no mundo de 72 anos. Em muitos países, como Reino Unido, Alemanha, Cingapura e Japão, essa estimativa chega a 80 anos ou mais. No entanto, em alguns países africanos esse valor fica abaixo dos 55 anos. No Brasil, a expectativa de vida para os nascidos em 2016 é de 71,4 anos para homens e 79 anos para mulheres.
- **A taxa de mortalidade infantil** reflete o número de crianças que morrem antes de completar um ano de vida. Ela é expressa pelo número de óbitos a cada mil crianças nascidas vivas por ano. A OMS considera aceitável um índice de 10 óbitos para cada mil nascimentos. Em 2016, no Brasil, essa taxa era de 12,8 em cada mil nascimentos.
- O número de casos de pessoas afetadas por **doenças transmissíveis** (como cólera, malária e febre amarela) é um indicador importante para a condição de saúde pública e de qualidade de vida de um povo.
- O **índice de desenvolvimento humano** (IDH) é calculado levando-se em conta o acesso à educação, a expectativa de vida e a Renda Nacional Bruta (RNB) *per capita* de uma população. Esse indicador é largamente utilizado para comparar o estado de desenvolvimento dos países.
- A **educação de qualidade**, que inclui não apenas o acesso à escola, mas também o número médio de anos que a população permanece na escola, reflete o desenvolvimento de um país.
- O **acesso aos serviços de saúde** deve ser igualitário para todos. O número de médicos, enfermeiros e demais profissionais da saúde, assim como o de leitos hospitalares e de investimentos na saúde, entre outros aspectos, reflete a qualidade do sistema de saúde de um país ou região.
- O **saneamento básico** refere-se aos serviços relacionados à higiene da população e inclui a oferta de uma rede de abastecimento de água potável, uma rede coletora de esgoto, o manejo adequado de resíduos sólidos (lixo) e de águas pluviais. O objetivo principal do saneamento é controlar fatores ambientais que possam prejudicar o bem-estar físico, mental e social da população. O acesso dos cidadãos brasileiros aos serviços sanitários está assegurado na Lei do Saneamento Básico, desde 2007. Contudo, grande parte deles ainda vive em condições não ideais.

Atividade

Não escreva no livro.

1 Reveja a definição de saúde da OMS e responda: de que modo os diferentes índices de qualidade de vida refletem o estado de saúde de uma população?

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

1. No Brasil, tem sido utilizada uma variação do IDH, o IDH-M, um indicador do desenvolvimento humano municipal. Em grupo, pesquisem o valor desse índice no município onde vivem e outros dados socioeconômicos da região. Organizem os dados em gráficos e tabelas e discutam com os colegas os itens que precisam ser melhorados e como isso poderia ser feito.
2. Em grupo, pesquisem como diferentes culturas lidam com questões de saúde. Procurem, por exemplo, informações sobre populações indígenas brasileiras e outras populações da África e da Ásia. O resultado da pesquisa pode ser apresentado na forma de encenação, cartazes ou vídeo.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Saúde do adolescente e sexualidade

A **adolescência** é o período de vida entre 10 e 19 anos de idade, de acordo com a OMS. Essa é uma fase de mudanças físicas e emocionais, em que o adolescente precisa cuidar da saúde do corpo e da mente, ambos em transformação.

No início da adolescência, em geral entre 10 e 14 anos, ocorre a **puberdade**. Nessa fase, determinados **hormônios**, substâncias produzidas pelas glândulas, estimulam os órgãos sexuais a secretar os hormônios sexuais. Nos garotos, os testículos produzem **testosterona**; nas garotas, os ovários produzem **estrógeno** e **progesterona**. Esses hormônios circulam no sangue pelo organismo e provocam as principais mudanças associadas a esse período.

Nessa fase da vida também é importante estar atento à higiene do corpo. O aumento da transpiração, causado pela ativação das glândulas sudoríparas pelos hormônios sexuais, promove a proliferação de bactérias, principalmente nas axilas e nos pés. O crescimento de pelos nas regiões genitais facilita o acúmulo de gordura e sujeira, sendo essencial a higienização cuidadosa dessas áreas para evitar infecções. A prática regular de esportes, a alimentação balanceada e o não consumo de álcool, fumo e outras drogas são pontos fundamentais para conquistar uma boa saúde durante toda a vida. Com as mudanças no corpo, o adolescente passa a contar com a ajuda de médicos especializados: para problemas relativos ao sistema genital, as garotas devem procurar um ginecologista, e os garotos, um urologista.

Em geral, essas alterações têm início aos 10 ou 11 anos nas garotas, e aos 12 ou 13 anos nos garotos, mas isso pode variar de pessoa para pessoa.

Principais mudanças físicas provocadas pelos hormônios sexuais na puberdade

Garotas	Garotos
• Crescimento em altura. • Aparecimento de pelos pubianos. • Aparecimento de pelos nas axilas. • Desenvolvimento das mamas. • Alargamento do quadril. • Amadurecimento do sistema genital. • Início da menstruação.	• Crescimento em altura. • Aparecimento de pelos pubianos. • Aparecimento de pelos na face, nas axilas e no peito. • Fortalecimento da musculatura. • Espessamento das cordas vocais, alterando a voz. • Amadurecimento do sistema genital.

Interligações

Aproveite a seção *Rituais indígenas de iniciação* para discutir com os estudantes de que forma eles perceberam a passagem da infância para a adolescência.

Não escreva no livro.

Rituais indígenas de iniciação

Muitos povos indígenas brasileiros têm rituais de iniciação que marcam a passagem da adolescência para a vida adulta. Esse é um momento delicado, que não tem volta. Ao completar o ritual, o adolescente será adulto, pronto para casar, ter filhos e assumir outras responsabilidades. Muitas vezes, esses rituais terminam com o casamento dos jovens.

No caso de mulheres, esses rituais geralmente envolvem um longo período de reclusão, durante o qual elas ficam confinadas à casa da família, onde ouvem muitas histórias e conversam com as mulheres mais velhas, preparando-se para a vida adulta.

Já no caso de homens, os rituais de iniciação possuem, em geral, provações físicas e emocionais, além de tarefas para que fixem conhecimentos, valores e crenças tradicionais de sua comunidade.

Assim como povos indígenas, outras culturas têm rituais de passagem.

LUCIOLA ZVARICK/PULSAR IMAGENS

Ao final da festa que celebra o fim do período de reclusão, a jovem tem a franja cortada, indicando que se tornou adulta. (Gaúcha do Norte, MT, 2018.)

1. Você consegue identificar ao longo de sua vida algum ritual de passagem na escola, na família e, caso tenha, na sua religião? Compare com seus colegas o que foi levantado, de maneira respeitosa.

2. O que essas ideias têm de comum e de diferente em relação às informações do texto?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Sexualidade

Na puberdade, além de alterações físicas, os hormônios sexuais promovem a manifestação da sexualidade, que desperta nos adolescentes novas sensações, emoções e comportamentos. A **sexualidade** envolve questões que vão além do ato sexual em si, relacionando-se a desejos, sentimentos e escolhas do indivíduo. Sentir-se atraído, querer namorar ou estar sempre pensando em alguém são manifestações da sexualidade.

A formação de laços afetivos, a descoberta de novas formas de carinho e de confiança, o cuidado e o respeito para com os outros e consigo mesmo também são aspectos relacionados à manifestação da sexualidade, fonte de conflitos pessoais e interpessoais. Por isso, é importante estudar com atenção as questões biológicas e sociais que influenciam as experiências afetivas, o comportamento sexual, a reprodução (gravidez) e seu planejamento, assim como as questões ligadas à manutenção da saúde.

Para alguns estudantes, este pode ser um dos principais espaços disponíveis para refletir sobre sexualidade, por isso é importante equilibrar conteúdos como doenças, violência, preconceito e gravidez não planejada com temas de caráter mais positivo, como afeto, carinho e prazer.

O início da vida sexual é algo muito sério, por isso a primeira relação sexual deve acontecer apenas quando a pessoa se sentir realmente preparada, para que seja agradável e segura. É fundamental e saudável respeitar o próprio ritmo e não se deixar influenciar pelo que os outros falam, pois nessa fase todos têm medos e inseguranças, mesmo que não os expressem.

O tipo de sistema genital define o **sexo biológico** do organismo: macho ou fêmea. Em casos raros, pode ocorrer um desenvolvimento intermediário, que resulta no hermafroditismo.

Para além do sexo biológico, cada sociedade constrói e reconstrói, ao longo da história, um conjunto de expectativas em torno dos valores, comportamentos e papéis associados aos dois sexos, que constituem os **gêneros** masculino e feminino. De modo geral, espera-se que os garotos aprendam a exercer os papéis "masculinos", e as garotas, os papéis "femininos", e que se identifiquem com os gêneros definidos em cada cultura. Isso inclui concepções gerais sobre profissões, atividades domésticas, linguajar, roupas, preferências, desejos e comportamentos considerados "adequados" e "corretos" para homens e mulheres. Como essas concepções não dependem apenas do sexo biológico, mas também de elaborações históricas, podem surgir conflitos e polêmicas sobre como definir o que é adequado e valorizado e como lidar com atitudes que fogem aos padrões.

A expressão **orientação sexual** refere-se aos desejos afetivos e sexuais. De modo simplificado, o desejo pode se direcionar a pessoas do sexo oposto (heterossexualidade), a pessoas do mesmo sexo (homossexualidade) ou a pessoas de ambos os sexos (bissexualidade). Como outros comportamentos, a orientação sexual se desenvolve a partir da interação de inúmeros fatores ao longo dos anos, mas não há conclusões definitivas sobre as causas das diferentes orientações. Todas constituem possibilidades de vivenciar a atração e a sexualidade. Por conta disso, apesar de ser um tema complexo por envolver tabus que expressam discriminação e preconceitos, a homossexualidade e a bissexualidade não devem ser vistas como doença ou desvio, mas como variações da sexualidade humana.

POLLYANA VENTURA/GETTY IMAGES

A adolescência é a fase em que começamos a formar grupos de amigos.

Atividade

Não escreva no livro.

1 Cite algumas alterações (físicas ou comportamentais) pelas quais você passou desde o início da puberdade. Qual é a causa biológica dessas alterações?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

1. Em grupos, citem exemplos de atividades consideradas "masculinas" e "femininas". Algumas dessas atividades são mais valorizadas que outras? Discutam como aprenderam, ao longo da vida, a fazer essa distinção e se concordam com ela.
2. Em grupo, pesquisem em livros, filmes ou programas de televisão antigos exemplos do que era entendido como papel da mulher na sociedade da época. Essas ideias mudaram? Discutam em sala de aula sua opinião sobre elas.
3. Você já vivenciou alguma situação de preconceito na escola? Discuta com os colegas sobre a convivência com a diversidade no ambiente escolar. Planejem uma campanha sobre a prevenção ao preconceito para apresentar às outras turmas. Como sugestão, elaborem cartazes, um vídeo ou peça de teatro para divulgar ações relacionadas à importância da empatia e do bem-estar social.

Principais tipos de doença

Neste item, vamos olhar com mais atenção para as doenças que podem atingir o ser humano.

Segundo a OMS, as principais causas de morte nos países ricos são as doenças crônicas, como as cardiovasculares, bronquite, enfisema pulmonar, câncer, diabetes e demência. Em contraste, nos países mais pobres a prevalência é de doenças infecciosas, como diarreia, aids, malária, tuberculose e outras infecções pulmonares, além de complicações durante a gestação e o parto.

Conhecer os agentes causadores e os mecanismos das doenças é importante para elaborar medidas de prevenção e de tratamento adequadas à realidade de cada região. Confira a seguir os principais tipos de doença e suas causas.

Doenças infecciosas	
Tipo de agente causador	**Exemplos**
Vírus	Gripe, hepatite, aids, rubéola, varíola, sarampo.
Bactérias	Cólera, peste bubônica, tuberculose, hanseníase, sífilis, gonorreia.
Fungos	Micoses, candidíase, sapinho.
Protozoários	Giardíase, leishmaniose, malária, toxoplasmose.
Animais invertebrados	Ascaridíase, teníase, pediculose.

Doenças infecciosas ou transmissíveis

São aquelas causadas por agentes biológicos que infectam um hospedeiro. Esses agentes podem ser vírus, bactérias, fungos, protozoários e animais invertebrados (helmintos e artrópodes).

Infecções que causam doenças e podem ser transmitidas durante o ato sexual com uma pessoa contaminada são chamadas **infecções sexualmente transmissíveis** (**IST**).

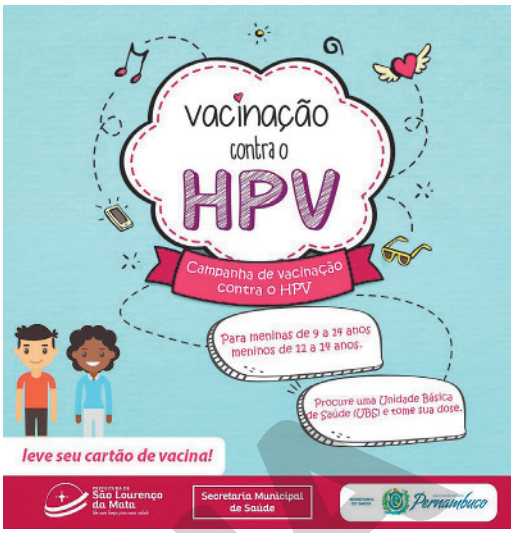
Conhecer essas doenças, seus agentes causadores, sintomas e tratamentos é importante para cuidar de sua saúde e de sua vida sexual e afetiva, mas apenas um médico pode realizar o diagnóstico e determinar um tratamento adequado. Havendo qualquer suspeita, procure sempre um profissional da saúde. A prevenção da maioria das IST é feita com o uso de camisinha nas relações sexuais.

A seguir são apresentadas as principais características de algumas doenças causadas por IST.

- **Gonorreia:** infecção que atinge a uretra, causada pela bactéria *Neisseria gonorrhoeae*, que pode ser transmitida no ato sexual. Se não tratada, pode alcançar os testículos (nos homens) ou o útero e as tubas uterinas (nas mulheres). Em geral, provoca sintomas mais aparentes nos homens, causando dor e ardência ao urinar. Seu tratamento é feito com antibióticos.
- **Clamídia:** infecção por *Chlamydia trachomatis*, bactéria que pode ser transmitida no ato sexual. Inicialmente, formam-se pequenas vesículas nos órgãos genitais externos, que podem evoluir para úlceras. Também é comum ocorrer uma inflamação dolorosa nos linfonodos da virilha. Seu tratamento é feito com antibióticos.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

- **Condiloma acuminado:** também conhecido por crista de galo ou verruga genital, é causado pelo papilomavírus humano, **HPV** (do inglês, *human papillomavirus*). Formam-se verrugas ou pápulas nos órgãos genitais externos, no ânus e em áreas próximas. Caso não seja tratado, pode provocar câncer no útero, pênis ou ânus. Esse vírus pode permanecer incubado por muito tempo antes de provocar a doença. O tratamento inclui medicamentos aplicados sobre a lesão, porém a vacinação contra o HPV é a principal forma de prevenção do câncer de colo de útero, contribuindo também para a não transmissão do vírus.



ACERVO DA PREFEITURA DE SÃO LOURENÇO DA MATA, PE

Cartaz de campanha da Secretaria de Saúde de Pernambuco para promover a vacinação contra o HPV, em 2019.

Caixa de ferramentas

Até o ano de 2016, utilizava-se a nomenclatura doenças sexualmente transmissíveis (DST). No entanto, seguindo o padrão utilizado pela Organização das Nações Unidas (ONU), passou-se a adotar o termo **infecção** em vez de **doença**. A justificativa para essa alteração é que o conceito de doença sugere um conjunto de sintomas aparentes. Como diversos agentes causadores de doenças podem ser transmitidos sem provocar doenças sintomáticas, muitas organizações, incluindo o Ministério da Saúde do Brasil, alteraram a designação "Doenças sexualmente transmissíveis (DST)" para "Infecções sexualmente transmissíveis (IST)".

Mais explicações sobre essa nomenclatura estão disponíveis em: <http://www.aids.gov.br/en/node/59358>. Acesso em: 14 jul. 2020.

- **Sífilis:** causada pela bactéria *Treponema pallidum*, pode ser transmitida pelo ato sexual, mas também pela placenta e por transfusão de sangue. Apresenta três fases de desenvolvimento. Na sífilis primária, surgem lesões indolores que podem não ser percebidas. Após dois ou três meses, na sífilis secundária, surgem pequenas lesões avermelhadas, geralmente nas palmas das mãos e nos pés. No terceiro estágio, a infecção pode atingir cérebro (causando demência), olhos (causando cegueira), vísceras e ossos. Seu tratamento é feito com antibióticos.
- **Candidíase:** a infecção pelo fungo *Candida albicans* provoca o sapinho na boca e a candidíase nos órgãos genitais. Na boca, o fungo cresce alimentando-se do tecido das mucosas, formando aftas internas ou feridas externas. Nos órgãos genitais masculinos, provoca coceira e vermelhidão, entre outros sintomas. Nas mulheres, ocasiona uma secreção esbranquiçada. O tratamento é feito com cremes antifúngicos e remédios por via oral.
- **Herpes genital:** é causada pelo vírus HSV-2 e transmitida por meio da relação sexual. Caracteriza-se pelo surgimento de pequenas bolhas doloridas nos genitais feminino e masculino. Não há cura, mas o tratamento pode acelerar a cicatrização e aliviar a dor.
- **Aids:** os primeiros casos de aids, ou síndrome da imunodeficiência adquirida, foram notificados no início da década de 1980, tornando-se uma epidemia mundial, ainda não controlada. Quando o vírus da imunodeficiência humana, o HIV (do inglês *human immunodeficiency virus*), infecta o organismo, ocorrem várias fases de interação entre o microrganismo e o corpo humano. Essas fases podem passar despercebidas até que se desenvolva o estágio final da doença: a aids.

  O vírus ataca os linfócitos T, um tipo específico de célula do sistema imunitário, o que deixa o corpo vulnerável a inúmeras infecções oportunistas que o organismo saudável conseguiria combater facilmente.

  A transmissão pode ocorrer pelo contato direto com sangue, esperma, secreções vaginais, placenta e leite materno contaminados. O contato social, o abraço, o beijo e o uso comum de objetos não transmitem o vírus.

  Se uma pessoa suspeita estar contaminada, deve procurar um serviço de saúde e fazer um teste (gratuito na rede pública). Se o teste indicar a contaminação, ela deverá ser acompanhada por um médico e iniciar o tratamento. Não há cura para a aids, mas muitas pessoas reagem bem aos tratamentos atuais, que podem diminuir a quantidade de vírus no corpo e melhorar o estado geral da pessoa.

REPRODUÇÃO

O laço vermelho é o símbolo internacional de solidariedade e de luta contra a aids. O vermelho foi escolhido por sua ligação ao sangue e à paixão.

É importante ressaltar a gravidade da aids e lembrar que ainda não existe cura para ela. Apesar disso, o tratamento disponível atualmente é considerado bem-sucedido, o que pode ser um dos motivos pelos quais os brasileiros não estejam tomando as devidas precauções. Como resultado, a detecção do HIV aumentou entre os jovens no período de 2007 a 2017 (resultado descrito no *Boletim Epidemiológico HIV AIDS 2018*, publicado pelo Ministério da Saúde em 2018).

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Doenças de longo desenvolvimento precisam ser evitadas com estratégias de longo prazo. Esta é uma oportunidade para os estudantes entenderem a importância do cuidado com a alimentação e com a postura corporal em sala de aula, especialmente quando estão sentados. No entanto, é preciso ter em mente que qualquer mudança de hábito leva algum tempo para se estabelecer, não bastando uma intervenção pontual.

Doenças degenerativas

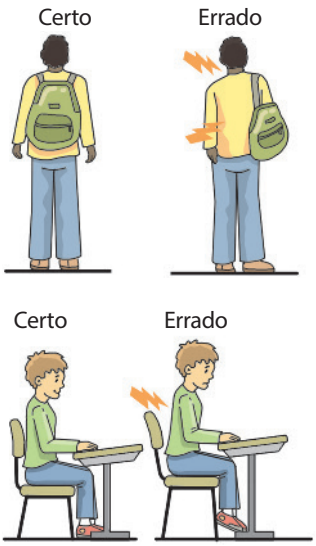
São aquelas em que a função ou estrutura de um órgão ou tecido é deteriorada ao longo do tempo e podem afetar qualquer um dos nossos sistemas. As causas podem estar relacionadas a hábitos de vida inadequados, como tabagismo, má alimentação e exposição a estresse prolongado, e também à propensão genética. Em geral, são doenças crônicas, ou seja, têm desenvolvimento lento e os sintomas persistem por um longo período. O tratamento, quando existe, pode ser demorado. Para muitas delas, não há cura. Em sua maioria, são doenças que aparecem ou são mais frequentes em indivíduos com idade superior a 60 anos.

Em 1800, a expectativa de vida em todos os países do mundo era inferior a 40 anos. Nos últimos 200 anos, esse índice subiu para 74 anos para mulheres e 69 anos para homens (média mundial em 2016). O aumento da expectativa de vida das populações resultou no aumento da incidência de algumas dessas doenças, como câncer, aterosclerose, osteoporose, mal de Alzheimer e outras formas de demência.

Doenças ocupacionais

São lesões causadas pela repetição de movimentos, posturas inadequadas por tempo prolongado ou exposição a condições prejudiciais à saúde. Podem ocorrer em certos tipos de trabalho que apresentam fatores de risco. Alguns exemplos são: LER (lesão por esforço repetitivo); perda auditiva induzida por ruído; intoxicações causadas pela exposição a agentes químicos, biológicos ou radioativos etc.

As doenças ocupacionais podem aparecer em curto, médio ou longo prazo. Para evitá-las, é preciso haver proteção compatível com o trabalho realizado. Os principais sintomas são dor crônica, dor muscular e dor nas articulações.



A postura inadequada pode levar a lesões e dores musculares.

Fonte: Ministério da Saúde. Corrija sua Postura. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/dicas/159corrija_postura.html>. Acesso em: 14 jul. 2020.

Doenças carenciais

São causadas pela ausência de uma ou mais vitaminas, por tempo prolongado. As vitaminas são compostos orgânicos essenciais para o funcionamento correto do nosso corpo e, como não podem ser sintetizadas pelo organismo em grandes quantidades, precisam ser obtidas, necessariamente, por meio da alimentação.

O escorbuto, doença caracterizada por hemorragias nas gengivas, é um exemplo de doença carencial, causada pela falta de vitamina C. Era comum na época das grandes navegações, nos séculos XV e XVI, quando os marinheiros passavam longos períodos em alto-mar sem consumir frutas nem verduras, alimentos ricos nessa vitamina.

Doenças causadas por toxinas ambientais

São resultantes da exposição a toxinas ambientais, como os agrotóxicos utilizados para controle de pragas nas plantações. Alguns sintomas da exposição a essas toxinas são: vômito, diarreia, problemas musculares, alterações da pressão arterial e confusão mental.

Se os estudantes vivem em uma região onde há agricultores, peça a eles que pesquisem (incluindo entrevistas, se possível) os agrotóxicos utilizados, sua função e os riscos associados.

A queima incompleta de combustíveis fósseis, como o álcool, a gasolina e o *diesel*, libera substâncias como monóxido de carbono, dióxido de nitrogênio e dióxido de enxofre, que poluem o ar e podem causar problemas respiratórios, como bronquite, asma, rinite e alergias.

O chumbo, o mercúrio e outros metais pesados também contaminam o ambiente. Esses materiais estão presentes em diversas indústrias, como mineradoras, metalúrgicas e as que fabricam tinta e plástico PVC, que os utilizam na linha de produção. Pilhas e baterias também possuem metais pesados entre seus componentes.

Como consequência da manipulação de mercúrio pela indústria, a água de nascentes e lençóis freáticos é contaminada e penetra na cadeia alimentar, pois se acumula nos tecidos de quem a consome. Esse metal pode causar a degeneração de diversos sistemas do organismo. Os principais sintomas são transtornos digestivos, transtornos nervosos, problemas renais, estomacais e neurológicos.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZI

Agrotóxicos nos alimentos

A produção agrícola no Brasil emprega em torno de 500 mil toneladas de agrotóxicos por ano, o que faz do nosso país o maior consumidor dessas substâncias no mundo, em valores absolutos. Em 2019, mais de 2.200 agrotóxicos diferentes eram comercializados no país – muitos dos quais proibidos em diversas partes do mundo –, e o número de produtos liberados vem aumentando a cada ano.

Como medida de auxílio à fiscalização do uso desses produtos e suas consequências para a saúde do consumidor, pesquisadores da Universidade Federal de Goiás (UFG) criaram, em 2019, uma técnica que permite identificar vestígios de agrotóxicos em frutas e legumes.

O trabalho dos pesquisadores focou inicialmente na utilização de determinado fungicida na cultura de maçãs, usado para retardar o apodrecimento dos frutos. Os resultados mostraram que, ao contrário do que o fabricante informa, o enilconazol (princípio ativo desse produto) não se degrada quando exposto à luz. Mais grave ainda: essa substância é capaz de atravessar a casca e penetrar a polpa da fruta. O estudo concluiu que esse agrotóxico é aplicado nas lavouras em concentração muito acima do limite considerado seguro para a saúde humana.

THOMAZ VITA NETO/PULSAR IMAGENS

O uso de agrotóxicos pode aumentar a produtividade das lavouras, mas muitos são prejudiciais ao ambiente e à saúde humana e de outros seres vivos. As pessoas que os aplicam precisam usar uma série de equipamentos de proteção individual (EPI), para evitar contaminação por essas substâncias. Na fotografia, aplicação de agrotóxico em plantação de cana-de-açúcar. (Planalto, SP, 2016.)

Doenças e o corpo humano

Uma forma de estudar as diferentes doenças que afetam o ser humano é agrupá-las de acordo com os principais sistemas corporais que elas afetam. Conheça alguns exemplos.

Sistema respiratório

As doenças que comumente afetam o sistema respiratório humano são infecções causadas por microrganismos inspirados com o ar, como no caso das gripes e resfriados. No entanto, a poluição do ar e hábitos que não são saudáveis, como o tabagismo, também prejudicam esse sistema.

É muito comum pessoas que vivem em grandes cidades terem problemas de saúde em consequência da má qualidade do ar resultante da presença de diversas fontes de poluição. Esses poluentes geralmente penetram no corpo pelo sistema respiratório, do qual migram para a circulação sanguínea e se espalham, atingindo os outros sistemas.

O hábito de fumar pode causar diversas complicações no sistema respiratório. A fumaça do cigarro contém cerca de 4.700 substâncias tóxicas, e seu consumo está relacionado com casos de irritação das vias respiratórias, como a bronquite (inflamação dos brônquios) e o enfisema (obstrução dos bronquíolos, impedindo a passagem de ar), e com cerca de 90% dos casos de câncer de pulmão. Os fumantes passivos, ou seja, aquelas pessoas que não fumam, mas que inalam a fumaça de outros fumantes próximos, também podem apresentar esses mesmos problemas.

O diagnóstico e o tratamento das doenças que afetam o sistema respiratório devem ser feitos por um médico.

DANIEL CYMBALISTA/PULSAR IMAGENS

A poluição do ar é comum em grandes centros urbanos, afetando a qualidade de vida de seus habitantes. Dados do Instituto Nacional de Análise Integrada do Risco Ambiental (Inaira) apontam que 90% da poluição atmosférica na cidade de São Paulo é causada por meios de transporte. (São Paulo, SP, 2019.)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Sistema digestório

Prisão de ventre, diarreias, dores abdominais, vômitos e enjoos estão entre os principais sintomas de que há algo errado com o sistema digestório no ser humano. Diversos fatores podem causar disfunções e doenças nos órgãos que compõem esse sistema. Entre eles, estão a ingestão de ovos de parasitas ou de microrganismos patogênicos, uma alimentação inadequada e predisposição genética.

Para evitar problemas nesse sistema, alguns cuidados básicos de higiene e de alimentação podem ser tomados, como lavar as mãos antes das refeições e após usar o banheiro, escovar corretamente os dentes, beber bastante água e sempre de boa qualidade, escolher bem os alimentos que serão consumidos, dando preferência àqueles de que se tenha informações da procedência e que sejam frescos, saudáveis e ricos em fibras e vitaminas. Deve-se evitar o consumo de alimentos industrializados, gordurosos e com grande quantidade de açúcar, além de bebidas alcoólicas.

O diagnóstico e o tratamento das doenças que afetam o sistema digestório devem ser feitos por um médico.

Sistema cardiovascular

As doenças que afetam o coração e os vasos sanguíneos, como aterosclerose, hipertensão e arritmias, são em conjunto chamadas de doenças cardiovasculares. Fatores como herança genética e hábitos de vida que não são saudáveis, como tabagismo, sedentarismo e alimentação inadequada, favorecem o desenvolvimento de algumas dessas doenças. Para preservar a saúde do sistema cardiovascular, é recomendado manter uma alimentação saudável e equilibrada, evitando excesso de alimentos gordurosos e ricos em sal. Também é importante fazer exercícios físicos regulares, sob orientação de um profissional qualificado.

O diagnóstico e o tratamento das doenças que afetam o sistema cardiovascular devem ser feitos por um médico.

Sistema urinário

Quando a excreção não ocorre de maneira adequada, substâncias tóxicas se acumulam no corpo, afetando o organismo de maneira geral. As causas mais frequentes desses problemas são alterações funcionais nos rins ou nas vias urinárias e infecções.

Cuidados com a higiene e a alimentação, além da ingestão de grande quantidade de água, podem evitar problemas nos órgãos desse sistema. Uma das principais causas de cálculos renais (conhecidos popularmente como "pedras nos rins"), por exemplo, é a pouca ingestão de água e/ou ingestão excessiva de certos alimentos.

O diagnóstico e o tratamento das doenças que afetam o sistema urinário devem ser feitos por um médico.

Atividade

Não escreva no livro.

1. Imagine uma situação em que um amigo suspeite estar contaminado por alguma IST e resolva procurar na internet formas de tratamento. Que conselhos você daria a esse amigo?

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

1. Em grupo, façam uma pesquisa sobre quais são as principais doenças negligenciadas e qual delas tem maior incidência no Brasil. Discutam possíveis soluções e redijam uma carta para as autoridades públicas, destacando a importância do incentivo a pesquisas relacionadas a essas doenças.

2. Pesquisem em grupo onde é possível descartar pilhas e baterias de modo seguro na cidade onde vivem. Depois, elaborem uma campanha em sua escola para recolher esses materiais de pais ou responsáveis, estudantes, professores e funcionários. Contabilizem e exponham o volume do material recolhido e, em seguida, encaminhem para o local adequado.

MODERNA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Tecnologia na saúde

Conhecer melhor as doenças – tipos, formas de transmissão e mecanismos de ação – permite elaborar estratégias de diagnóstico, prevenção e tratamento. O uso de tecnologias, simples ou complexas, pode ser um grande aliado no momento de colocar essas estratégias em prática. O salto na expectativa de vida mundial é um fenômeno recente na história da humanidade e deve-se, em grande parte, a avanços tecnológicos decorrentes dos conhecimentos de física e química que serão tratados nos capítulos seguintes.

Este pode ser um bom momento para discutir como a facilidade de trânsito de pessoas de um local para outro no mundo ajuda a espalhar mais rapidamente diversas doenças, contribuindo para a formação de pandemias.

Um dos principais impactos das tecnologias na saúde mundial atual são os avanços no registro, no armazenamento e na troca de informações relevantes, seja regionalmente, seja entre países. Os atuais meios de comunicação, incluindo telefonia, computadores e internet, permitem que as informações transitem com facilidade de um lugar para outro. Dessa maneira, por exemplo, **epidemias** (casos em que uma doença infecciosa atinge simultaneamente grande número de indivíduos em determinada localidade) e **pandemias** (uma epidemia que atinge proporções globais) podem ser rapidamente identificadas.

Atualmente, o **diagnóstico**, ou seja, a identificação, de várias doenças é realizado com o uso de aparelhos, como raios X, ultrassom, ressonância magnética, tomografia e microscópio. Todas essas tecnologias surgiram graças a investigações envolvendo diversos cientistas e estão agora à disposição dos profissionais da saúde.

O diagnóstico por imagens surgiu com a descoberta e o uso dos raios X. Outros métodos foram desenvolvidos a partir de então, como ultrassonografia, tomografia e ressonância magnética. Antes do surgimento dessas tecnologias, não era possível analisar o interior do organismo sem abri-lo. O método mais usado eram as manobras palpatórias, exames com as mãos que tinham como finalidade sentir a resistência e o tamanho dos órgãos internos, bem como a ausculta, para escutar os ruídos internos do organismo na tentativa de perceber alguma anomalia.

O sabão é uma excelente maneira de iniciar a discussão: é algo simples e com preço acessível, mas provocou uma verdadeira revolução na saúde pública.

A tecnologia, em conjunto com cuidados e atitudes, também atua na **prevenção** de algumas enfermidades, com o desenvolvimento de meios que evitam o estabelecimento e o desenvolvimento das doenças.

Um exemplo dessa tecnologia é o **sabão**, um material capaz de se ligar tanto a gorduras quanto à água. Dessa maneira, ele se agrega à sujeira e aos microrganismos, removendo esses componentes da pele e levando-os com a água utilizada no enxágue. Uma tecnologia tão simples, mas fundamental na prevenção da transmissão de doenças. Esse é o principal motivo pelo qual devemos sempre lavar as mãos após utilizar o sanitário e antes de manipular alimentos, cuidar de bebês e de enfermos, por exemplo.

A implementação de **saneamento básico** para toda a população também é uma importante tecnologia preventiva, pois evita a contaminação por diversos agentes infecciosos e a proliferação de muitas doenças.

Caixa de ferramentas

A Radiologia é o ramo da Medicina que emprega diferentes radiações para diagnosticar ou tratar doenças. A técnica radiológica mais conhecida emprega raios X e é amplamente utilizada para obter imagens do interior do corpo, o que possibilita o diagnóstico de diversas enfermidades – de fraturas ósseas à presença de tumores.

Essa radiação também é empregada na tomografia computadorizada. Essa técnica gera imagens de "fatias" do corpo, que podem ser processadas digitalmente e originar imagens tridimensionais de órgãos e outras estruturas internas.

A ressonância magnética também emprega radiação para gerar diagnósticos. O equipamento usado nesse exame usa campos magnéticos fortes e ondas de rádio para obter imagens em tempo real do corpo. Com isso, auxilia na identificação desde doenças neurológicas até ortopédicas.

Radiações são empregadas também no tratamento de doenças. O exemplo mais conhecido é a radioterapia no tratamento de câncer, que consiste na aplicação direcionada de radiação ionizante (raios X ou raios gama, por exemplo), um tipo de radiação capaz de danificar o DNA de células tumorais e impedir que se proliferem. No capítulo 6, esse tema será explorado com mais detalhes.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Alguns grupos sociais e religiosos são contrários ao uso de métodos contraceptivos. Dependendo do contexto local, este tema pode trazer desafios ao professor, mas não deve ser ignorado. Conhecer os métodos contraceptivos é um direito dos estudantes. Portanto, o acesso à informação deve ser privilegiado e, se for o caso, as divergências de opinião poderão ser trazidas para discussão explícita em sala de aula.

Métodos contraceptivos

Os **métodos contraceptivos**, ou **anticoncepcionais**, são utilizados para evitar a gravidez. Para realizar esse controle, existem diferentes recursos que incluem o uso de medicamentos, aparatos, procedimentos e comportamentos. O preservativo, além de ser um método de contracepção, previne as IST.

Uma das consequências mais importantes do estudo da reprodução para o exercício da cidadania é a possibilidade de escolher o momento mais adequado para ter um filho. A seguir, serão apresentados os principais métodos contraceptivos. É sempre importante procurar um médico para escolher o melhor método e para saber usá-lo corretamente.

EXEMPLOS DE MÉTODOS CONTRACEPTIVOS

JENJEN42/ISTOCK/GETTY IMAGES

Diafragma: capa flexível de látex ou silicone que a mulher coloca no interior da vagina antes da relação sexual e fica presa ao colo do útero, impedindo a entrada dos espermatozoides. O diafragma deve ser retirado no mínimo seis horas após a relação. Depois de usado, deve ser lavado com água e sabão neutro e pode ser guardado para uso futuro. Para maior eficiência, pode-se utilizar um produto espermicida (que atua na inativação dos espermatozoides), principalmente na borda interna.

Tabelinha: esse método comportamental corresponde à privação sexual durante o período fértil da mulher, que varia de um organismo para o outro. Por isso, é considerado um método bastante falho. De maneira geral, para mulheres que apresentem ciclos regulares com duração de 26 a 32 dias, esse período vai do 8º ao 19º dia do ciclo.

SERGIY KUZMIN/SHUTTERSTOCK

NITO/SHUTTERSTOCK

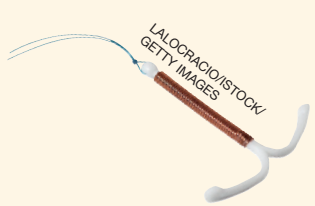
Preservativo: também chamado de camisinha, é o único método contraceptivo que também previne a transmissão de IST. A **camisinha masculina** é uma capa que se coloca sobre o pênis ereto antes da penetração para impedir o contato direto do pênis com o interior da vagina e reter o esperma. A **camisinha feminina** deve ser introduzida na vagina antes da relação, e o pênis deve penetrar nela, não mantendo contato direto com a vagina. Após a ejaculação, o aro externo deve ser torcido para reter o esperma, e a camisinha pode ser retirada e descartada.

Métodos cirúrgicos: são considerados irreversíveis (embora ocorram algumas exceções). Nas mulheres, ocorre a laqueadura tubária, procedimento em que a tuba uterina é cortada, interrompendo sua ligação com o útero, o que impede a fecundação. Nos homens, o escroto é aberto por uma pequena incisão e os ductos deferentes são cortados, impedindo a passagem de espermatozoides.

STAS MALYAREVSKY/SHUTTERSTOCK

Pílula anticoncepcional: sua formulação contém derivados sintéticos dos hormônios estrogênio e progesterona e atua inibindo a ovulação. A pílula é tomada via oral, mas também existem opções de uso de hormônio por meio de injeções, implantes sob a pele, anel vaginal ou adesivos. Apenas um médico pode receitar o uso desses métodos e orientar corretamente sobre os riscos a eles associados.

Coito interrompido: consiste na retirada do pênis da vagina antes da ejaculação. No entanto, mesmo as secreções masculinas produzidas antes da ejaculação podem conter espermatozoides em quantidade suficiente para que ocorra a fecundação. Além disso, o método exige um controle atento por parte do casal, difícil de ocorrer em situação de grande estímulo. Essas duas condições tornam esse método pouco eficiente.


LALOCRACIO/ISTOCK/GETTY IMAGES

DIU: sigla para dispositivo intrauterino, corresponde a uma pequena peça de cobre ou de plástico e metal introduzida no útero por um profissional da saúde. Age, principalmente, impedindo a implantação do embrião e debilitando os espermatozoides e os óvulos. Requer acompanhamento médico periódico.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODELO

O preservativo masculino é um dos métodos mais conhecidos pela maioria dos estudantes. Por ser importante para evitar tanto uma gravidez indesejada quanto uma IST, deve ser valorizado e tornar-se algo familiar. Não deixe de esclarecer que os serviços públicos de saúde oferecem camisinhas gratuitamente e contam com profissionais qualificados para orientar jovens sobre os diferentes métodos contraceptivos.

Uso da camisinha masculina

Muitas vezes, a camisinha masculina pode estourar durante a relação sexual, trazendo o risco de uma gravidez indesejada ou de contrair uma IST. Alguns cuidados podem evitar que esse tipo de acidente ocorra:

- Armazenar o preservativo em condições adequadas, afastado do calor e sem amassar (por exemplo, evitar guardá-lo no bolso da calça).
- Observar sempre a integridade da embalagem, bem como o prazo de validade.
- Usar apenas lubrificantes de base aquosa (gel lubrificante), pois os oleosos (vaselina ou óleos alimentares) danificam o látex, ocasionando sua ruptura.
- Colocar o preservativo corretamente, sem ar e com espaço em sua extremidade para recolhimento do esperma.
- Utilizar sempre preservativo de tamanho adequado.
- Segurar firmemente a base do preservativo ao retirá-lo.
- Nunca utilizar a camisinha masculina em conjunto com a feminina, nem duas masculinas ao mesmo tempo.

O sistema imunitário humano

O sistema imunitário humano é o responsável pela reação do corpo à invasão de agentes externos, chamada de **resposta imune** ou imunológica. Ele é constituído por **leucócitos**, células também chamadas de glóbulos brancos, e pelos órgãos nos quais essas células se formam, multiplicam e maturam.

A primeira defesa contra microrganismos nos seres humanos é feita pelo epitélio, estrutura que protege a pele, o trato gastrointestinal e o trato respiratório, dificultando a entrada de microrganismos. Ela é uma barreira física e também produz algumas moléculas que combatem microrganismos invasores. Ao ultrapassar essa barreira, os agentes externos são combatidos pelas células do sistema imunitário.

O funcionamento do sistema imunitário

As células sanguíneas são produzidas na medula óssea, localizada no interior dos ossos humanos. Os recém-nascidos possuem a medula óssea vermelha em diversos ossos do corpo, mas, nos adultos, ela só é encontrada na extremidade de alguns.

Nessa medula, existem células-tronco pluripotentes, que se diferenciam formando os vários tipos de leucócitos que vão constituir as células do sistema imunitário do organismo. Muitos leucócitos são armazenados no baço, órgão que também remove microrganismos e substâncias estranhas do sangue.

Os macrófagos são tipos de leucócitos que se movimentam pelos tecidos e são capazes de reconhecer e ingerir por fagocitose microrganismos invasores. Eles são as primeiras células a entrar em ação na resposta imune e apresentam sinais para a ativação de outros leucócitos.

As próximas células do sistema imunitário a entrar em ação são os **linfócitos**, que podem ser de dois tipos, B ou T. Os linfócitos B são responsáveis pela produção de anticorpos, proteínas que interagem especificamente com diferentes microrganismos ou moléculas e atuam na chamada **imunidade humoral**, neutralizando microrganismos e toxinas que se encontram no meio extracelular. Um microrganismo ou molécula capaz de desencadear a produção de um anticorpo é chamado de antígeno. Já os linfócitos T atuam na **imunidade celular**. Eles são capazes de reconhecer células estranhas ou células do próprio organismo que se encontrem alteradas ou infectadas, por exemplo, por um vírus.

Imunização passiva: soros

Algumas toxinas, como a peçonha de serpentes e escorpiões, possuem um efeito muito rápido no organismo humano, impedindo que ocorra uma resposta imune em tempo adequado. Assim, pode ser necessária a aplicação direta no sangue da pessoa de uma solução de anticorpos prontos, conhecida como **soro**.

O soro atualmente é produzido com a aplicação de peçonha, em quantidade não letal, em animais de grande porte, como cavalos. Após determinado tempo, é extraída uma porção de sangue do animal, e os anticorpos produzidos são isolados para compor o soro. Ao aplicar o soro no sangue da pessoa picada, os anticorpos neutralizam a toxina, eliminando-a do organismo. Como o próprio anticorpo é uma substância estranha, com o tempo ele é atacado e degradado no organismo. Esse tipo de imunização, em que o corpo não é estimulado a produzir anticorpos contra o invasor original, é chamado de **imunização passiva**.

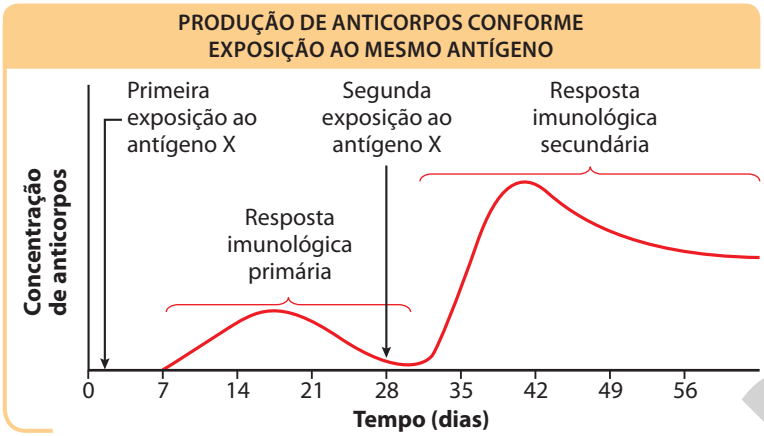
Imunização ativa: vacinas

O sistema imunológico desenvolve respostas mais eficazes e rápidas quando exposto repetidas vezes ao mesmo antígeno. A resposta à primeira exposição ao antígeno, chamada resposta imunológica primária, é desencadeada por linfócitos que o encontraram pela primeira vez. Durante essa resposta, há a formação de células de memória, que podem sobreviver por anos no organismo.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Quando o corpo entra em contato mais uma vez com esse mesmo antígeno, as células de memória são ativadas e medeiam a resposta imunológica secundária, mais eficaz e rápida que a primária, eliminando o antígeno rapidamente graças à produção de anticorpos em menor intervalo temporal.



Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al. Biology*: concepts and connections. 6. ed. San Francisco: Benjamin Cummings, 2009.

ANDERSON DE ANDRADE PIMENTEL

No final do século XVIII, foram desenvolvidas as primeiras vacinas, uma maneira de imunizar uma pessoa contra uma infecção que ela ainda não teve. No processo de vacinação, aplica-se o microrganismo atenuado ou parte dele, de modo que não cause a doença, mas ative o sistema imune e gere células de memória. Assim, ao ocorrer uma infecção por esse mesmo microrganismo, será desencadeada uma resposta mais rápida e eficiente na pessoa.

Esse processo é conhecido como imunização ativa, uma vez que o corpo é estimulado a produzir os próprios anticorpos protetores. Como todo procedimento, possui uma taxa de falha, podendo causar reações alérgicas em algumas pessoas, mas essa probabilidade é extremamente pequena e muito menos significativa que o ganho obtido com a vacinação. Algumas doenças, como a poliomielite, foram erradicadas ou estão em vias de erradicação graças à vacinação.

A importância das vacinas

O desenvolvimento das **vacinas** foi um passo importante na prevenção de doenças. A maioria delas é fabricada a partir de agentes patogênicos enfraquecidos ou mortos ou apenas partículas deles; sua aplicação estimula nosso sistema imunitário a produzir anticorpos contra aquele agente patológico. Assim, se entrarmos em contato com aquele agente da doença, nosso organismo será capaz de reconhecê-lo e reagir rapidamente, combatendo-o antes de a doença se instalar.

A técnica da vacina é atribuída ao médico britânico Edward Jenner (1749-1823). Em 1796, Jenner criou um novo método para combater a varíola, doença que afetava uma parcela enorme da população e matou milhões de pessoas. A evidência mais antiga dessa doença foi encontrada na múmia egípcia de Ramsés V, falecido mais de mil anos antes de Cristo.

GASTON-THEODORE MELINGUE – ACADEMIA NACIONAL DE MEDICINA, PARIS

Obra que retrata o médico Edward Jenner aplicando material com vírus da varíola bovina em um garoto. (MELINGUE, G. *Edward Jenner e a primeira vacina*. 1879. Óleo sobre tela.)

Uma variante da varíola, chamada varíola bovina (por isso o termo "vacina", do latim: *vaccinae*, *vacca*, que significa "da vaca"), afetava principalmente o gado bovino, mas uma versão branda da doença também atingia pessoas que tinham contato com esses animais.

Observando que muitas pessoas infectadas com a variante bovina eram imunes à varíola humana, Jenner conduziu o seguinte experimento: recolheu o líquido (pus) das feridas ocasionadas pela varíola bovina das mãos de uma mulher e colocou sobre pequenos arranhões que fez no braço de um garoto de oito anos de idade. O menino apresentou alguns sintomas da doença, mas se recuperou. Em seguida, expôs o garoto à varíola humana e observou que ele estava imune. Desde então, a técnica foi aperfeiçoada e é largamente utilizada para dezenas de doenças.

Aproveite este momento para informar os estudantes sobre as vacinas indicadas para os adolescentes. Incentive-os a conferir se estão em dia com essas vacinas e, em caso negativo, oriente-os a procurar um serviço de saúde para tomar as doses que estiverem faltando.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Tecnologia no tratamento de doenças

Medicamentos são exemplos de tecnologia voltada ao tratamento de doenças, que visa eliminá-las do organismo ou amenizar seus sintomas. Alguns são capazes de matar certas bactérias (antibióticos), outros diminuem a sensação de dor (analgésicos), controlam a febre (antitérmicos), além de milhares de outros mais específicos.

É importante saber que todos os remédios podem causar efeitos indesejáveis, alguns bastante graves. Por isso, não é seguro tomar nenhum medicamento por conta própria. Apenas um médico tem o conhecimento necessário e está autorizado a receitá-los. No capítulo 5, serão apresentados mais detalhes sobre essas substâncias.

Interligações

Não escreva no livro.

O gás mostarda e a quimioterapia

A quimioterapia é um método que utiliza compostos químicos para o tratamento de doenças, comumente aplicada para destruir as células que formam os tumores. Esses medicamentos se misturam com o sangue e são levados a todas as partes do corpo, interferindo na capacidade de multiplicação das células tumorais, mas atingindo também as demais células do corpo. Por isso, podem causar diversos efeitos colaterais.

O primeiro quimioterápico utilizado em tratamento foi o gás mostarda nitrogenado, anteriormente usado como arma química nas duas guerras mundiais. Após a exposição de soldados a esse agente, observou-se que havia diminuição no número de glóbulos brancos do sangue, o que levou a seu uso para o tratamento de alguns tipos de câncer que causam o aumento excessivo dessas células, como as leucemias.

1. Além da quimioterapia, existem outros tratamentos para câncer. Como o desenvolvimento desses procedimentos afetou a sociedade e a qualidade de vida das pessoas?
2. Procure saber se em sua cidade o sistema de saúde oferece esse tipo de tratamento.

Atividades

Não escreva no livro.

1. Liste exemplos de tecnologias (simples e complexas), além das que já foram mencionadas neste item, presentes no seu dia a dia que auxiliam na manutenção da saúde.
2. O que você diria, com relação a métodos contraceptivos, a uma pessoa que está iniciando a vida sexual?
3. O texto da página anterior apresenta o experimento que o médico Edward Jenner realizou com uma criança para estabelecer o desenvolvimento da vacinação. Discuta a metodologia empregada nesse estudo e a ética envolvida. Você acha que experimentos como esse devem ser permitidos?

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

1. Esta tirinha ficou em 4º lugar no Festival Internacional de Humor e Arte em Aids, promovido pelo Ministério da Cultura em 2012. Em grupo, inventem outra tirinha que, com humor, possa informar as pessoas sobre maneiras de prevenção de IST. Organizem com o professor a divulgação das tirinhas no jornal da escola ou a exposição em um mural.

© EVANDRO ALVES

2. Você já assistiu a ou escutou falar de algum filme ou livro que conte a história de uma grande epidemia ou pandemia (real ou fictícia)? Conte a um colega a história envolvida, como a doença surgiu, que proporções tomou, o que a fez chegar a esse ponto, que estudos foram realizados para tentar combatê-la etc.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Saúde no Brasil

O desenvolvimento da Medicina no Brasil sofreu influência principalmente das medicinas indígena, africana e europeia. Os primeiros a praticar a Medicina no Brasil foram os indígenas nativos, que utilizavam as ervas medicinais tropicais para curar doenças.

No Brasil colônia, após a chegada dos portugueses, foram introduzidas as primeiras práticas médicas europeias e, com a escravidão, a Medicina tradicional africana também se estabeleceu no país.

Antes da chegada ao Brasil, em 1808, do príncipe regente Dom João (1767-1826), a formação de profissionais era precária, pois não havia faculdades nem escolas. A religião também interferia muito no cuidado com os doentes. Dom João fundou duas escolas de Medicina, uma na Bahia e outra no Rio de Janeiro. Nesse período, as doenças tropicais passaram a afetar os europeus recém-chegados, mas eles próprios haviam trazido várias doenças da Europa, como a varíola. Então, hospitais foram fundados para atender os doentes e combater as epidemias.

Foi apenas no século XX que a Medicina brasileira passou a ter autonomia, com a fundação de institutos de pesquisa, como o Manguinhos, no Rio de Janeiro, e o Butantan, em São Paulo.

Nos séculos XIX e XX, vários médicos e profissionais da saúde brasileiros contribuíram amplamente para as descobertas médicas no país e no mundo. Alguns deles estão citados a seguir.

- **Adolfo Lutz** (1855-1940): médico carioca, considerado um dos precursores da Medicina tropical no Brasil. Suas principais contribuições foram nos estudos de doenças como febre amarela, peste bubônica, malária, esquistossomose e leishmaniose.
- **Vital Brazil** (1865-1950): médico imunologista mineiro de renome internacional, que se destacou principalmente por seus trabalhos no combate à peste bubônica, à varíola e à febre amarela, assim como por suas descobertas sobre a especificidade dos soros antiofídicos.
- **Oswaldo Cruz** (1872-1917): médico paulista, também um dos pioneiros no estudo de doenças tropicais. Estagiou no Instituto Pasteur e, ao retornar ao Brasil, assumiu a Diretoria-geral de Saúde Pública, quando coordenou campanhas de vacinação obrigatória para erradicar a varíola e a febre amarela no Brasil.

A charge de Leônidas reproduzida acima, de 1904, retrata o episódio da Revolta da Vacina, ocorrido nesse mesmo ano. A população, na época, se revoltou contra a lei de iniciativa do sanitarista Oswaldo Cruz, que tornou obrigatória a vacinação contra a varíola. Oswaldo Cruz está representado, no centro da imagem, liderando o exército da vacinação.

© LEÔNIDAS – FUNDAÇÃO CASA DE RUI BARBOSA, RIO DE JANEIRO
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

- **Carlos Chagas** (1879-1934): médico mineiro que dedicou sua carreira ao combate à malária. Também estudou profundamente a doença que levaria seu nome, a doença de Chagas. Ele descreveu por completo seu ciclo, identificando agente causador (*Tripanossoma cruzi*), hospedeiro, sintomas, forma de transmissão, além de ter realizado estudos epidemiológicos sobre a presença dela no Brasil.
- **Emílio Ribas** (1862-1925): sanitarista paulista, fundou o Instituto Butantan. Dedicou seu trabalho ao combate à febre amarela, determinando que a luta contra as larvas do mosquito fosse considerada medida profilática.

O Sistema Único de Saúde (SUS)

No Brasil, o Sistema Único de Saúde (SUS) foi criado pela Constituição Federal em 1988. Seus princípios básicos são:

- **Universalidade:** todos os cidadãos devem ter acesso aos serviços de saúde, sem discriminação com relação a cor, condição econômica, gênero e ancestralidade.
- **Integralidade:** a saúde dos cidadãos resulta de acesso a terra, emprego, renda, saneamento básico, serviços de saúde – como prevenção, tratamento e reabilitação – e educação, pleno e para toda a família.
- **Equidade:** o direito à saúde visa reduzir as desigualdades entre indivíduos e populações.

O termo **doenças negligenciadas** é empregado para enfermidades que não só prevalecem em populações mais pobres, mas também contribuem para a manutenção da desigualdade social. O financiamento de pesquisas referentes a essas doenças – dengue, doença de Chagas, esquistossomose, hanseníase, malária, tuberculose e outras – depende quase exclusivamente do poder público, pois esse mercado não é visto como lucrativo para empresas privadas. Use esse exemplo para abordar a importância do SUS e das instituições públicas de pesquisa.

Interligações

Não escreva no livro.

Mulheres pioneiras na Medicina brasileira

Até o final do século XIX, o ingresso de mulheres nas faculdades de Medicina do Brasil não era permitido. Contudo, algumas mulheres desafiaram os preconceitos de seu tempo para se dedicar a essa profissão.

A carioca Maria Augusta Generoso Estrella foi a primeira mulher brasileira a obter um diploma de Medicina. Ela estudou em Nova York, formou-se em 1881 e posteriormente retornou ao Brasil, onde clinicou por muitos anos.

Após a liberação do ingresso de mulheres nas faculdades de Medicina brasileiras, a primeira médica a se formar foi a gaúcha Rita Lobato Velho Lopes. Ela frequentou as faculdades de Medicina do Rio de Janeiro e da Bahia. Formou-se em 1887 e focou seu estudo na área de obstetrícia. Rita foi também a primeira mulher vereadora do Brasil, em 1934.

1. Identifique mulheres em destaque nas diferentes áreas de produção humana, como a medicina, as ciências, a política. Compare esses resultados com o número de homens nas mesmas funções ocupadas por essas mulheres. Discuta com seus colegas se as mulheres ainda hoje têm dificuldade de escolher determinadas profissões na sociedade.

FMB/UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, SALVADOR

A médica Rita Lobato (1866-1954), no dia da sua graduação. (Salvador, BA, 1887.)

Qualidade de vida nas diferentes regiões do Brasil

Segundo o *Relatório do Desenvolvimento Humano* de 2017, publicado pela Organização das Nações Unidas (ONU), o IDH do Brasil ficou em 0,744, correspondendo à 79ª posição entre 189 países. Durante as últimas três décadas, o IDH do Brasil vem crescendo e esse valor é mais alto que a média para os países da América Latina. Mas o Brasil é um país muito grande, assim como muito grandes são as desigualdades sociais encontradas nas diversas regiões. Será que esse valor médio do IDH reflete mesmo a qualidade de vida de todos os brasileiros?

Separando o Brasil em regiões, esses valores mudam bastante. De acordo com o *Atlas do Desenvolvimento Humano nas Regiões Metropolitanas Brasileiras*, de 2014, a diferença entre o maior IDH do país (de São Paulo) e o menor (de Manaus) é de 10,3%. Apesar de a diferença ter diminuído consideravelmente nas últimas décadas, esses dados apontam para a importância de criar políticas públicas que resultem em valores mais equilibrados.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

A falta de água tratada e de saneamento básico, principalmente na periferia das cidades grandes e nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, faz com que algumas doenças infecciosas, como diarreia, cólera e malária, afetem grande parcela da população. Já nos grandes centros urbanos, a correria do dia a dia, a má alimentação, a poluição e o sedentarismo levam parte da população a ter problemas relacionados ao estresse, como doenças cardíacas, câncer, obesidade e diabetes.

Atividades

Não escreva no livro.

1. Procure informações sobre o valor de IDH de algumas cidades da região onde você mora. Diversifique sua pesquisa e inclua grandes centros urbanos e cidades majoritariamente rurais. Verifique como essas cidades estariam classificadas em relação à lista do IDH dos países. Há diferenças significativas dos valores encontrados?

2. Discuta com seus colegas o que vocês fariam em uma situação semelhante à que levou à Revolta da Vacina. Tente se imaginar na época em que o episódio ocorreu, qual era o conhecimento da população sobre as doenças e as vacinas, a forma como ela foi imposta, entre outros fatores.

Interligações

Não escreva no livro.

Conhecimentos das populações tradicionais

Populações indígenas que vivem em regiões de alta biodiversidade acumularam, ao longo de sua existência, um conhecimento cultural valioso sobre a fauna e a flora locais. Em especial, muitas fazem uso de dezenas de espécies de plantas e animais para prevenção e tratamento de enfermidades.

O Brasil é o líder mundial de megadiversidade, o que significa que existem grandes chances de que muitas plantas e animais locais possam ter uso industrial, cosmético ou medicinal e, portanto, enorme valor comercial. A maior parte dessas espécies sequer foi estudada e catalogada pelos cientistas.

Por isso, muitas empresas tentam se apropriar do conhecimento tradicional, de plantas e animais locais, para exploração comercial. Depois de identificarem algum composto com potencial uso comercial, protegem-se com patentes internacionais. Dessa forma, as empresas passam a obter lucros, muitas vezes milionários, sem reconhecer a origem do conhecimento nem compartilhar os lucros com as populações nativas.

O óleo e os extratos de andiroba, o óleo de copaíba e o veneno de jararaca são apenas alguns exemplos de produtos já registrados por empresas estrangeiras. O comércio ilegal de animais silvestres também atinge o país intensamente e movimenta bilhões de dólares a cada ano.

ROSA GAUDITANO/STUDIO R

Erva medicinal usada na cerimônia de furação de orelha da tribo xavante. (Terra Indígena Pimentel Barbosa, MT.)

1. Você acha importante conhecer os costumes de comunidades tradicionais brasileiras? Por quê? Como esses costumes poderiam ser incorporados pela Ciência sem prejudicar essas comunidades ou o ambiente e sem que apenas uma pequena parcela da população fosse beneficiada?

2. Por que a Amazônia é um dos principais alvos de biopirataria?

3. Qual é o interesse das empresas em patentear extratos de plantas e outras substâncias?

4. Algum parente mais velho (pais, avós, tios) ou outras pessoas de sua comunidade já o orientaram quanto à saúde ou ao tratamento de alguma doença por meio de conhecimento popular? Conte aos colegas o que aconselharam, se você seguiu a orientação e qual foi o resultado.

REPRODUÇÃO PROIBIDA

Qualidade de vida e hábitos saudáveis

A ideia de saúde como qualidade de vida é condicionada por diversos fatores definidos pela Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde, realizada no ano de 1986, na cidade de Ottawa, no Canadá. Ter saúde significa ter moradia, alimentação, educação, renda, igualdade social, além de recursos sustentáveis em um ecossistema estável. É necessário também o estado de paz, definido como ausência de conflitos e guerra.

Cabe ao Estado garantir condições adequadas de vida e acesso universal e igualitário aos serviços de saúde. Entretanto, governo e população devem caminhar juntos. Cada indivíduo deve aprender também a cuidar da própria saúde, do meio em que vive e dedicar-se para atingir o bem-estar físico, mental e social.

Este item pretende chamar a atenção para diferentes maneiras com que os estudantes podem se responsabilizar pela própria saúde, ao incluir hábitos saudáveis em seu dia a dia. Você pode iniciar questionando-os sobre o que consideram hábitos saudáveis e quais eles aplicam em suas rotinas.

1. Faça exercícios físicos

A prática de atividades físicas regulares é recomendada para a manutenção da saúde e a prevenção de diversas doenças. Se você não tem esse costume, deve começar aos poucos.

Caminhadas, subir escadas e andar de bicicleta são exercícios simples que ajudam a melhorar o condicionamento físico. Lembre-se de procurar o apoio de um profissional do esporte para orientar e acompanhar o treino e evitar lesões.

LUCIANA WHITAKER/PULSAR IMAGENS

Praticar exercícios regularmente fortalece os músculos e o sistema cardiovascular, reduzindo o risco de lesões e doenças degenerativas.

2. Aprenda a se alimentar

São exemplos de hábitos alimentares saudáveis: beber água potável, comer frutas e hortaliças regularmente, evitar alimentos gordurosos, doces e industrializados, comer leguminosas, como o feijão, diminuir o consumo de sal e refrigerantes. Além disso, é desejável fazer três refeições por dia e pequenos lanches nos intervalos.

DIOGOPPR/SHUTTERSTOCK

Alimentar-se de forma equilibrada ajuda a evitar uma série de doenças.

3. Reserve um tempo para descansar

Dormir bem é essencial para enfrentar as tarefas diárias. É durante a noite que muitas funções do nosso organismo são reguladas. Hormônios como o do crescimento e o da saciedade são liberados enquanto dormimos. Pessoas que dormem pouco ficam cansadas durante o dia e acabam deixando de lado as atividades físicas, comem mais e podem ter uma série de problemas de saúde, como diabetes. Além disso, passeios a parques, museus e a prática de leitura, jogos e outras atividades recreativas são importantes para a saúde mental.

VASIN LEE/SHUTTERSTOCK

Um período de sono adequado e um tempo destinado ao lazer são essenciais para uma saúde equilibrada.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

EM OBRA

4. Defenda-se das drogas!

Além das drogas ilegais, que podem trazer diversos prejuízos ao organismo, o cigarro e o álcool também devem ser evitados. O perigo que essas drogas representam fica encoberto por se tratar de drogas socialmente aceitas, cuja venda é legalizada.

O cigarro possui mais de 4 mil substâncias tóxicas e alto poder de vício. Seu uso continuado pode provocar bronquite, enfisema pulmonar, derrame cerebral, infarto e diversas formas de câncer. Estima-se que o tabagismo seja responsável por mais de 5 milhões de mortes todos os anos.

Ingerir bebidas alcoólicas também faz mal à saúde e pode causar dependência. Além disso, aumenta o risco de uma série de doenças crônicas, como doenças cardíacas, doenças do fígado, câncer e distúrbios neurológicos, entre outras.

5. Apoie o desenvolvimento sustentável

Ao reduzir o impacto que as atividades humanas causam ao ambiente, podemos preservá-lo e melhorar a qualidade de vida das gerações futuras. Para que o desenvolvimento se torne sustentável, precisamos estar conscientes de nossos hábitos de consumo e de exploração dos recursos naturais, investir em inovação e buscar novas soluções para suprir nossas necessidades. Assim, poderemos minimizar os prejuízos à sociedade, à economia e ao ambiente.

KRISDA PONCHAIPULLTAWEE/SHUTTERSTOCK

Reduzir a quantidade de lixo produzida, avaliando se o que consumimos é realmente importante, reutilizar e reciclar são atitudes que contribuem para o desenvolvimento sustentável.

Atividades

Não escreva no livro.

1. Pense em seu dia a dia e registre alguns de seus hábitos de vida saudáveis. Inclua na lista atitudes que você poderia adotar relacionadas às cinco maneiras de cuidar da saúde citadas neste item.

2. Imagine que você vá a uma loja e compre uma camiseta. O funcionário retira de uma gaveta um papel celofane, uma fita, um saquinho plástico e uma sacola com a marca da loja, para embrulhá-la. Converse com seus colegas sobre a necessidade do uso de todos esses materiais. Qual atitude vocês teriam diante dessa situação? Por quê? Esquematizem uma cadeia produtiva de todos os materiais que podem estar envolvidos nessa situação.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

1. Em grupo, pesquisem sobre as restrições à propaganda de cigarros e de bebidas alcoólicas aplicadas ao longo dos anos. Quais motivações justificam essas restrições? Que pressões e conflitos de interesse vocês conseguem identificar? Essas medidas podem reduzir o consumo? Após a pesquisa, dividam-se em dois grupos para simular um debate: um grupo deve representar as empresas que vendem esses produtos, o outro deve defender as restrições a eles.

2. Em grupo, entrevistem pelo menos três fumantes e três ex-fumantes. Perguntem a eles como começaram a fumar, se conhecem os efeitos desse hábito sobre a saúde, se gostariam de parar (no caso dos fumantes) e como foi o processo de parar (no caso dos ex-fumantes). Apresentem os relatos para o restante da turma e conversem sobre o que foi possível aprender com eles.

Interligações

Não escreva no livro.

Impacto das redes sociais na saúde

O desenvolvimento de um vício não ocorre apenas com o uso de drogas, como álcool ou cigarro. Nos últimos anos, pesquisadores têm olhado com preocupação para o crescimento do vício em redes sociais, especialmente entre as parcelas mais jovens da população. Essa dependência se manifesta, por exemplo, na necessidade de ter o *smartphone* próximo de si o tempo todo ou na angústia que surge quando a carga de bateria está próxima do fim.

De maneira análoga a diversas drogas recreativas, a busca por curtidas estimula áreas do cérebro associadas às sensações de prazer e recompensa. Porém, o prazer proporcionado por uma curtida é efêmero. O cérebro busca, então, repetir o estímulo prazeroso com frequência e intensidade cada vez maiores. Esse é o mecanismo básico para o estabelecimento de um vício.

As consequências da dependência de redes sociais podem ir muito além do incômodo passageiro: estudos recentes concluem que estamos presenciando um aumento exponencial dos casos de depressão e transtorno de ansiedade, duas doenças mentais que podem trazer graves consequências ao paciente, prejudicando também o convívio com pessoas próximas.

A Organização Mundial da Saúde considera a depressão como o "mal do século" e alerta para o fato de que a crescente dependência de redes sociais pode ser um dos fatores responsáveis pela proliferação dessa doença, bem como da ansiedade. Esse risco é especialmente grave para os adolescentes, pois essa é uma fase da vida fundamental para a construção da identidade individual. A busca por atender a determinados padrões (de corpo, vestimenta, comportamento, entre outros), em geral inatingíveis, em nome do pertencimento a um grupo e da aceitação pelos seus pares, coloca o adolescente em uma posição de vulnerabilidade.

A impossibilidade de atender a tais padrões, associada ao "medo de estar por fora", pode desencadear uma piora no quadro de saúde mental do indivíduo. É nesse contexto que doenças como a ansiedade e a depressão podem se manifestar.

Estudos sobre o assunto revelam dados preocupantes: 40% das meninas e 25% dos meninos já tiveram experiência de assédio *on-line* ou *cyberbullying*. Entre os rapazes, 27% já se sentiram excluídos na internet, contra 48% das meninas. No período entre 2012 e 2015, os sintomas de ansiedade e depressão cresceram 21% entre eles e 50% entre elas.

Fonte dos dados: <https://emais.estadao.com.br/blogs/joel-renno/impacto-das-redes-sociais-e-mais-grave-na-saude-mental-das-meninas/> e <https://bluevisionbraskem.com/desenvolvimento-humano/como-o-uso-de-redes-sociais-impacta-nossa-saude-mental/>. Acessos em: 14 jul. 2020.

1. A saúde tem componentes físicos, mentais e sociais. Segundo o texto, quais deles podem ser afetados pela dependência de redes sociais? Justifique sua resposta.

2. Alguns pesquisadores cunharam a expressão "epidemia do narcisismo" para definir o impacto das redes sociais na sociedade atual. Em dupla, pesquisem sobre o termo "narcisismo" e respondam às questões a seguir.
   a) O que é narcisismo? Qual é a origem dessa palavra?
   b) Vocês consideram essa expressão adequada para descrever o impacto das redes sociais na saúde? Justifiquem a resposta.

3. Ainda em duplas, listem os prós e os contras do uso das redes sociais. Em seguida, respondam às questões.
   a) Em sua opinião, por que o impacto das redes sociais é maior sobre a saúde das meninas?
   b) É possível fazer um uso saudável das redes sociais? Justifiquem a resposta.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Fique por dentro

Internet

Organização das Nações Unidas
<https://www.onu.org.br>

O portal da Organização das Nações Unidas contém informações sobre diversas questões de interesse mundial ligadas ao desenvolvimento humano e à qualidade de vida de centenas de países.

BioFORT
<https://www.biofort.com.br>

Página sobre o BioFORT, projeto responsável pela biofortificação de alimentos no Brasil, coordenado pela Embrapa.

Acessos em: 14 jul. 2020.

Filmes

Xingu. Direção: Cao Hamburguer. Brasil, 2012. (102 min.)

O filme retrata a história dos irmãos Villas-Boas, que se alistaram em uma expedição desbravadora pelo Brasil central na década de 1940 e se envolveram na luta pela preservação dos povos indígenas. As diferenças culturais nos cuidados com a saúde, a transmissão de doenças no contato entre povos e os conflitos políticos na ocupação do interior são alguns dos temas apresentados.

Oswaldo Cruz na Amazônia. Direção: Eduardo Vilela Thielen e Stella Oswaldo Cruz Penido. Brasil, 2002. (55 min.)

O documentário, que está disponível na página da Fiocruz na internet, refaz o percurso de Oswaldo Cruz, que no início do século XX viajou para a Amazônia, onde realizou campanha contra a febre amarela e estabeleceu um plano de combate à malária na região.

Livros

RIBEIRO, Marcos. *Adolescente*: um bate papo sobre sexo. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2016.

Com um diálogo aberto, linguagem científica e acessível, o livro responde aos principais questionamentos sobre sexo que surgem na adolescência, como se fosse uma conversa entre amigos.

VASCONCELLOS, Cristina. *Sexualidade*: um guia de viagem para adolescentes. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

Com linguagem coloquial, aborda muitas questões, medos e dúvidas que surgem nos adolescentes em relação ao tema sexualidade. Uma questão de destaque é a relação abordada entre as ciências biológicas e as questões psicológicas, sociais e afetivas.

ATIVIDADES FINAIS

Não escreva no livro.

1. Uma pessoa que não tem doença alguma está necessariamente saudável? Justifique.

2. Cite pelo menos uma atitude que pode ajudar a prevenir cada um dos seguintes tipos de doença: infecciosas, degenerativas, ocupacionais, carenciais e sexualmente transmissíveis.

3. Quais são as principais alterações físicas e comportamentais que ocorrem na puberdade? Explique como os hormônios estão envolvidos nessas mudanças.

4. Faça um quadro com informações sobre algumas IST, contendo, por exemplo, os principais sintomas e o tipo do agente causador.

5. Leia o texto a seguir e responda ao que se pede.

O Instituto Oswaldo Cruz (IOC), no Rio de Janeiro, desenvolveu e patenteou a primeira vacina para esquistossomose do mundo. A vacina mostrou ser segura e capaz de imunizar humanos contra a doença. [...] A esquistossomose afeta 200 milhões de pessoas no mundo e se alastra principalmente nos países mais pobres, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS).

A esquistossomose é causada por um platelminto, animal invertebrado conhecido como Schistosoma. Na América Latina e na África, a espécie *Schistosoma mansoni* responde pelas infecções. Sintomas como anemia, febre e diarreia são os mais comuns à doença.

Fonte: Fiocruz desenvolve vacina da esquistossomose inédita no mundo. *G1 – Ciência e Saúde*. Disponível em: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2012/06/fiocruz-desenvolve-vacina-da-esquistossomose-inedita-no-mundo.html>. Acesso em: 14 jul. 2020.

a) Como são normalmente produzidas as vacinas? Nesse caso, como você imagina que os pesquisadores produziram a vacina?

b) Você considera importante o teste da vacina antes de seu uso na população? Como esse teste pode ser feito?

c) Pesquise sobre os passos necessários para o desenvolvimento de uma nova vacina. Depois, pense em uma doença para a qual ainda não exista vacina e faça, com um colega, um plano de desenvolvimento dessa vacina, descrevendo todas as etapas.

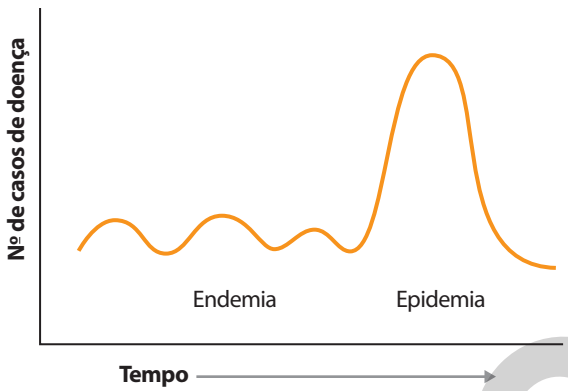
MODERNA

6 Uma mulher que faça uso de pílula anticoncepcional deve optar pelo uso de camisinha em suas relações sexuais? Justifique.

7 Uma alimentação adequada é essencial para a saúde do organismo. A anorexia nervosa e a hiperfagia são exemplos de distúrbios alimentares. Pesquise a respeito e explique por que são prejudiciais ao organismo.

8 Pesquise medidas tomadas para reduzir os crimes de intolerância relacionados à diversidade de orientação sexual e gênero. Discuta com seus colegas se vocês acham que são pertinentes. O que vocês proporiam para resolver esse problema?

9 (UEL-PR)



ADILSON SECCO

Fonte: NEVES, D. P. *et al. Parasitologia humana.* São Paulo: Atheneu, 2005. p. 18.

Com base na figura e nos conhecimentos sobre o tema, analise as afirmativas a seguir:

I. Epidemia se caracteriza por uma elevação progressiva, inesperada e descontrolada do número de casos de doenças durante um período numa população, ultrapassando os valores endêmicos ou esperados.

II. Epidemias são endemias que ocorrem ao mesmo tempo em vários países. A peste bubônica, na Idade Média, e a gripe espanhola, no início do século XX, são exemplos de epidemias que ocorreram ao longo da história da humanidade.

III. Endemia é definida como a presença de uma doença em uma população de determinada área geográfica ou refere-se à prevalência usual de uma doença em um grupo populacional ou em uma área geográfica.

IV. A extensão geográfica de uma epidemia pode ser restrita a um bairro ou atingir uma cidade, um estado ou um país, podendo se estender por horas, no caso das infecções alimentares, ou semanas, nos casos de gripes, ou vários anos, no caso da aids.

Qual alternativa contém todas as afirmativas corretas?

a) I e II.
b) II e IV.
c) III e IV.
d) I, II e III.
e) I, III e IV.

10 (Enem) Na família Retroviridae encontram-se diversos vírus que infectam aves e mamíferos, sendo caracterizada pela produção de DNA a partir de uma molécula de RNA. Alguns retrovírus infectam exclusivamente humanos, não necessitando de outros hospedeiros, reservatórios ou vetores biológicos. As infecções ocasionadas por esses vírus vêm causando mortes e grandes prejuízos ao desenvolvimento social e econômico. Nesse contexto, pesquisadores têm produzido medicamentos que contribuem para o tratamento dessas doenças.

Que avanços tecnológicos têm contribuído para o tratamento dessas infecções virais?

a) Melhoria dos métodos de controle dos vetores desses vírus.
b) Fabricação de soros mutagênicos para combate desses vírus.
c) Investimento da indústria em equipamentos de proteção individual.
d) Produção de vacinas que evitam a infecção das células hospedeiras.
e) Desenvolvimento de antirretrovirais que dificultam a reprodução desses vírus.

Próximos passos

É importante enfatizar que a saúde é considerada um processo sistêmico que envolve o bem-estar físico, mental e social dos indivíduos. A pandemia de covid-19 que assolou o mundo em 2020 revela os múltiplos fatores diretamente relacionados à saúde: desde o contato entre as pessoas até o uso de tecnologias de comunicação, da importância da ciência às negociações políticas, da economia às relações ecológicas.
Nos próximos capítulos, seguiremos nesse assunto, focando nas contribuições que os conhecimentos científicos da área de química trouxeram para a saúde e o bem-estar das pessoas.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

CAPÍTULO

5

Algumas substâncias utilizadas na área da saúde

BNCC:
EM13CNT104 EM13CNT303
EM13CNT207 EM13CNT306
EM13CNT301 EM13CNT307
EM13CNT302

Para começo de conversa

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

RAPISAN SAWANGPHON/ALAMY/FOTOARENA

Etapa da produção de medicamentos em uma indústria farmacêutica, Estados Unidos, 2019.

Os avanços tecnológicos e no campo da Química, em especial da Química Orgânica, tiveram papel fundamental no desenvolvimento de novos medicamentos. Para você ter uma ideia dessa importância, até o início do século XIX, a maioria dos medicamentos produzidos eram de origem animal. Não se conhecia a estrutura química das substâncias, nem o mecanismo pelo qual os medicamentos tinham ação no organismo.

Atualmente, quase metade dos princípios ativos de medicamentos são derivados do petróleo. Seu uso, independemente de ser natural ou sintético, deve ser prescrito por um profissional da saúde, como médicos, dentistas e médicos-veterinários.

Os medicamentos podem fazer mal à saúde? Justifique sua resposta.

O que devemos fazer com medicamentos fora do prazo de validade?

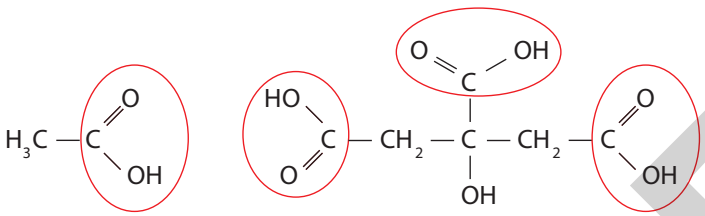
Neste capítulo, vamos estudar algumas substâncias orgânicas utilizadas na área da saúde, como anestésicos, analgésicos, antissépticos e desinfetantes, e aprofundaremos o estudo das ligações químicas e das interações entre as moléculas.

Funções orgânicas

Antes mesmo de a Química obter *status* de Ciência, muitos compostos orgânicos já eram conhecidos. Naquele período, por absoluta ausência de regras oficiais, os compostos recebiam nomes completamente arbitrários. Mais tarde, a comunidade científica estabeleceu regras oficiais para facilitar a troca de informações entre os cientistas – o primeiro congresso com essa finalidade ocorreu em Genebra, em 1892.

Como você sabe, o número de compostos de carbono cresceu bastante, principalmente a partir do século XX, e novas reuniões levaram a IUPAC (do inglês *Internacional Union of Pure and Applied Chemistry*, que em português quer dizer União Internacional de Química Pura e Aplicada), em 1957, a publicar um conjunto formal de regras de nomenclatura.

A nomenclatura orgânica está organizada de acordo com as **funções orgânicas**, que são compostos cuja estrutura química é parecida e, por isso, têm comportamento químico semelhante. O ácido acético, um dos constituintes do vinagre, e o ácido cítrico, presente em frutas cítricas, por exemplo, são duas substâncias orgânicas que fazem parte da mesma função orgânica, os ácidos carboxílicos, que apresentam seus grupos funcionais destacados (em vermelho) nas fórmulas estruturais abaixo.



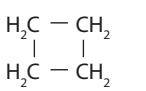
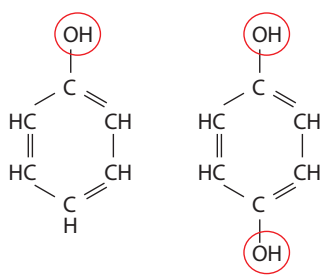
ácido acético

ácido cítrico

Note que parte das fórmulas estruturais, ou seja, COOH, é semelhante nos dois compostos. Em outras palavras, COOH é o grupo funcional dos ácidos carboxílicos.

O quadro abaixo lista algumas funções orgânicas, muitas das quais estudaremos no capítulo, bem como é destacado o grupo funcional de cada função orgânica.

Principais funções orgânicas

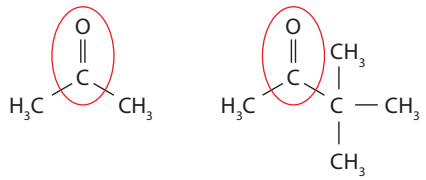
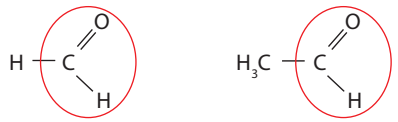
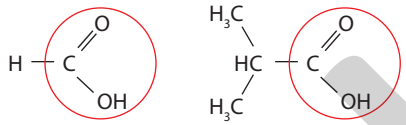
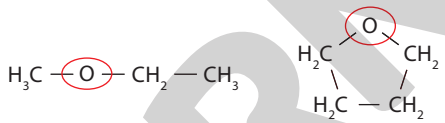
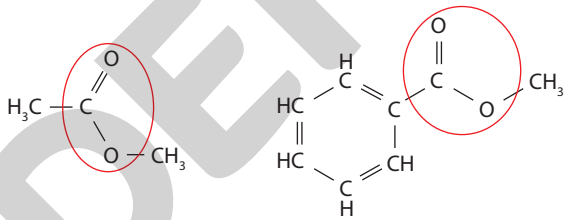
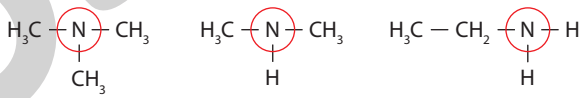
Função orgânica	Descrição	Exemplo
Hidrocarbonetos	Substâncias constituídas somente de carbono e hidrogênio	CH_4  $H_2C=CH_2$ $H_3C-C\equiv CH$
Haletos orgânicos	Substâncias derivadas de hidrocarbonetos pela substituição de um ou mais átomos de hidrogênio por X (X pode ser F, Cl, Br ou I)	H_3C-F H_3C-CH_2-Cl
Álcoois	Substâncias que apresentam um ou mais grupos hidroxila (—OH) ligados a um átomo de carbono saturado, isto é, que só faz ligações simples com outro átomo de carbono	H_3C-OH H_3C-CH_2-OH
Fenóis	Substâncias que apresentam um ou mais grupos OH ligados diretamente a um anel benzênico	

Continua

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Continuação

Função orgânica	Descrição	Exemplo
Cetonas	Substâncias que apresentam o grupo carbonila ($>C=O$) ligado a dois outros átomos de carbono	
Aldeídos	Substâncias que apresentam o grupo carbonila ($>C=O$) localizado na extremidade da cadeia carbônica e ligado a um átomo de hidrogênio	
Ácidos carboxílicos	Substâncias que apresentam o grupo carboxila (—COOH)	
Éteres	Substâncias que apresentam um átomo de oxigênio entre átomos de carbono	
Ésteres	Substâncias cuja estrutura é derivada de ácidos carboxílicos pela substituição do átomo de hidrogênio do grupo carboxila por outra cadeia carbônica	
Aminas	Substâncias derivadas da amônia (NH_3) pela substituição de um ou mais átomos de hidrogênio por grupos derivados de hidrocarbonetos. Note, ao lado, que o átomo de nitrogênio pode estar ligado a um, dois ou três átomos de carbono diferentes	

Anestésicos

Imagine como seriam os procedimentos cirúrgicos sem a anestesia. Se um procedimento dentário mais doloroso ou uma simples sutura já representam certo sofrimento, como seria ser submetido a uma cirurgia de grande porte sem a ação de um anestésico?

A busca humana pelo alívio da dor é muito antiga, porém as experiências que levaram à anestesia tal como a conhecemos hoje se iniciaram somente em meados do século XIX.

Um dos primeiros anestésicos foi o óxido nitroso (N_2O), conhecido como "gás hilariante" porque, em pequenas doses, provoca contração dos músculos faciais. Foi usado pela primeira vez pelo dentista estadunidense Horace Wells (1815-1848), em 1844. Ele descobriu essa possibilidade de uso por acaso, quando assistia à apresentação de um artista circense: sob efeito do N_2O, mesmo ferido em cena, o artista não havia esboçado nenhum sinal de dor.

Pouco tempo depois, cirurgiões conseguiram efeitos semelhantes realizando cirurgias com outro anestésico, o líquido éter dietílico ($H_3C — CH_2 — O — CH_2 — CH_3$). O também dentista estadunidense William Thomas Green Morton (1819-1868) demonstrou para a comunidade científica o emprego do éter como anestésico em 1846, em Boston (Estados Unidos).

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Os resultados foram divulgados para diversos países, incluindo o Brasil, que realizou o primeiro procedimento com anestesia, de forma experimental, em 20 de maio de 1847. Durante muito tempo, Morton foi considerado o descobridor da anestesia utilizando éter. No entanto, historiadores encontraram evidências de que o médico estadunidense Crawford Williamson Long (1815-1878) já havia utilizado éter com essa finalidade quatro anos antes, em 1842, embora não tenha tornado pública para a comunidade científica sua descoberta.

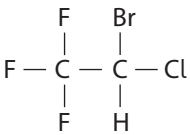
Com o avanço das pesquisas, haletos orgânicos passaram a substituir o éter como anestésicos a partir da segunda metade do século passado, principalmente por não serem inflamáveis. É o caso do clorofórmio ($CHCl_3$), que tem um efeito anestésico mais intenso que o do éter dietílico, e o tetraclorometano (CCl_4). Contudo, tanto o $CHCl_3$ quanto o CCl_4 são tóxicos. Já o diclorometano (CH_2Cl_2) tem baixa toxicidade, mas pequeno efeito anestésico.

Entre os exemplos de compostos halogenados adotados como anestésicos inaláveis, podemos citar o halotano (cujo uso data de meados do século XX), o isoflurano e o sevoflurano.

THE FRANCIS A. COUNTWAY LIBRARY OF MEDICINE, HARVARD UNIVERSITY, MASSACHUSETTS

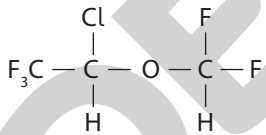
Primeira anestesia com éter, de Robert C. Hinckley (1853-1940). Óleo sobre tela, 1882. O artista retratou a demonstração do uso do éter como anestésico feita por William Thomas Green Morton em 1846. Biblioteca Médica de Boston, Estados Unidos.

halotano



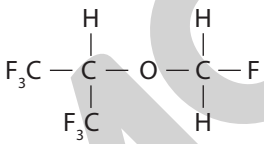
2-bromo-2-cloro-1,1,1-trifluoroetano

isoflurano



2-cloro-2-(difluorometoxi)-1,1,1-trifluoroetano

sevoflurano



1,1,1,3,3,3-hexafluoro-2-(fluorometoxi)propano

Caixa de ferramentas

No senso comum, as palavras "álcool" e "éter" costumam ser utilizadas ao tratar das substâncias etanol e éter dietílico, respectivamente. Na Química, entretanto, esses termos se referem às funções químicas.

Analgésicos

Há uma grande variedade de substâncias com efeito analgésico, isto é, compostos que são utilizados para reduzir e aliviar dores. Para se ter uma ideia de como eles estão presentes em nosso cotidiano, a Febrafar (Federação Brasileira das Redes Associativistas e Independentes de Farmácias) fez um levantamento dos dez medicamentos mais vendidos no Brasil em 2018 e constatou que três deles são analgésicos.

Na lista de substâncias utilizadas como analgésicos estão: o metamizol e o acetaminofeno (conhecidos comercialmente como dipirona e paracetamol), o ácido acetilsalicílico (comercializado como Aspirina®, AAS®, entre outros) – compostos de uso comum para o alívio de dores em geral –, e a morfina e seus derivados – utilizados como pré-anestésicos ou para dores agudas.

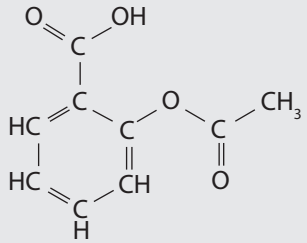
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Não escreva no livro.

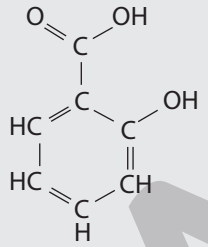
Ácido acetilsalicílico: um centenário que não envelhece

Muitos medicamentos têm sido vantajosamente substituídos por outros, mais eficientes. O ácido acetilsalicílico, apesar de ser usado há mais de um século, é um fármaco que não perdeu o seu lugar no mercado de medicamentos.

O ácido acetilsalicílico é uma substância derivada do ácido salicílico – composto presente na casca do salgueiro e usado como analgésico desde alguns séculos antes de Cristo. O esquema a seguir dá uma noção histórica da evolução dos processos de obtenção desses analgésicos e das possibilidades de uso terapêutico de ambas as substâncias.



ácido acetilsalicílico



ácido salicílico

A história do ácido acetilsalicílico

200 a.C.
Infusão de folhas e cascas de salgueiro são usadas para aliviar a dor e a febre pelo médico grego Hipócrates.

1763
A Sociedade Real de Medicina Inglesa recebe informe detalhando as propriedades antipiréticas da casca do salgueiro – seu extrato foi usado com êxito para reduzir a febre de 50 pacientes.

1838
O italiano Raffaele Piria (1815-1865) sintetiza o ácido salicílico puro.

1897
Felix Hoffmann (1868-1946), químico alemão, sintetiza uma forma estável do ácido acetilsalicílico. Ele usou o ácido para tratar o reumatismo de seu pai. Consta que esse processo já havia sido desenvolvido por outro cientista sem, no entanto, registrá-lo.

1901
O medicamento começa a ser usado no Brasil.

1948
Médico estadunidense observa que 400 de seus pacientes homens que tomaram ácido acetilsalicílico por dois anos não sofreram infarto.

1971
Descoberto o mecanismo de ação do ácido acetilsalicílico.

100 d.C.
Nas escrituras sagradas há menção ao uso de folhas de salgueiro – também conhecido por chorão.

1828

VOLKMAR BROCKHAUS/ PREMIUM STOCK PHOTOGRAPHY GMBH/ ALAMY/FOTOARENA

Johann Andreas Buchner (1783-1852) e Henri Leroux (1780-1851) sintetizam o princípio ativo da casca da *Salix alba*, a salicina.

Salgueiro (*Salix alba*), atinge em média 25 metros de altura.

1899
A partir do ácido acetilsalicílico, uma empresa farmacêutica lança o medicamento para atuar contra dores, febre, gripes e reumatismo.

1980
FDA (órgão do governo estadunidense que controla medicamentos) aprova o uso do ácido acetilsalicílico para reduzir o risco de derrame cerebral em homens.

Linha do tempo fora de escala.

Apesar da importância do ácido acetilsalicílico, cabe chamar atenção que, assim como qualquer outro medicamento, não é recomendado seu uso sem prescrição médica. Todos os medicamentos possuem efeitos colaterais. O uso do ácido acetilsalicílico pode causar gastrite, úlcera e perfuração gástrica. Ele também inibe a ação das prostaglandinas – substâncias que auxiliam a formação de coágulos. É por essa razão que seu uso é proibido em caso de suspeita de dengue hemorrágica. Além disso, as pessoas que têm asma brônquica (doença crônica) não podem usar o ácido acetilsalicílico, pois ele pode induzir crises asmáticas.

1. O ácido acetilsalicílico pode ser obtido pela reação entre anidrido acético e ácido salicílico segundo a equação a seguir:

anidrido acético + ácido salicílico ⟶ ácido acetilsalicílico + ácido acético

a) Se, para obter 180 g de ácido acetilsalicílico, são necessários 102 g de anidrido acético e 138 g de ácido salicílico, quantos gramas de ácido acético são formados nessa transformação?

b) A automedicação, ou seja, a utilização de medicamentos por conta própria, sem prescrição médica, é um hábito entre os brasileiros, principalmente para problemas considerados simples, como dores de cabeça e febre. No entanto, tal prática pode causar problemas à saúde e, em alguns casos, até a morte. Os medicamentos que apresentam como constituinte principal o ácido acetilsalicílico seriam uma exceção? Justifique sua resposta.

Continua

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

EM MODERNA

Continuação

c) Em grupos de três ou quatro estudantes, pesquisem em fontes confiáveis sobre acidentes envolvendo o uso de medicamentos sem prescrição médica no Brasil. Discutam as possíveis ações para combater a automedicação e elaborem um material de divulgação para as redes sociais com o propósito de conscientizar a comunidade a respeito dos perigos da automedicação.

2. Tanto o ácido acetilsalicílico quanto o ácido salicílico são compostos com funções mistas, isto é, substâncias que têm mais de uma função química. Estão presentes as funções ácido carboxílico em ambas as substâncias, fenol (para o ácido salicílico) e éster (para o ácido acetilsalicílico). Com base na tabela resumida de algumas funções orgânicas (páginas 109 e 110), copie em seu caderno as fórmulas estruturais desses dois compostos e identifique a função ácido carboxílico.

Morfina

A morfina é um dos analgésicos mais eficientes para dores intensas. A seguir, leia um pouco da história desse analgésico.

Morfina: droga com mais de 200 anos

[...] Desde que foi descoberta em 1805, pelo alemão Freidrich Sertuner, a morfina e seus derivados se tornaram a alternativa mais usada para dores crônicas, em pacientes terminais e após cirurgias. [...]

Embora muitas outras **drogas** para o combate à dor tenham sido sintetizadas nos dois últimos séculos, a morfina se mantém como "o padrão pelo qual todos os novos medicamentos para o alívio de dores são comparados" [...].

[...]

A morfina foi descoberta por Freidrich Wilhelm Adam Serturner (1783-1841), um assistente de farmácia autodidata com poucos equipamentos, mas muita curiosidade.

Interessado pelas propriedades do ópio, largamente utilizado pelos médicos da época, Serturner realizou uma série de experimentos e conseguiu, com apenas 21 anos, isolar um alcaloide a partir da resina da papoula (*Papaver somniferum*).

O farmacêutico verificou posteriormente que o ópio sem o alcaloide não apresentava efeitos em animais, mas que o alcaloide sozinho era dez vezes mais poderoso que o ópio processado. Pela tendência em provocar sonolência, deu à substância o nome de morfina, em homenagem a Morfeu, o deus grego dos sonhos.

[...]

Na década de 1850, a morfina se tornou o tratamento padrão para a redução da dor durante e após cirurgias. Anos depois, o caráter altamente dependente da droga passou a ser mais bem conhecido, o que levou ao estudo de alternativas. Enquanto buscava uma opção que provocasse menor dependência, o químico inglês Alder Wright descobriu a diacetilmorfina, um **narcótico** ainda mais potente.

[...] [Uma empresa farmacêutica] iniciou a comercialização da nova droga, batizada de heroína pela "heroica" capacidade de aliviar a dor, em 1898. A heroína foi inicialmente bem recebida, mas logo se verificou que causava elevada dependência. Em 1913, [a empresa] retirou o medicamento do mercado, quando passou a investir em outra alternativa, [o ácido acetilsalicílico].

Morfina faz 200 anos. Agência Fapesp. 24 maio 2005.
Disponível em: <https://namidia.fapesp.br/morfina-faz-200-anos/5048>.
Acesso em: 5 maio 2020.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

1. No texto acima estão destacadas duas palavras comuns na área médica: droga e narcótico. Imagine que você e um colega foram convidados a escrever um dicionário de termos técnicos. Em dupla, pesquisem em livros e *sites* confiáveis sobre o significado desses dois termos e elaborem um verbete para cada um.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Agentes desinfetantes e antissépticos

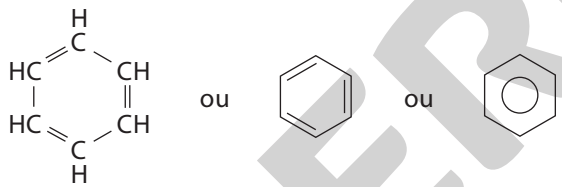
Os principais agentes desinfetantes e antissépticos inorgânicos utilizados em nosso cotidiano são: água sanitária (solução aquosa de hipoclorito de sódio, NaClO(aq)), água oxigenada (H_2O_2) e iodo.

Os desinfetantes agem causando a morte dos microrganismos presentes em superfícies, evitando a sua proliferação, enquanto os antissépticos são formulações farmacêuticas hipoalergênicas que agem diretamente sobre a pele, reduzindo o risco de infecções.

Na Química Orgânica, no entanto, o número de compostos de carbono com ação desinfetante ou de antissepsia é bem maior. A seguir, vamos destacar algumas dessas substâncias.

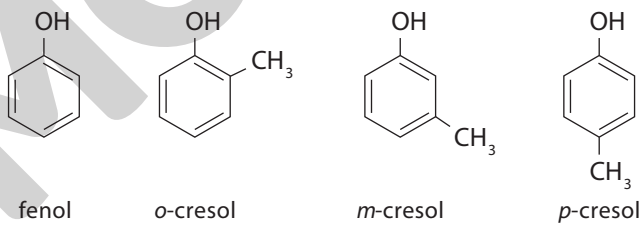
Os fenóis

A substância fenol foi um dos primeiros compostos utilizados como antisséptico, no final do século XIX, para reduzir infecções em hospitais. Além disso, essa substância é usada para a obtenção da baquelite (um tipo de polímero), de corantes orgânicos e de medicamentos. Além de indicar a substância química, a palavra fenol é utilizada na área de Química para se referir a compostos que possuem um ou mais grupos OH ligados diretamente a um anel benzênico. Em outras palavras, os fenóis também são, como álcool e éter, uma função orgânica.



Algumas formas de representar o benzeno.

O mais simples dos fenóis, correspondente a um grupo OH ligado ao anel benzênico, é chamado apenas de **fenol**. Já no caso da substituição de um átomo de hidrogênio do anel benzênico por um grupo metil ($-CH_3$), há três tipos distintos de fenóis, de acordo com as posições relativas dos grupos OH e CH_3: o 2-metilfenol, também chamado de *orto*-cresol (*o*-cresol), o 3-metilfenol, conhecido também por *meta*-cresol (*m*-cresol) e o 4-metilfenol, chamado de *para*-cresol (*p*-cresol).



Tipos de fenóis.

FABIO YOSHIHITO MATSUURA

Desinfetante que apresenta em sua composição uma mistura de cresóis.

Os cresóis são encontrados, por exemplo, nas folhas de tabaco e no óleo cru. São empregados na obtenção de desinfetantes, inseticidas, tintas etc. O desinfetante utilizado principalmente em locais em que há criação de animais, contém em sua composição uma mistura desses cresóis.

Etanol

O etanol ($H_3C - CH_2 - OH$) é conhecido comercialmente como álcool etílico ou simplesmente álcool, substância encontrada em combustíveis, tintas, bebidas alcoólicas e outros produtos, como tintura de iodo. Entre todas as substâncias orgânicas já obtidas de produtos naturais, o etanol é uma das mais importantes, pois a partir dele é possível obter outras substâncias que são insumos para a produção de diferentes materiais, como plásticos e borrachas sintéticas.

MODERNA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Como se obtém o etanol?

- **Por hidratação do eteno (ou etileno)**

Os países que refinam petróleo obtêm, como subproduto do craqueamento, o eteno. Por meio de uma reação de hidratação do eteno, é possível obter o etanol.

Nos Estados Unidos e no Japão, por exemplo, o etanol é produzido dessa maneira. Para valer-se do uso de recursos renováveis, os Estados Unidos também têm utilizado a fermentação do amido retirado do milho para produzir parte do etanol.

- **Por fermentação**

No Brasil, o etanol é obtido a partir da garapa da cana-de-açúcar. Alimentos que apresentam um alto teor de sacarose, podem ser fermentados pela ação de leveduras, como a *Saccharomyces cerevisiae*, que leva a obtenção do etanol e de gás carbônico.

Entre as principais aplicações do etanol estão: uso como combustível; produção de bebidas alcoólicas; uso como solventes; matéria-prima para obtenção de diversas substâncias (como o eteno, o etanal, o ácido acético e o éter dietílico); e bactericida de ação rápida.

ALEX TAUBER/ PULSAR IMAGENS

Colheita mecanizada de cana-de-açúcar. Leme (SP), 2018. Na safra desse ano, a área colhida foi maior que 8 milhões de hectares.

Atividade

Não escreva no livro.

1 Com base nos dados da tabela abaixo, responda à questão proposta.

Ação germicida de várias concentrações de álcool etílico em solução aquosa contra a bactéria patogênica *Streptococcus pyogenes*

Concentração do etanol (%)	Tempo (segundos)				
	10	20	30	40	50
100	–	–	–	–	–
90	+	+	+	+	+
80	+	+	+	+	+
70	+	+	+	+	+
60	+	+	+	+	+
50	–	–	+	+	+
40	–	–	–	–	–

– ausência de ação germicida (ocorre crescimento bacteriano).
+ ação germicida (ausência de crescimento bacteriano).

Fonte: SANTOS, A. A. M. *et al*. Importância do álcool no controle de infecções em serviços de saúde. Anvisa, 2002. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/controle/controle_alcool.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2020.

- Por que, em sua opinião, os hospitais costumam usar, como desinfetante, soluções aquosas de etanol de 60% a 90%?

Note pelos dados da tabela da atividade que não é qualquer concentração de álcool etílico que é eficaz para eliminar bactérias e desinfectar superfícies. Altas concentrações de etanol, por exemplo próximo de 100%, assim como baixas concentrações, menores que 40%, não têm ação bactericida. É por essa razão que se recomenda o uso de álcool 70% sem nenhuma diluição.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Não escreva no livro.

O etanol: um depressor do sistema nervoso

Muitas propagandas procuram associar a imagem de bem-estar ao consumo de bebidas alcoólicas. No entanto, o efeito inverso também é parte integrante da ação do etanol no organismo humano. Há pessoas que apresentam baixa tolerância a bebidas alcoólicas e estão mais sujeitas aos efeitos desagradáveis de curto prazo decorrentes de sua ingestão. O que explica essas diferenças?

O etanol não é uma substância com papel de destaque no complexo sistema de reações químicas que ocorrem no interior das células. Assim, quando se ingere o álcool, o fígado o identifica como tóxico e libera uma enzima, a álcool desidrogenase (indicada pela sigla ADH), que o oxida, transformando-o em etanal – um aldeído (função orgânica).

Quando uma pessoa ingere pequenas quantidades de etanol em um intervalo de tempo não muito curto, seu organismo é capaz de concluir essa transformação, que prossegue por ação de outra enzima, originando ácido etanoico. Esse ácido é um participante natural de nosso metabolismo. Mas isso requer tempo; assim, consumir uma grande quantidade de bebidas alcoólicas de uma só vez pode causar problemas sérios – em alguns casos até a morte. Logo, o que explica o fato de algumas pessoas terem um nível elevado de tolerância ao álcool e outras não é a maior ou menor disponibilidade da enzima ADH.

Entre os efeitos negativos imediatos do álcool, podemos citar: indisposição estomacal – decorrente do aldeído e do ácido formados – e sobrecarga do fígado e dos rins. O uso abusivo de etanol pode provocar dependência física e psicológica, problemas graves no sistema nervoso e predisposição a diferentes doenças no fígado, como a hepatite alcoólica e a cirrose, e no estômago, como a gastrite crônica.

E qual é o efeito do etanol no sistema nervoso central?

Tecnicamente, dizemos que o etanol é um depressor do sistema nervoso central, o que não significa que essa substância torne uma pessoa deprimida assim que começa a beber; na verdade, ela atua como redutor da atividade do sistema nervoso central. Por isso, os consumidores de álcool ficam mais "relaxados" e "autoconfiantes". No Brasil, qualquer concentração de etanol que for detectada por litro de sangue ou de ar alveolar (expirado pela boca) de uma pessoa que está conduzindo um veículo é considerada infração. Caso a detecção seja de concentrações maiores que 6,0 decigramas de etanol por litro de sangue, o condutor responderá criminalmente.

O etanol e outras drogas atuam sobre os neurotransmissores – moléculas que conectam uma célula nervosa (neurônio) à outra. Essas células são altamente especializadas na percepção e na elaboração de respostas a estímulos externos.

Há neurotransmissores que estimulam a atividade elétrica do cérebro, isto é, são excitatórios, e outros – os inibitórios – que a reduzem. Assim, por exemplo, o aumento da quantidade de um neurotransmissor inibitório – o ácido gama-aminobutírico (GABA) – explica os movimentos lentos, típicos de alguém que se excedeu na bebida. O aumento da quantidade de outro neurotransmissor no sistema nervoso central – a dopamina – explica as sensações prazerosas experimentadas pelas pessoas que fazem ingestão de bebidas alcoólicas.

Segundo o Ministério da Saúde, cerca de 12% das pessoas desenvolvem dependência do álcool em um processo lento, que comumente passa despercebido a quem está consumindo e àqueles que lhe são mais próximos.

1. Por que o organismo de algumas pessoas é mais tolerante ao álcool?

2. Qual é o efeito do etanol no sistema nervoso central?

3. O texto menciona que a dependência do álcool é um processo que passa despercebido a quem faz esse consumo e às pessoas próximas. Por que você acha que isso acontece?

4. Em grupos, produzam um história em quadrinhos, direcionada ao público jovem, que aborde a prevenção do consumo de bebidas alcoólicas para a promoção da saúde e do bem-estar. Converse com o professor para definir o meio de divulgação mais adequado: cartazes, redes sociais, entre outros.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Higienização do corpo: uso do sabão

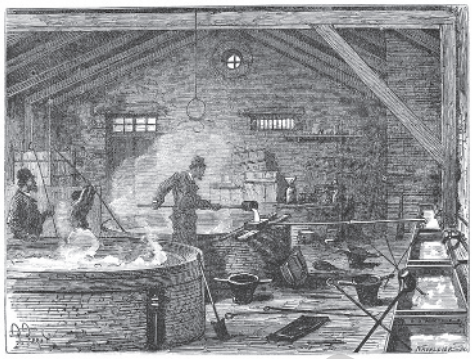
As mais antigas descrições da "fabricação" do sabão referem-se ao início da Era Cristã, quando o sabão era obtido do cozimento de sebo de carneiro com cinzas provenientes da queima da madeira. Mas há registros indicando que há aproximadamente 600 a.C. já eram obtidos sabões a partir de gorduras animais e cinza, então usados para remover a sujeira do corpo. O emprego do sabão como agente "desinfetante", conduta adotada na atualidade, já fazia parte das recomendações médicas no início da Era Cristã.

As primeiras indústrias de sabão surgiram em alguns países da Europa nos séculos XIII e XIV. No Brasil, tiveram início no século XIX.

Foi no final do século XVIII e início do XIX que dois fatos importantes permitiram a evolução do processo de preparação do sabão: a obtenção de carbonato de sódio – Na_2CO_3 (a chamada barrilha presente nas cinzas), a partir de solução de cloreto de sódio, NaCl – e os avanços na compreensão da composição das gorduras.

Apesar do avanços tecnológicos em processos industriais, ainda hoje o sabão é preparado de forma artesanal, sendo uma importante fonte de renda para muitas pessoas.

Vejamos como.



GRANGER HISTORICAL PICTURE ARCHIVE/ALAMY/ FOTOARENA-CNUM - CONSERVATOIRE NUMÉRIQUE DES ARTS ET MÉTIERS, PARIS

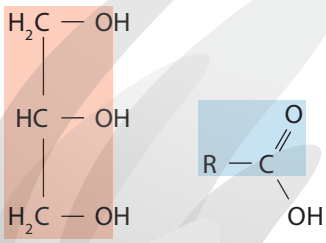
Gravura presente no livro *Les Merveilles de l'Industrie*, de Louis Figuier, publicado em 1860, que ilustra a fabricação de sabão nas indústrias da França daquela época.

EDSON SATO/PULSAR IMAGENS

Sabão produzido de forma caseira por indígenas guarani-kaiowá. Amambaí (MS), 2012.

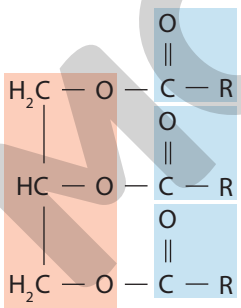
A reação de saponificação

Sabões são obtidos pela reação de gorduras, especialmente de triglicerídeos (um tipo de lipídio) com hidróxido de sódio (NaOH) ou hidróxido de potássio (KOH). Essa reação é chamada de **saponificação**. Os triglicerídeos são triésteres derivados da glicerina e de ácidos graxos, conforme está representado abaixo.



glicerina

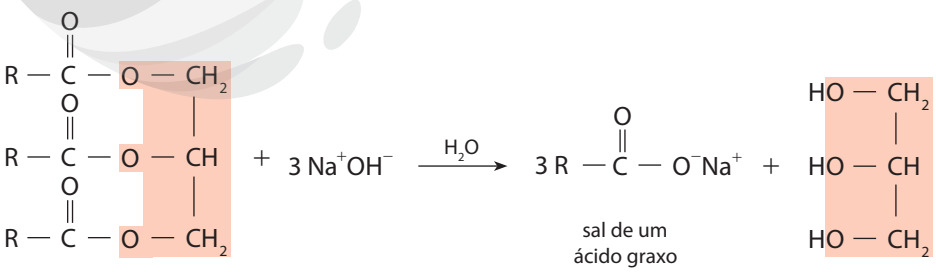
ácido graxo



triglicerídeo

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos que contêm somente um grupo carboxila (—COOH) e a cadeia carbônica, geralmente longa e com número par de átomos de carbono.

De forma genérica, podemos representar a reação de saponificação por:



triglicerídeo

sal de um ácido graxo (sabão)

glicerina

Uma das formas de se obter artesanalmente o sabão é colocar sebo animal (constituído de triglicerídeos) para ferver com NaOH (soda cáustica), misturado com cinzas.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Comunicando ideias

Não escreva no livro.

1. Em plena época da pandemia causada pela covid-19, diversas ações foram feitas para diminuir o risco de se contaminar com o vírus, como o uso de máscaras e as orientações sobre a forma correta de higienizar as mãos.

- Em grupos, pesquisem sobre a forma correta de lavar as mãos com água e sabão e elaborem materiais informativos sobre o tema para divulgar; podem ser cartazes, tirinhas, publicações em redes sociais, vídeo demonstrando a forma correta de higienização, entre outros recursos.

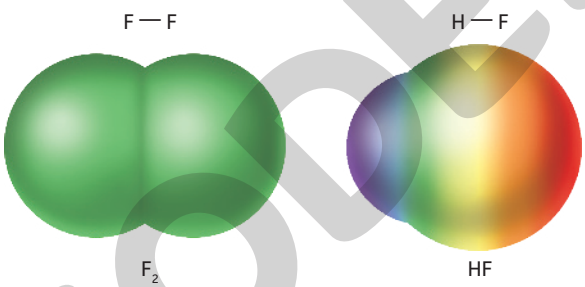
Mas como os sabões atuam?

Para responder a essa questão, é necessário aprofundarmos nosso conhecimento sobre ligações químicas e interações moleculares.

Momento dipolar ($\vec{\mu}$) e polaridade

Em uma ligação química, cada átomo atrai os elétrons da sua camada de valência com uma intensidade diferente. Quanto maior for o valor de eletronegatividade de um átomo, maior será a capacidade desse átomo de atrair os elétrons da sua ligação com outro átomo. Assim, em ligações covalentes, podemos ter uma **ligação apolar** – quando os elétrons são igualmente compartilhados entre os átomos da ligação química – e uma **ligação polar** – quando um átomo mais eletronegativo atrai com maior intensidade a nuvem de elétrons, produzindo dipolos elétricos, simbolizados por $\delta+$ e $\delta-$. Observe, abaixo, as representações de uma molécula com ligação apolar (F_2) e outra com ligação polar (HF).

Densidade eletrônica calculada para moléculas de F_2 e HF. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)



NELSON MATSUDA

Fonte: BROWN, T. L. *et al*. *Chemistry*: The Central Science. 14th ed. Pearson, 2018.

As cores presentes na representação indicam a densidade de elétrons em uma região. Note que, no caso do F_2, há uma única cor, ou seja, os elétrons estão dispersos uniformemente na molécula (não há formação de dipolos elétricos) e, portanto, ela é uma molécula apolar. Já no HF, a cor azul indica uma região com baixa densidade eletrônica ($\delta+$), e a cor vermelha, uma região com alta densidade de elétrons ($\delta-$). Portanto, essa molécula é polar.

Em Física, se, em um corpo eletricamente neutro, o centro de cargas positivas não coincide com o de cargas negativas, diz-se que existe um dipolo. A medida da intensidade desse dipolo é chamada de **momento de dipolo elétrico**. Na Química, de forma análoga, podemos avaliar a polaridade ou não de uma molécula levando em conta o momento de dipolo (momento dipolar) de cada ligação química.

O momento de dipolo ($\vec{\mu}$) é uma grandeza vetorial: tem módulo, sentido e direção. O sentido do vetor de momento de dipolo, segundo a IUPAC, parte da carga negativa para a positiva. Apesar disso, você encontrará em livros (de Ensino Médio e Ensino Superior) e exames, o sentido oposto, ou seja, partindo da carga positiva para a negativa.

F — F	$\vec{\mu}$ ← $^{\delta+}$H — F$^{\delta-}$
molécula apolar	molécula polar
($\vec{\mu} = 0$)	($\vec{\mu} \neq 0$)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Os casos anteriores se referem a moléculas mais simples formadas pela união de dois átomos (diatômica). Mas e quando houver três ou mais átomos?

Nesses casos, é necessário somar os vetores de momento de dipolo de cada ligação e considerar a geometria da molécula. Se a somatória desses vetores, isto é, o vetor de **momento de dipolo resultante ($\vec{\mu}_R$) for igual a zero**, a molécula será **apolar**. Se for diferente de zero, ela será **polar**.

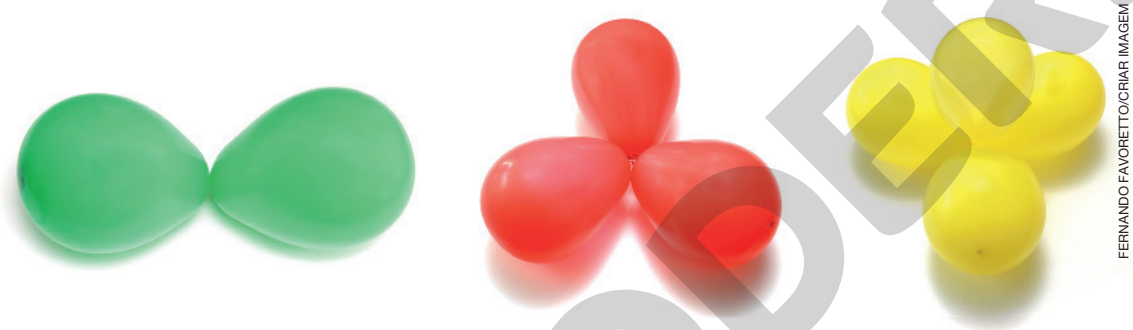
Geometria molecular

A **teoria da repulsão dos pares eletrônicos**, desenvolvida por Ronald James Gillespie (1924-) e Ronald Sydney Nyholm (1917-1971), possibilitou prever a geometria molecular a partir da fórmula eletrônica de uma substância.

Os átomos (ou grupos de átomos) ligados ao átomo central de uma molécula ou íon dispõem-se no espaço de modo que a força de repulsão entre os elétrons do nível mais externo desse átomo central seja a menor possível.

Mas de que maneira esses átomos devem ficar dispostos em torno do átomo central para que a repulsão entre seus elétrons seja mínima?

Lembre-se de que as forças de natureza elétrica diminuem quando as cargas se afastam. Por isso, quanto mais distanciados estiverem os elétrons das últimas camadas dos átomos envolvidos na ligação, menor será a força de repulsão entre eles.



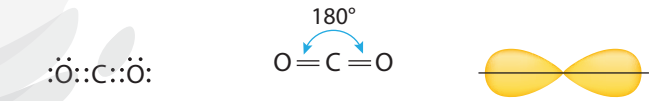
FERNANDO FAVORETTO/CRIAR IMAGEM

Você já experimentou soltar sobre uma superfície um grupo de balões de festa igualmente cheios, unidos pela "boca" – cada um com 2, 3 ou 4 unidades? Isso leva às configurações espaciais representadas nas fotos acima e permite uma analogia com a disposição de ligantes em torno do átomo central, localizado no ponto em que as bexigas se unem: as bexigas verdes remetem a dois ligantes; as vermelhas, a três ligantes; e as amarelas, a quatro ligantes.

Vamos agora examinar as geometrias de algumas moléculas com dois ligantes (CO_2 e HCN), três ligantes (H_2CO) e quatro ligantes (CH_4).

- **Dióxido de carbono (CO_2)**

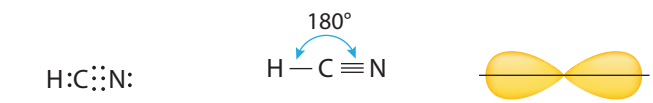
Para que a força de repulsão entre os pares eletrônicos envolvidos nas ligações duplas que unem o átomo de C a cada um dos átomos de O seja mínima, esses elétrons devem ficar o mais afastados possível uns dos outros. Nesse caso, os núcleos dos três átomos dispõem-se em linha reta, formando uma molécula linear.



fórmula eletrônica | fórmula estrutural | molécula linear

- **Cianeto de hidrogênio (HCN)**

Para que a força de repulsão entre os pares eletrônicos da ligação simples (H — C) e da ligação tripla (C ≡ N) seja mínima, eles devem formar o maior ângulo possível (180°).



fórmula eletrônica | fórmula estrutural | molécula linear

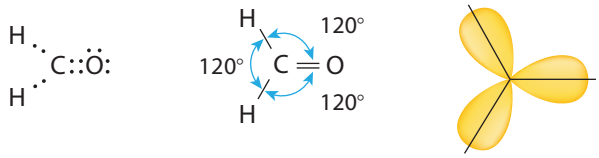
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

- **Metanal (H_2CO)**

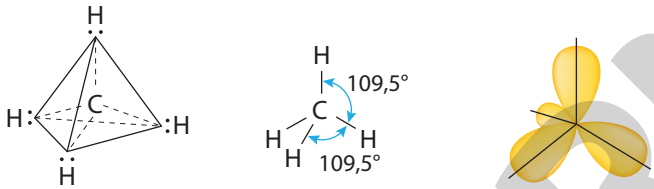
No metanal, os três átomos ao redor do átomo central (carbono) se dispõem de modo que os dois pares de elétrons das duas ligações C — H e os dois pares de elétrons que ligam o C ao O atinjam o máximo grau de afastamento entre eles. Com esse arranjo, os núcleos dos átomos ocupam as posições próximas aos vértices de um triângulo equilátero.



fórmula eletrônica | fórmula estrutural | molécula trigonal plana

- **Metano (CH_4)**

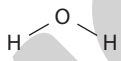
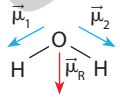
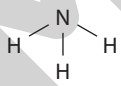
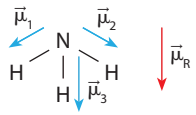
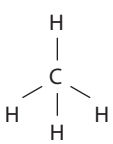
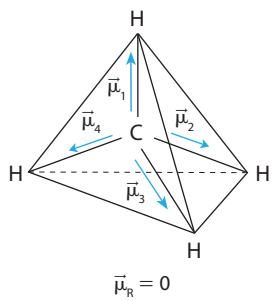
De forma semelhante aos exemplos analisados, os quatro pares eletrônicos envolvidos nas ligações do C devem ficar o mais afastados possível uns dos outros. Assim, os quatro ligantes do C dispõem-se no espaço em posições correspondentes aos vértices de um tetraedro.



fórmula eletrônica | fórmula estrutural | molécula tetraédrica

Agora que estudamos sobre como determinar a geometria molecular, vamos voltar para a determinação do momento dipolar resultante de moléculas contendo três ou mais átomos. O quadro a seguir mostra a disposição espacial dos átomos, o momento dipolar e a polaridade de algumas moléculas que constituem substâncias comuns em nosso cotidiano, como água e gás carbônico, além de outros compostos.

Disposição espacial dos átomos, momento dipolar e polaridade de algumas moléculas

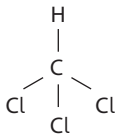
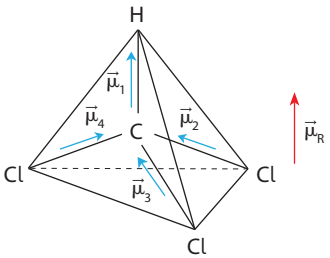
Substância	Geometria	Momentos dipolares	Polaridade
H_2O (água)	 angular	 $(\vec{\mu}_R \neq 0)$	polar
NH_3 (amônia)	 piramidal	 $\vec{\mu}_R \neq 0$	polar
CO_2 (gás carbônico)	O = C = O linear	$\vec{\mu}_1$ $\vec{\mu}_2$ O = C = O $\vec{\mu}_R = 0$	apolar
CH_4 (metano)	 tetraédrica	 $\vec{\mu}_R = 0$	apolar

Continua

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

Continuação

Substância	Geometria	Momentos dipolares	Polaridade
$CHCl_3$ (clorofórmio)	 tetraédrica	 $\vec{\mu}_R \neq 0$	polar

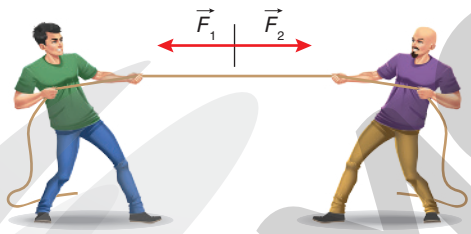
Observação: o tamanho das setas nas representações da tabela apresentada não representa a intensidade do vetor.

Caixa de ferramentas

Vetores na Física e na Química

A soma e as propriedades dos vetores são conceitos bastante utilizados no ensino de Física e muito úteis na previsão da polaridade de uma molécula em Química. Lembre-se de que toda grandeza vetorial é formada por direção, sentido e módulo.

Imagine que duas pessoas estão disputando um cabo de guerra – jogo em que cada pessoa puxa um lado da corda de modo a trazer o jogador adversário para próximo de si –, conforme mostra a imagem a seguir.

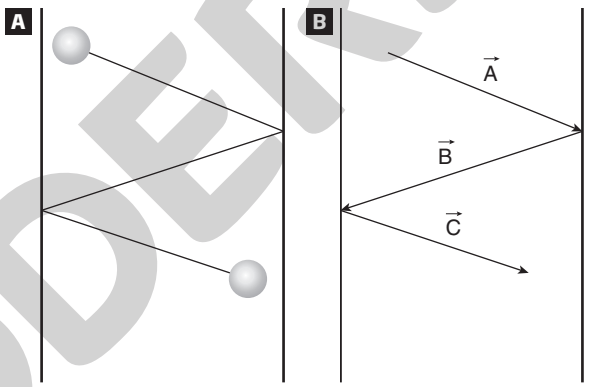


Representação fora de proporção; cores fantasia.

Se as pessoas puxarem a corda com a mesma intensidade e não houver outras forças atuando, nenhuma delas trará o jogador adversário para próximo de si, ou seja, o vetor resultante será igual a zero devido à soma de vetores ($\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$) de mesma intensidade, mas de sinais contrários. Lembre-se de que, nesse caso, os vetores têm a mesma direção (horizontal) e sentidos opostos (o vetor $\vec{F}_1$ parte da direita para a esquerda e o $\vec{F}_2$ da esquerda para a direita).

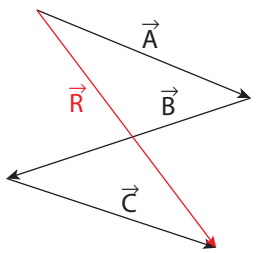
De forma análoga, essa situação é semelhante à que ocorre em uma molécula diatômica apolar, como o Cl_2. Cada átomo de cloro na ligação atrai para si, com a mesma intensidade, a nuvem de elétrons. Como a intensidade da atração é a mesma, mas de sinal contrário, o momento de dipolo da molécula é nulo.

No caso a seguir, qual seria o vetor resultante?



A figura (A) mostra o deslocamento de uma bola ao colidir com as paredes de um corredor. A figura (B) mostra o movimento que esse objeto executa, dividindo-o em três deslocamentos ($\vec{A}$, $\vec{B}$ e $\vec{C}$).

Para resolver esse problema, pode-se deslocar o vetor $\vec{A}$ para uma região qualquer do espaço e em seguida transferir o vetor $\vec{B}$ para essa região, de modo que a origem do vetor $\vec{B}$ coincida com a extremidade do vetor $\vec{A}$. Repete-se o mesmo procedimento com o vetor $\vec{C}$, como mostra a representação abaixo. Assim, o vetor resultante $\vec{R}$ corresponde ao vetor cuja origem coincide com a origem do primeiro vetor e com a extremidade do último vetor.



ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Interações moleculares

A interação que existe entre moléculas, íons ou aglomerados iônicos ajuda a compreender o comportamento e as propriedades das substâncias, como sua condutibilidade elétrica, temperaturas de fusão e de ebulição, entre outros.

Tendo como opções cloreto de sódio (composto iônico) e água (composto molecular), se alguém lhe perguntasse qual das duas substâncias tem maior temperatura de fusão, você provavelmente deduziria que é a primeira, devido à forte atração eletrostática entre íons sódio e cloreto. Mas qual seria sua resposta se as duas substâncias fossem moleculares, como metano (CH_4) e clorofórmio (CH_3Cl)?

Para responder a essa questão, é preciso entender as interações que podem se estabelecer entre os constituintes dessas substâncias.

Diversos cientistas estudaram as forças de atração e de repulsão que se estabelecem entre as moléculas. Vamos estudar três dessas interações: as que ocorrem entre dipolos permanentes, as que ocorrem entre dipolos induzidos (também chamados de dipolos instantâneos ou forças de London) e as ligações de hidrogênio.

Caixa de ferramentas

Quando não ocorre interação entre as moléculas que constituem uma substância, esta forçosamente se encontra no estado gasoso, obedecendo às leis dos gases perfeitos. Johannes Diderik van der Waals (1837-1923) foi o cientista responsável pela introdução de correções nas equações dos gases perfeitos ou ideais, tornando-as adequadas aos gases reais.
Em homenagem a esse cientista, as forças de interação envolvendo moléculas (polares ou apolares) foram denominadas **interações** (ou forças) **de van der Waals**. Porém, um tipo de interação, as ligações de hidrogênio, é considerado um caso à parte, como veremos adiante.

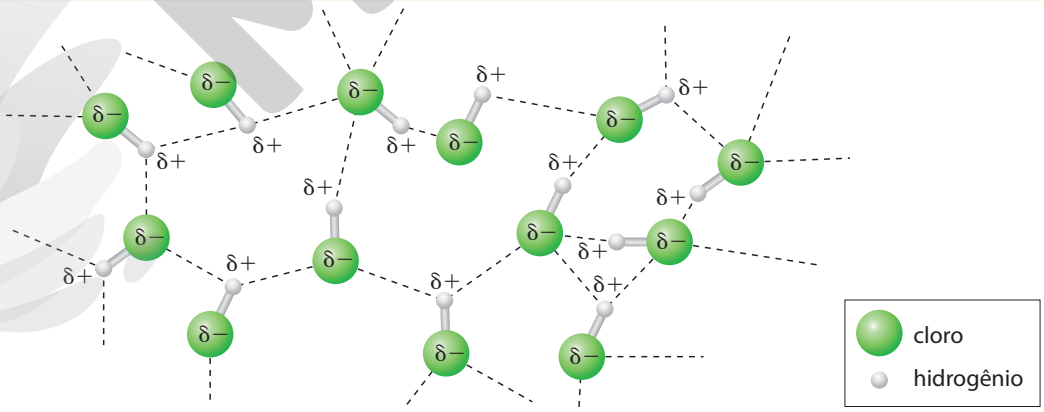
Dipolo permanente-dipolo permanente

Essa interação ocorre em moléculas polares, ou seja, dipolos permanentes, como o HCl. Nela, há a atração entre a região de baixa densidade eletrônica (δ+) de uma molécula e a de alta densidade eletrônica (δ−) de uma molécula vizinha, e vice-versa.

De forma geral, as interações do tipo dipolo permanente-dipolo permanente são mais fortes que as interações dipolo induzido-dipolo induzido.

NELSON MATSUDA

INTERAÇÃO ENTRE MOLÉCULAS DE HCl



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

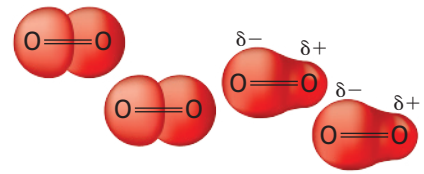
Dipolo induzido-dipolo induzido

Quando moléculas apolares se aproximam, podem induzir a formação de dipolos instantâneos. Isso ocorre porque, com a aproximação entre as moléculas, há a repulsão da nuvem eletrônica, o que provoca um deslocamento dos elétrons para a região oposta, produzindo assim dipolos instantâneos.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

As interações de dipolo induzido-dipolo induzido (dipolo instantâneo-dipolo instantâneo) são frequentemente chamadas de interações (ou forças) de London, em homenagem ao físico Fritz Wolfgang London (1900-1954), que explicou esse comportamento.

REPRESENTAÇÃO DA FORMAÇÃO DE DIPOLOS INSTANTÂNEOS NA MOLÉCULA DE OXIGÊNIO (GASOSO)



moléculas de oxigênio (apolar) — formação de dipolos instantâneos

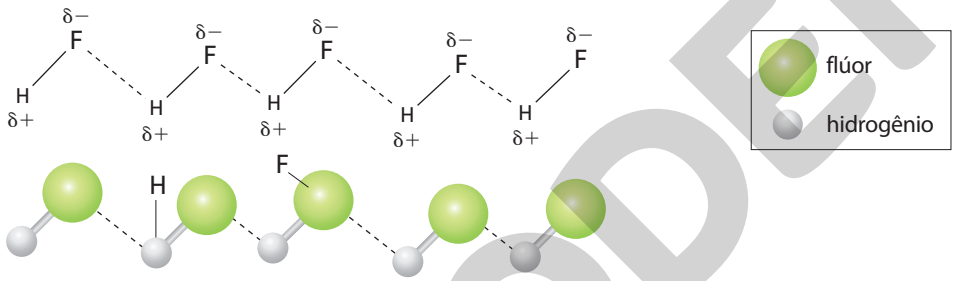
Fonte: SUCHOCKI, J. *Conceptual Chemistry*. 5th ed. Edinburgh Gate: Pearson Education, 2014.

(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Ligações de hidrogênio

As ligações de hidrogênio, chamadas antigamente de pontes de hidrogênio, são um caso particular de interação dipolo permanente-dipolo permanente. Esse tipo de interação molecular é mais forte do que as anteriores e ocorre em moléculas em que o átomo de hidrogênio está ligado a átomos de flúor, oxigênio ou nitrogênio. Como nesse tipo de ligação a diferença de eletronegatividade entre os átomos é maior, ocorre uma maior polarização da ligação, e isso resulta em uma atração mais intensa entre as moléculas (entre o átomo de hidrogênio de uma molécula e o átomo de flúor, oxigênio ou nitrogênio de outra molécula).

REPRESENTAÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE MOLÉCULAS DE HF



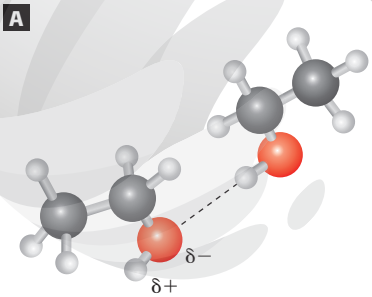
Fonte: CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. *Chemistry*. 12th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2016.

(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

As ligações de hidrogênio entre as moléculas de HF são tão intensas que, mesmo em estado gasoso, mantêm grupos de 3 ou 4 moléculas associadas (H_2F_2, H_3F_3...). As linhas tracejadas representam ligações de hidrogênio intermoleculares.

REPRESENTAÇÃO DAS INTERAÇÕES ENTRE AS MÓLECULAS DE ETANOL

A

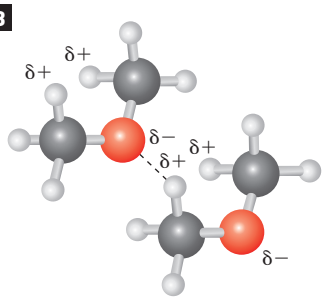


álcool (etanol)

TE: 78 °C
TF: −114 °C

REPRESENTAÇÃO DAS INTERAÇÕES ENTRE AS MÓLECULAS DE ÉTER DIMETÍLICO

B



éter (éter dimetílico)

TE: −25 °C
TF: −141 °C

oxigênio
carbono
hidrogênio

Ilustrações elaboradas com base em: BROWN, T. L. *et al*. *Chemistry*: The Central Science. 14th ed. Pearson, 2018. HAYNES, W. M. *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. 97th ed. Boca Raton, FL: CRC/Taylor and Francis, 2017.

(Representações fora de proporção; cores fantasia.)

As interações entre as moléculas de éter (dipolo permanente-dipolo permanente) são bem mais fracas que as ligações de hidrogênio entre as moléculas de álcool, o que explica o fato de a substância etanol ter temperaturas de fusão e de ebulição maiores que as do éter dimetílico.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

Interações moleculares e mudanças de estado

Como você deve ter percebido na imagem anterior, a intensidade da interação intermolecular explica as diferenças de temperaturas de fusão e de ebulição de substâncias distintas. Quanto mais intensa for essa interação, maior será a energia necessária para "romper" essa atração, o que resulta em valores maiores de temperatura de fusão e de ebulição.

Na tabela abaixo, estão as temperaturas de ebulição e de fusão, ao nível do mar, de algumas substâncias moleculares apolares. Analise-as e procure relacioná-las com o tamanho das moléculas que as constituem.

Substância	Massa molar (g/mol)	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
CH_4 (metano)	16	−182,5	−161,5
CH_3CH_3 (etano)	30	−182,8	−88,6
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$ (pentano)	72	−129,7	36,1
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ (octano)	114	−56,8	125,7

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

As temperaturas de ebulição e de fusão de substâncias moleculares apolares (ligações dipolo induzido-dipolo induzido) dependem da superfície de contato das moléculas. Quanto maior for o tamanho da molécula, maior será a interação entre as moléculas, o que, em geral, resulta em maiores valores de temperatura de fusão e de ebulição.

Interações moleculares e solubilidade

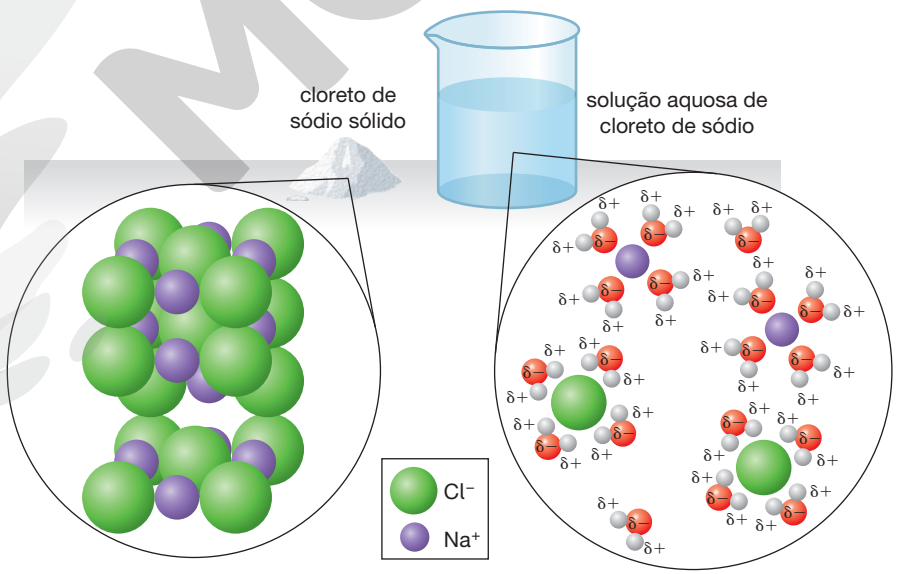
De forma geral, podemos prever se uma substância pode ser solúvel em outra comparando a polaridade de ambas. Há uma tendência de substâncias polares se dissolverem melhor em solventes polares, e de substâncias apolares se dissolverem melhor em solventes apolares.

Como essa situação pode ser explicada?

Quando o sólido é uma substância iônica, como cloreto de sódio (NaCl), seus íons podem interagir fortemente com as moléculas polares do solvente (como a água) e, com isso, ocorrer a "quebra" do retículo cristalino do sólido.

NELSON MATSUDA

REPRESENTAÇÃO SUBMICROSCÓPICA DA DISSOLUÇÃO DE UM COMPOSTO IÔNICO EM ÁGUA



Representação esquemática da dissolução de cloreto de sódio (composto iônico), principal constituinte do sal de cozinha, em água. (Fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: BROWN, T. L. *et al. Chemistry*: The Central Science. 14th ed. Pearson, 2018.

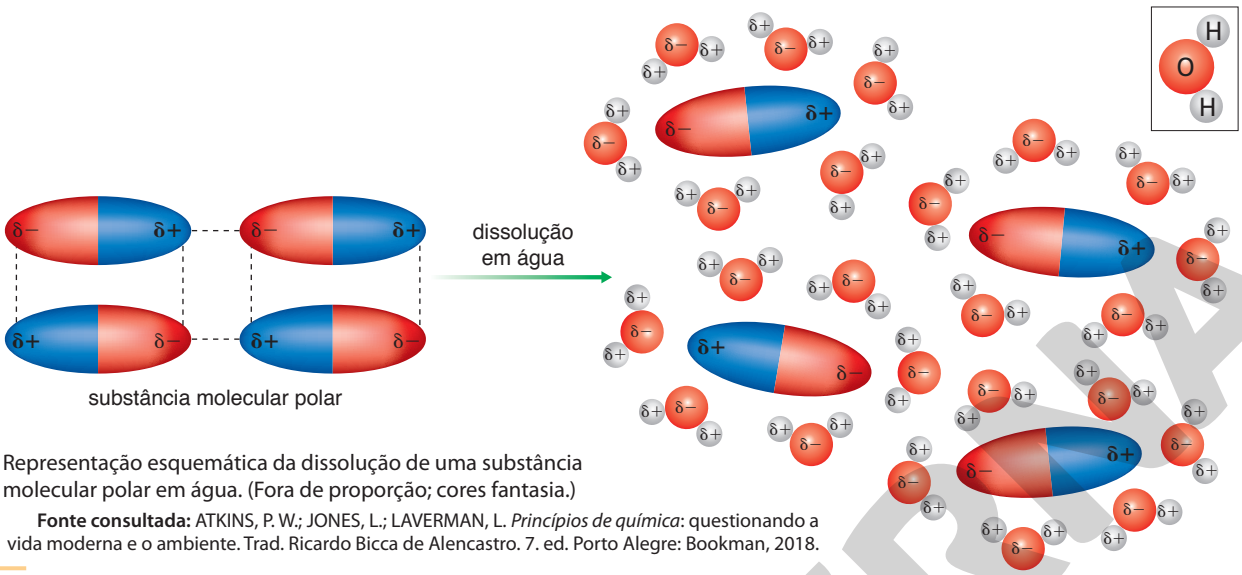
Para que um sólido iônico se dissolva em água, é necessário que esse solvente vença as intensas forças de atração entre os íons de cargas opostas, interpondo-se entre eles e, com isso, desmanchando o retículo cristalino iônico. Com a dissolução, a água (solvente polar) estabelece interações com os íons do tipo íon-dipolo.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Quando o sólido é uma substância molecular polar, como o etanol (CH_3CH_2OH), pode ocorrer a interação entre os dipolos dessa substância e os dipolos do solvente. Se essa interação for mais intensa que a atração entre moléculas do soluto, vai ocorrer sua dissolução.

REPRESENTAÇÃO SUBMICROSCÓPICA DA DISSOLUÇÃO DE UM COMPOSTO MOLECULAR EM ÁGUA



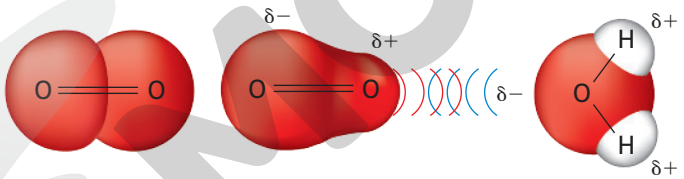
Representação esquemática da dissolução de uma substância molecular polar em água. (Fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte consultada: ATKINS, P. W.; JONES, L.; LAVERMAN, L. *Princípios de química*: questionando a vida moderna e o ambiente. Trad. Ricardo Bicca de Alencastro. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

Observe a atração entre cargas elétricas de sinal oposto, ou seja, entre a carga parcial negativa (δ−) das moléculas de água e a carga parcial positiva (δ+) da substância molecular, e entre a carga parcial positiva (δ+) das moléculas de água e a carga parcial negativa (δ−) da substância molecular.

Cabe destacar que essa tendência não é uma regra. Há exceções, como o CaF_2 (composto polar), que é pouquíssimo solúvel em água (solvente polar), e o iodo (composto apolar), que se dissolve bem em etanol (solvente polar). Além disso, a formação de dipolos instantâneos em moléculas apolares favorece a dissolução da substância em solventes polares, mesmo que de forma mínima (praticamente insolúvel).

REPRESENTAÇÃO DA FORMAÇÃO DE DIPOLOS INSTANTÂNEOS NA MOLÉCULA DE OXIGÊNIO DEVIDO À INTERAÇÃO COM A ÁGUA



molécula de oxigênio (apolar)

Indução de dipolo elétrico na molécula de oxigênio devido à aproximação de uma molécula de água.

(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: SUCHOCKI, J. *Conceptual Chemistry*. 5th ed. Edinburgh Gate: Pearson Education, 2014.

Observe na representação acima que a aproximação entre moléculas de água e moléculas de oxigênio induz à formação de dipolos instantâneos (nas moléculas de oxigênio), o que resulta em uma atração mútua e, como consequência, na solubilização do gás oxigênio em água. Lembre-se de que essa interação é fraca e de que o gás oxigênio tem baixa solubilidade em água.

Agora que você aprofundou mais seus conhecimentos sobre ligações químicas e interações moleculares, podemos estudar a atuação do sabão na limpeza de sujeiras gordurosas e oleosas em nível submicroscópico.

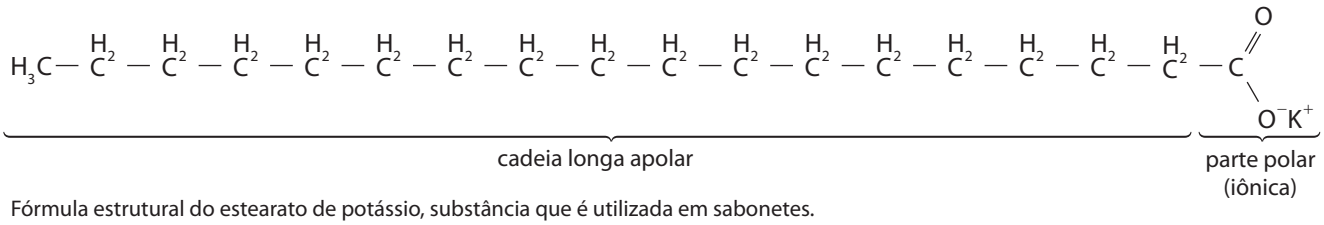
As moléculas de sabão têm uma estrutura formada por cadeia carbônica longa com característica apolar e uma extremidade iônica (polar). A parte apolar da estrutura de um sabão tem afinidade com partículas de baixa polaridade (gordura, por exemplo) – dizemos que essa parte é hidrofóbica, ou seja, não tem afinidade com a água; a parte iônica tem afinidade com partículas polares, como a água, e é chamada de hidrofílica.

Essa configuração possibilita que uma extremidade da cadeia carbônica dos sabões se associe à gordura e a outra extremidade, à água.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

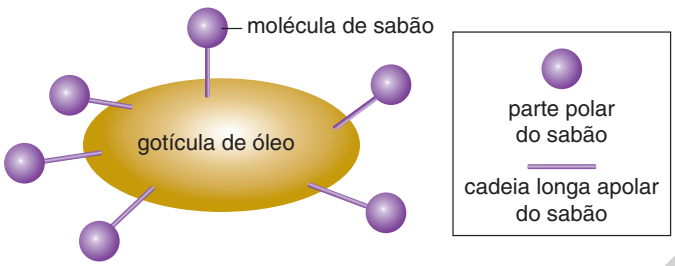
Podemos ilustrar essas interações com o esquema abaixo.



Fórmula estrutural do estearato de potássio, substância que é utilizada em sabonetes.

Quando um sabão entra em contato com um óleo (que também tem baixa polaridade), a parte apolar das moléculas do agente emulsificante (sabão ou detergente) interage com as gotículas de óleo. Lembre-se de que soluto apolar se dissolve melhor, na maioria dos casos, em solvente apolar. Assim, a parte polar do sabão (ou detergente) volta-se para a parte externa das partículas de óleo dispersas, conforme o esquema abaixo.

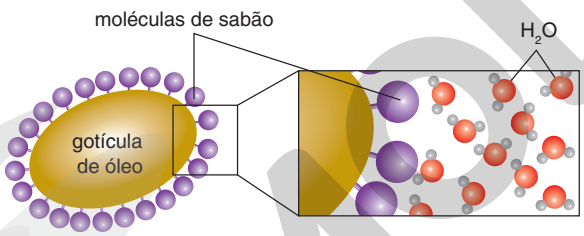
REPRESENTAÇÃO DA INTERAÇÃO ENTRE AS MOLÉCULAS DE SABÃO E ÓLEO



Interação das moléculas do sabão com o óleo. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Essa disposição favorece a interação da parte polar do sabão com as moléculas de água, o que permite que o líquido (a água) seja capaz de remover esse tipo de substância durante a limpeza.

REPRESENTAÇÃO SUBMICROSCÓPICA DA INTERAÇÃO ENTRE ÓLEO, SABÃO E ÁGUA



Interação óleo-sabão-água. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

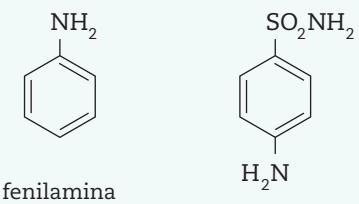
Ilustrações elaboradas com base em: KOTZ, J. C. *et al. Chemistry & Chemical Reactivity*. 10th. ed. Boston: Cengage Learning, 2019.

Os detergentes, por terem a estrutura química semelhante à dos sabões, também interagem da mesma forma com gorduras e óleos.

Atividades

Não escreva no livro.

1 A sulfanilamida, constituinte básico das sulfas – primeiros medicamentos usados no combate a infecções –, é obtida por meio da reação da fenilamina (ou anilina) com ácido sulfúrico. Observe suas fórmulas estruturais.

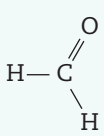


fenilamina (anilina)

sulfanilamida

Identifique a função orgânica presente na anilina.

2 O metanal é um gás solúvel em água cuja fórmula estrutural está representada abaixo.



Essa substância é polar ou apolar? Esquematize os momentos dipolares.

Continua

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

3 Etanol (C_2H_5OH) e dióxido de carbono (CO_2) têm massas moleculares relativamente próximas; no entanto, suas temperaturas de ebulição são bem diferentes. Com base apenas na natureza das interações moleculares, diga qual das duas substâncias tem maior temperatura de ebulição. Justifique essa escolha.

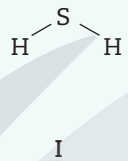
4 Apesar de ser uma substância apolar, o gás oxigênio se dissolve muito pouco em água, um solvente polar. Isso pode ser explicado pela formação de dipolos instantâneos nas moléculas de oxigênio que favorecem a dissolução da substância em água. Mesmo em concentrações pequenas, o oxigênio dissolvido é fundamental ao ecossistema aquático. Explique o motivo.

5 A análise do quadro abaixo permite verificar que, apesar de a massa molecular do metano (CH_4) ser praticamente igual à da água (H_2O), as temperaturas de ebulição dessas substâncias são bastante diferentes. Explique esse fato.

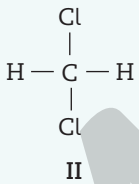
Substância	Temperatura de ebulição (°C) a 1 atm	Massa molar (g/mol)
água (H_2O)	100	18
metano (CH_4)	−161,5	16

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

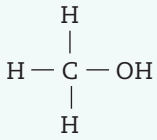
6 Observe as fórmulas estruturais a seguir.



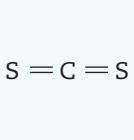
I



II



III



IV

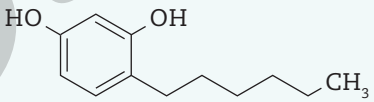
Quais dessas substâncias representadas são polares?

a) I e II.
b) II e III.
c) I, II e III.
d) II, III e IV.
e) I e IV.

7 Observe as fórmulas químicas dos compostos a seguir e identifique em cada um dos pares a substância que apresenta maior temperatura de ebulição. Justifique sua resposta.

I. O_2 e Na_2O
II. HCl e Cl_2
III. H_2O e CO_2

8 No fim do século XIX, o fenol era utilizado como antisséptico em cirurgias. Contudo, como causava queimaduras severas, com o avanço da Química Orgânica ele foi substituído por derivados sintéticos. Entre esses derivados, encontra-se o 4-hexilresorcinol, que é um antisséptico mais eficiente e que provoca menos danos à pele.



a) Quem possui a maior solubilidade em água, o fenol ou o 4-hexilresorcinol?

b) Por que o 4-hexilresorcinol é classificado como um fenol, e não como um álcool?

Fique por dentro

Internet

Cartilha para a promoção do uso racional de medicamentos
<https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cartilha_promocao_uso_racional_medicamentos.pdf>

Publicação que traz informações importantes sobre uso de medicamentos, como os cuidados com sua utilização, o que fazer nos casos de superdosagem e o destino final de medicamentos vencidos.

Significado das tarjas de medicamentos – Drauzio Varella (2 min 18 s)
<https://www.youtube.com/watch?v=ZfZWo8o7F90>

No vídeo, o médico Drauzio Varella explica o significado das tarjas presentes nas embalagens de medicamentos.

Software

PhET – Interactive simulations.
<https://phet.colorado.edu/pt/>.

O projeto Simulações Interativas PhET, da Universidade do Colorado (Estados Unidos), disponibiliza diversos simuladores de Matemática e Ciências da Natureza. Muitos deles estão disponíveis em outras línguas, além do inglês.

Acessos em: 22 jun. 2020.

Livro

BOUER, J. *Álcool, cigarro e drogas*. São Paulo: Panda Books, 2005.

A adolescência é uma fase de mudanças, e toda mudança gera algum grau de medo e angústia. Em uma conversa bastante franca, sem discurso moralista ou *slogans* simplistas, o psiquiatra Jairo Bouer esclarece os riscos do consumo de álcool, cigarro e drogas.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Não escreva no livro.

1 Leia o texto a seguir e responda ao que se pede.

Uma pesquisa da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) desenvolveu uma técnica capaz de identificar pequenas quantidades de substâncias usadas para adulteração do leite. De acordo com o estudo, feito em uma tese de doutorado da instituição, os equipamentos convencionais não eram capazes de detectar pequenas partículas de produtos proibidos como formol, água oxigenada, [água sanitária] e soda cáustica.

As substâncias são usadas para estender a vida útil do leite e gerar maior rentabilidade. No entanto, a medida pode causar problemas à saúde ou até levar à morte. [...]

[...]

O médico nutrólogo Edson Credídio afirmou que o leite é um alimento fundamental para a saúde de crianças e adultos e, por isso, os riscos de ter o alimento com quantidades de formol e outras substâncias podem ser irreversíveis.

"As pessoas podem achar que, por serem mínimas substâncias, não faz mal, mas os efeitos podem ser devastadores para o organismo. Você toma o leite e começa a ter problemas de saúde, acha que é o leite, mas não é, é o produto que está nele", disse.

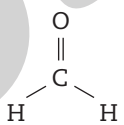
EPTV. Unicamp cria método para identificar mínimas substâncias usadas na adulteração do leite. G1. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2018/11/08/unicamp-cria-metodo-para-identificar-minimas-substancias-usadas-na-adulteracao-do-leite.ghtml>. Acesso em: 5 maio 2020.

a) Explique o significado de adulteração de produtos. Pesquise em livros e *sites* sobre o tema e compare se a resposta que você deu está de acordo com as informações pesquisadas.

b) Por que é prejudicial ao consumidor a compra e o uso de um produto adulterado? Traga para a sala de aula alguma notícia recente de jornal sobre a adulteração de algum produto e discuta com seus colegas os impactos negativos que a aquisição desse produto pode causar ao consumidor.

c) De acordo com seus conhecimentos, a adição de água no leite pode ser considerada uma adulteração? Justifique.

d) O formol mencionado no texto é uma solução aquosa de metanal, considerada uma substância carcinogênica. Sabendo que sua fórmula estrutural está representada abaixo, identifique a função orgânica dessa substância e escreva sua fórmula molecular.



metanal

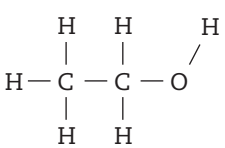
e) Quais os procedimentos que o consumidor deve adotar, caso compre um produto adulterado? Em grupos, pesquisem em *sites* confiáveis sobre o assunto e elaborem um vídeo curto com o uso de celular, câmera ou filmadora explicando como o consumidor deve agir e a quem deve recorrer. Na ausência de equipamentos de gravação, pode-se, sob orientação do professor, produzir cartazes informativos.

2 (Cefet-MG)

O consumo excessivo de bebidas alcoólicas tornou-se um problema de saúde pública no Brasil, pois é responsável por mais de 200 doenças, conforme resultados de pesquisas da Organização Mundial da Saúde (OMS).

Disponível em: <https://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,consumo-de-alcool-aumenta-43-5-no-brasil-em-dez-anos-afirma-oms,70001797913>. Acesso em: 11 set. 2017 (adaptado).

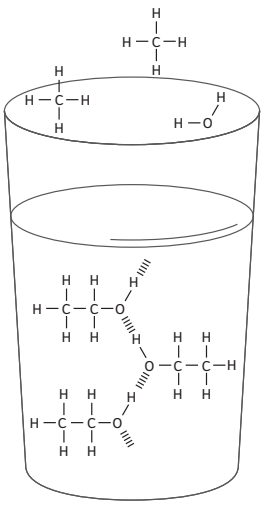
O álcool presente nessas bebidas é o etanol (CH_3CH_2OH), substância bastante volátil, ou seja, que evapora com facilidade. Sua fórmula estrutural está representada abaixo.



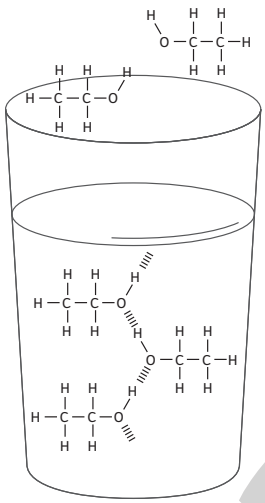
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Considerando-se as ligações químicas e interações intermoleculares, o modelo que representa a volatilização do etanol é:

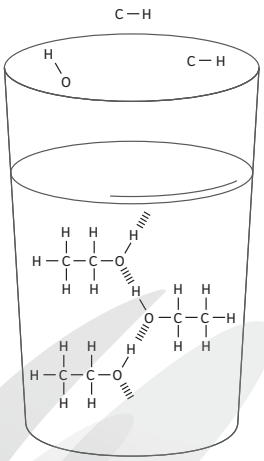
a)



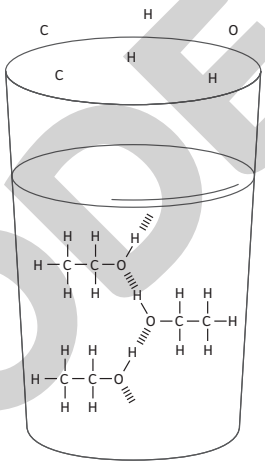
c)



b)



d)



3 (Enem) Partículas microscópicas existentes na atmosfera funcionam como núcleos de condensação de vapor de água que, sob condições adequadas de temperatura e pressão, propiciam a formação das nuvens e consequentemente das chuvas. No ar atmosférico, tais partículas são formadas pela reação de ácidos (HX) com a base NH_3, de forma natural ou antropogênica, dando origem a sais de amônio (NH_4X), de acordo com a equação química genérica:

$$HX(g) + NH_3(g) \longrightarrow NH_4X(s)$$

FELIX. E. P.; CARDOSO, A. A. Fatores ambientais que afetam a precipitação úmida. *Química Nova na Escola*, n. 21, maio 2005 (adaptado).

A fixação de moléculas de vapor de água pelos núcleos de condensação ocorre por:

a) ligações iônicas.

b) interações dipolo-dipolo.

c) interações dipolo-dipolo induzido.

d) interações íon-dipolo.

e) ligações covalentes.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

4 Leia os textos a seguir e faça o que se pede.

Mitos e realidades sobre o alcoolismo

O alcoolismo é um grave problema de saúde pública no Brasil, assim como em grande número de outros países. Estima-se que cerca de 10% da população brasileira seja dependente do álcool, enquanto um número bem maior expressa problemas relacionados ao seu uso inadequado, como acidentes de trânsito, situações diversas de violência, perda de emprego, etc.

O uso de bebidas alcoólicas geralmente começa cedo, entre o início e meados da adolescência, com o grupo de amigos e/ou em casa. Você já deve ter percebido, além disso, que os abstêmios, as pessoas que nunca bebem álcool, são a minoria. A grande maioria bebe, ou pensa que bebe, "socialmente". De fato, o álcool está presente na maioria das ocasiões sociais, tornando-se quase onipresente em situações relacionadas a comemorações, alegria, relaxamento. Mas você já se perguntou sobre o que é um "beber social"? Quais os limites que diferenciam um padrão de uso moderado de um uso inadequado, abusivo? [...]

LARANJEIRA, R.; PINSKY, I. *Mitos e realidades sobre o alcoolismo*. Disponível em: <https://www.uniad.org.br/wp-content/uploads/2009/02/Mitos-e-realidades-sobre-o-Alcoolismo.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2021.

Já está valendo a lei [27/05/2015] que classifica como crime a venda de bebidas alcoólicas para menores. Antes, a prática era considerada como "contravenção penal" – uma ocorrência com penas mais leves. Agora, além de pagar multa, quem for pego vendendo bebida para adolescentes pode cumprir quatro anos de prisão.

Um senhor que prefere não se identificar convive com o alcoolismo há mais de 30 anos. Ele começou a beber aos 13 anos e, hoje, aos 62 anos, se recorda como era fácil comprar bebidas quando era adolescente. "Pai pedia para ir ao bar comprar. Bem, comprava normalmente. Mas eu me lembro de ter bebido em bar e de ter comprado também. Existia uma facilidade de comprar, mas, na época, era mais embalagem fechada."

Aos 46 anos ele conseguiu se livrar do vício depois de frequentar o grupo Alcoólicos Anônimos. Livre do vício, ele vive uma vida normal dedicada à família e ao trabalho, mas não esquece as perdas causadas pelo álcool. "Tive perdas materiais e morais. Eu perdi vários empregos, eu cheguei até a perder bolsa de estudos na faculdade. Eu não parava em emprego nenhum. Portanto, eu estou chegando aos 62 anos no próximo mês e não consegui me aposentar."

Quem sofreu com o alcoolismo desde muito cedo acredita que a lei será um avanço para a sociedade.

[...]

COMÉRCIO REFORÇA AÇÕES para coibir venda de bebidas a menores. *G1 Mogi das Cruzes e Suzano*, 27 mar. 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/sp/mogi-das-cruzes-suzano/noticia/2015/03/comercio-reforca-acoes-para-coibir-venda-de-bebidas-menores.html >. Acesso em: 12 abr. 2021.

a) De acordo com o texto "Mitos e realidades sobre o alcoolismo", quando geralmente começa o uso de bebidas alcoólicas?

b) Segundo esse texto, quais problemas estão relacionados ao consumo do álcool?

c) O texto questiona: "Mas você já se perguntou sobre o que é um 'beber social'? Quais os limites que diferenciam um padrão de uso moderado de um uso inadequado, abusivo?". Reflita sobre essas questões, depois apresente sua opinião aos colegas, justificando-a com argumentos.

d) O segundo texto trata da mudança da legislação em relação à venda de bebidas alcoólicas para menores de idade. Qual foi essa mudança?

e) A mudança na legislação é uma das formas de coibir a venda de bebidas alcoólicas a menores de idade. Você acha que ela é suficiente?

f) Cite ou proponha ações para reduzir o consumo ilegal de bebidas alcoólicas pelos jovens.

Próximos passos

Neste capítulo, abordamos como o desenvolvimento dos conhecimentos de Química Orgânica contribuiu para a prevenção, tratamento e manutenção da saúde. Estudamos algumas substâncias orgânicas utilizadas na área da saúde, como anestésicos, analgésicos, antissépticos e desinfetantes, e aprofundamos o estudo das ligações químicas e as interações entre as moléculas.

No próximo capítulo, você vai aprofundar seus conhecimentos sobre o uso da radiação na saúde.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

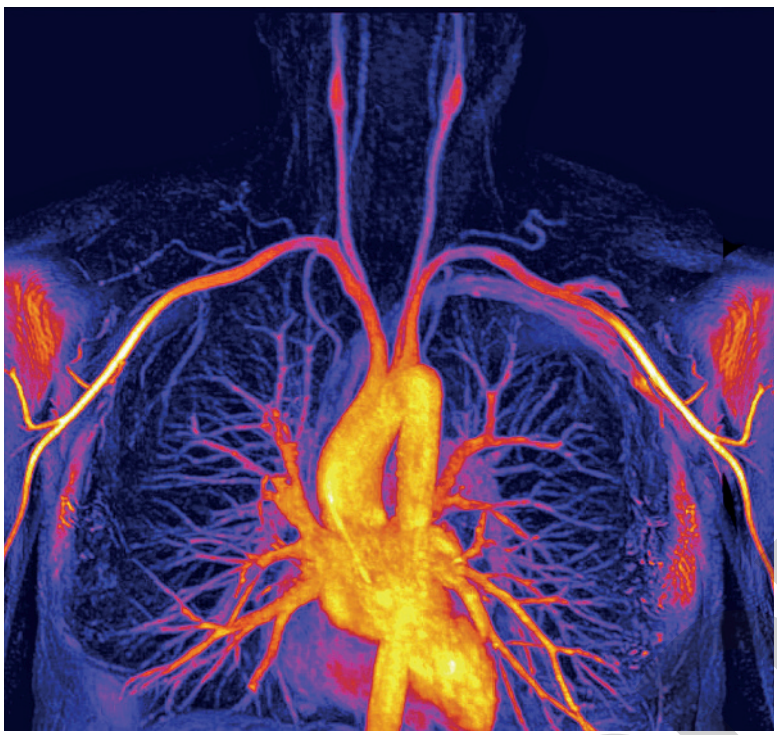
CAPÍTULO

6 Ondas eletromagnéticas e a Medicina

BNCC:
EM13CNT101
EM13CNT104
EM13CNT105
EM13CNT205
EM13CNT306
EM13CNT307

Veja respostas e comentários para as atividades do capítulo no **Suplemento do Professor**.

Para começo de conversa



ZEPHYR/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

A ressonância magnética mostra o coração saudável e os vasos sanguíneos de uma pessoa adulta.

Na metade do século passado, a expectativa de vida da população brasileira não atingia 50 anos. Segundo dados do IBGE, hoje chega a pouco mais de 75 anos. Vivemos atualmente, em média, 20 anos a mais do que viviam os brasileiros nascidos no início do século XX. Embora não haja apenas uma causa para esse progresso, é certo que uma delas, talvez a principal, tenha sido a evolução da medicina diagnóstica com a criação de sofisticados equipamentos que permitem observar o interior do corpo humano. Boa parte desses equipamentos funciona a partir da emissão e recepção de ondas eletromagnéticas.

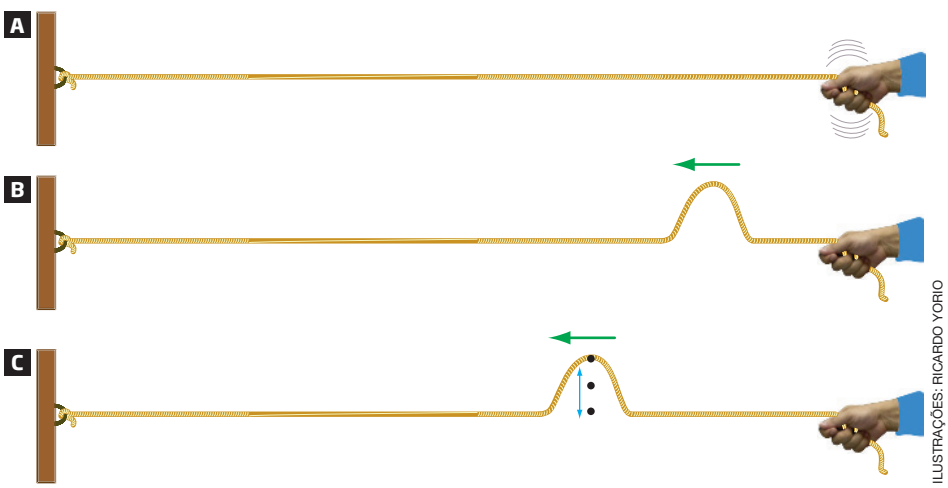
Você saberia dizer quais são os exames de imagem utilizados para detectar cada caso de uma provável doença? Como esses aparelhos funcionam?

Neste capítulo, você estudará alguns dos mais importantes conceitos associados às ondas eletromagnéticas, assim como as diversas aplicações dessas ondas em diversas tecnologias aplicadas à área médica. Vamos começar?

Como caracterizar uma onda?

Se fizermos um movimento rápido com a mão na direção vertical, subindo e descendo a mão na ponta de uma corda que possui uma de suas extremidades presa, veremos a propagação de um **pulso**, isto é, uma reprodução do movimento da mão pelos pontos da corda.

Nesse caso, embora o movimento dos pontos da corda ocorra também na direção vertical, o pulso movimenta-se com certa velocidade pela corda na direção perpendicular.



ILUSTRAÇÕES: RICARDO YORIO

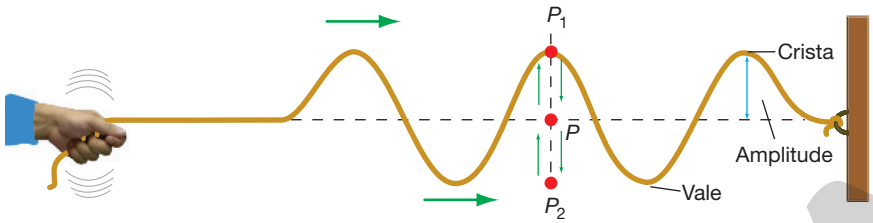
(**A**) A corda tensionada é um meio material de propagação de ondas unidimensionais. (**B**) O movimento da mão da pessoa gera um pulso na corda. (**C**) Os pontos da corda copiam o movimento vertical da mão. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

É importante observar que os pontos da corda não sofrem deslocamento horizontal, enquanto o pulso caminha por ela, e que, portanto, o pulso não transporta matéria, uma vez que os pontos da corda permanecem na mesma vertical.

Se fizermos uma sequência de movimentos verticais com a mão, provocaremos uma série de pulsos que vão se propagar ao longo da corda. Essa série de perturbações forma o que chamamos de **onda**.



RICARDO YORIO

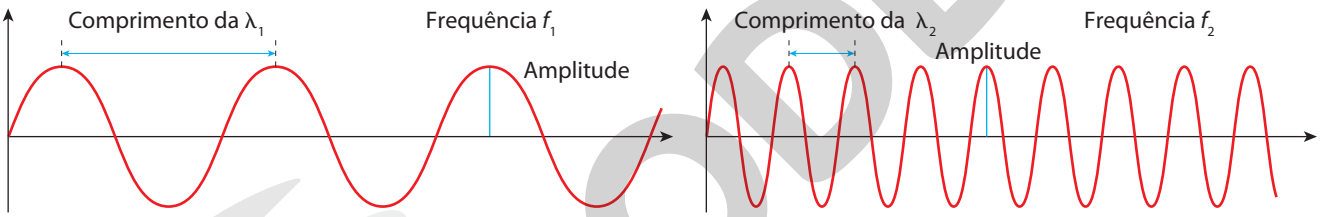
A amplitude de uma onda é definida como a distância entre o ponto de equilíbrio (repouso) da onda até a crista. Note que a "crista" indica o ponto máximo da onda, enquanto o "vale" representa o ponto mínimo. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Os pontos mais altos dos pulsos, como o ponto P_1, são chamados de **cristas da onda**, já os pontos mais baixos dos pulsos, como o ponto P_2, são chamados de **vales da onda**.

À medida que os pulsos se deslocam, um ponto P qualquer realiza apenas movimento vertical de P até P_1, voltando a P. A distância de P até P_1 ou de P até P_2 é definida como **amplitude** da onda.

Também podemos definir para uma onda as grandezas **frequência**, **período** e **comprimento de onda**.

- **Período (*T*)**: intervalo de tempo para uma oscilação completa da onda.
- **Comprimento de onda (λ)**: distância entre dois vales ou duas cristas sucessivas.
- **Frequência (*f*)**: quantidade de oscilações por intervalo de tempo.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

O comprimento de onda é representado pela letra grega lambda (λ). A figura representa duas ondas de mesma amplitude, mas frequência e comprimento de ondas diferentes. Observe que $f_2 > f_1$ e que $\lambda_1 > \lambda_2$.

Considere, por exemplo, que uma onda realiza cinco oscilações em 20 segundos, então o intervalo de tempo para uma oscilação completa, isto é, o período da onda é:

$$T = \frac{20 \text{ segundos}}{5 \text{ oscilações}} = 4 \text{ s}$$

Já a frequência da onda nesse caso pode ser dada em oscilações por segundo, unidade conhecida também como hertz (Hz). Assim, se o tempo de uma oscilação é 4 s, quantas oscilações serão dadas em 1 s? Para responder a essa pergunta, podemos usar uma regra de três:

$$\begin{aligned} 1 \text{ oscilação} &\text{ ——— } 4 \text{ s} \\ x \text{ oscilações} &\text{ ——— } 1 \text{ s} \end{aligned}$$

$$x = \frac{1}{4} \text{ oscilação por segundo} = \frac{1}{4} \text{ Hz}$$

A relação entre frequência f e período T de uma onda é dada por:

$$f = \frac{1}{T} \text{ ou } T = \frac{1}{f}$$

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Outra grandeza muito importante quando tratamos das ondas é sua velocidade de propagação, definida como a razão entre a distância percorrida e o intervalo de tempo decorrido na propagação. Se um ponto da onda percorre um comprimento de onda (λ) no intervalo de tempo correspondente a um período (T), a velocidade de propagação (v) da onda pode ser escrita como:

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T}$$

Usando a relação entre a frequência e o período, podemos escrever a equação fundamental da ondulatória:

$$v = \lambda \cdot f$$

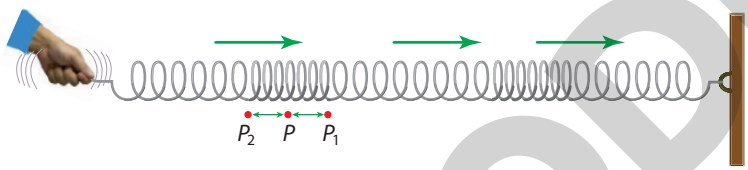
Dessa forma, para que uma onda esteja completamente caracterizada, precisamos fornecer sua amplitude, seu período (ou frequência) e seu comprimento de onda (ou velocidade de propagação).

Quanto a sua natureza, ondas podem ser classificadas em dois tipos. As **ondas mecânicas**, como as que se propagam em cordas ou as ondas sonoras, são aquelas que exigem a existência de um meio para se propagar. O outro tipo são as **ondas eletromagnéticas**, que se propagam até mesmo no vácuo.

Já quanto a sua direção de propagação, as ondas podem ser classificadas em **transversais** ou **longitudinais**. Os pulsos que se propagam em cordas que vimos até aqui são exemplos de ondas do tipo transversal, pois os pulsos propagam-se na horizontal e os pontos da corda oscilam na vertical. Já as ondas sonoras são exemplos de ondas do tipo longitudinal, pois sua oscilação ocorre na mesma direção da propagação do pulso sonoro.

EPICSTOCKMEDIA/SHUTTERSTOCK

As ondas mecânicas necessitam de um meio material para sua propagação, como as ondas que se formam em um lago ou como as ondas sonoras que necessitam do ar para existir.



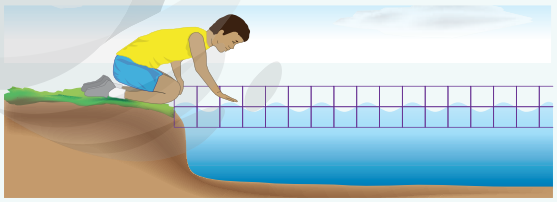
RICARDO YORIO

Numa onda longitudinal, os pontos da onda oscilam em torno de um ponto de equilíbrio na mesma direção da propagação da onda. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Atividades

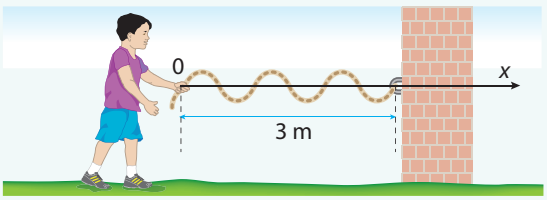
Não escreva no livro.

1 Uma pessoa bate a mão na superfície de um lago. A figura representa o formato de uma das ondas produzidas em determinado instante. A velocidade de propagação dessa onda é de 32 cm/s. Qual é o comprimento de onda? E qual é sua frequência? Cada divisão do quadriculado corresponde a 8 cm.



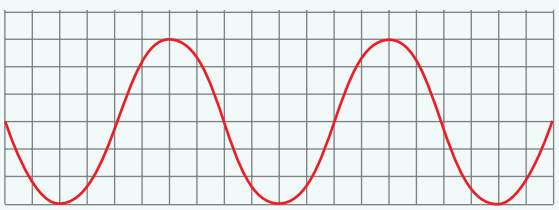
(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

2 Um menino produz ondas em uma corda. Na figura, podemos ver o formato de uma onda produzida por ele em determinado instante. Determine a frequência e o período dessa onda, sabendo que sua velocidade é de 0,9 m/s.



(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

3 Uma onda se propaga em uma corda tendo o seguinte aspecto em determinado instante de tempo.



Se a frequência da onda é de 15 Hz, qual é sua velocidade? Considere cada divisão da figura igual a 5 cm.

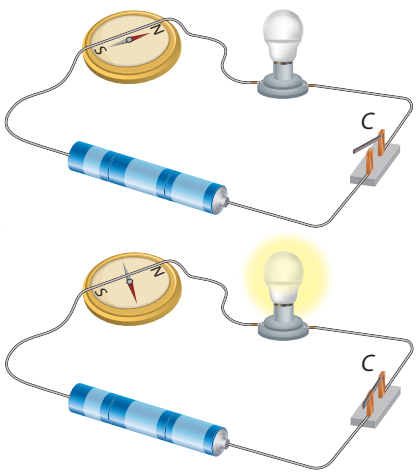
ILUSTRAÇÕES: LUIZ RUBIO

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Mas o que são ondas eletromagnéticas?

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO



Oersted mostrou que uma corrente elétrica era capaz de produzir um campo magnético ao redor do fio capaz de alterar a direção de uma bússola. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Até o século XIX, eletricidade e magnetismo ainda eram vistos como dois campos responsáveis por fenômenos que pouco se relacionavam. Os físicos Hans Christian Oersted e Michael Faraday perceberam, no entanto, uma estreita relação entre os dois fenômenos. Ao gerar eletricidade, gera-se magnetismo e vice-versa.

Em seu mais célebre experimento, Oersted percebeu que o ponteiro de uma bússola, normalmente apontando para o norte geográfico, mudava de posição quando colocado próximo a um condutor percorrido por corrente elétrica.

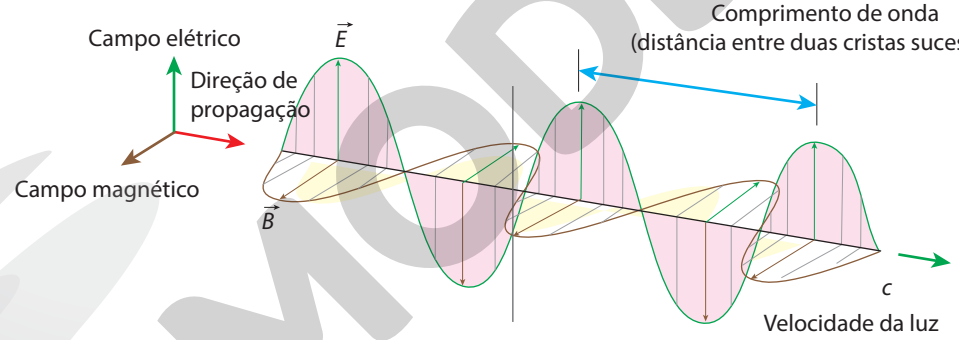
Já Faraday mostrou que movimentos rápidos de aproximação e afastamento de um ímã em relação a um fio condutor enrolado em forma de bobina era capaz de produzir corrente elétrica no condutor. Com base nisso, Faraday percebeu que a variação do campo magnético era capaz de produzir corrente elétrica.

Esses dois experimentos são exemplos que mostram a conexão entre eletricidade e magnetismo. No entanto, era necessário encontrar uma formulação teórica única para essas duas áreas do conhecimento, o que acabou sendo feito por James Clerck Maxwell, em 1864. E foi com essa formulação teórica que Maxwell foi o primeiro a prever a existência das ondas eletromagnéticas e a entender a luz como uma onda desse tipo.

De fato, a luz solar é um exemplo de onda eletromagnética. Afinal, o que é uma onda eletromagnética?

De acordo com a teoria elaborada por Maxwell, uma onda eletromagnética é descrita como resultante da oscilação de campos elétricos e magnéticos que se propagam perpendicularmente entre si, e com a velocidade da luz no vácuo.

CAMPOS MAGNÉTICO E ELÉTRICO COMO ONDAS



Representação dos campos magnético ($\vec{B}$) e elétrico ($\vec{E}$) como ondas propagando-se em direções perpendiculares entre si.

RICARDO YORIO

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Ondas eletromagnéticas de diversas frequências atingem a Terra constantemente, vindas do Sol e de outros corpos celestes. Muitas dessas ondas são captadas por antenas instaladas especialmente para sua captação e estudo pelos institutos de pesquisa.

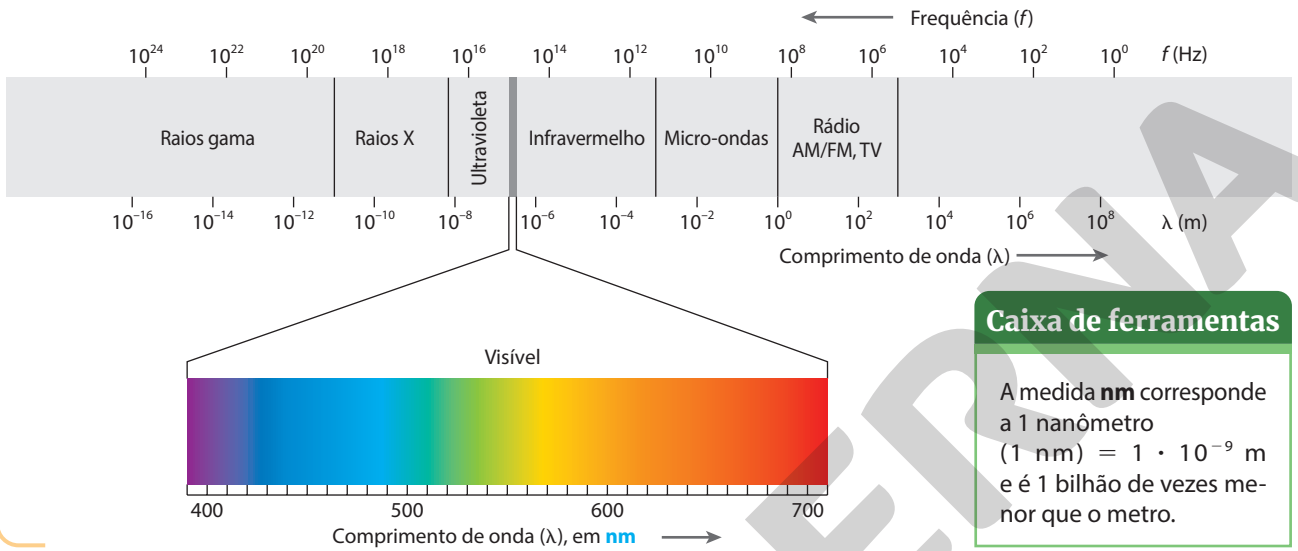
THE YOMIURI SHIMBUN/AP IMAGES/GLOW IMAGES

Antenas de radioastronomia do projeto Alma, que possuem alta precisão e ocupam uma área de 16 quilômetros quadrados. Conduziram a primeira observação em um projeto envolvendo Japão, Estados Unidos e Europa. Localizadas no deserto do Atacama. (Chile, 2017.)

O que é o espectro eletromagnético?

Algumas décadas após a descoberta das ondas eletromagnéticas, houve o início de uma verdadeira revolução tecnológica com a produção de ondas eletromagnéticas das mais diferentes formas. Como a frequência é uma grandeza física que caracteriza uma onda, diferentes frequências definem diferentes tipos de onda eletromagnética, como ondas de rádio, micro-ondas, raios X etc. O conjunto de todos os tipos de onda eletromagnética é chamado de **espectro eletromagnético**.

ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO



ADILSON SECCO

Fonte dos dados: ZITZENITZ, P. W. *et al*. *Physics principles and problems*. Columbus: McGraw Hill, 2009. p. 708 (com adaptações).

Caixa de ferramentas

A medida **nm** corresponde a 1 nanômetro $(1\ nm) = 1 \cdot 10^{-9}$ m e é 1 bilhão de vezes menor que o metro.

Nessa revolução, que parece atingir o auge atualmente, cientistas e engenheiros encontraram várias aplicações tecnológicas para as ondas eletromagnéticas baseadas, em princípio, na interação delas com a matéria, permitindo, por exemplo, o uso dos raios X para obter uma radiografia, ou o transporte de informação, como em transmissões via satélite. Essas aplicações estão distribuídas por praticamente todo o espectro eletromagnético, desde as frequências mais altas, que correspondem aos menores comprimentos de onda, até as frequências mais baixas, com os maiores comprimentos de onda. A seguir, discutimos os tipos de ondas eletromagnéticas, que também são chamadas de **radiações**, e suas aplicações.

Atividades

Não escreva no livro.

1. Uma emissora de rádio transmite na frequência de 6,1 MHz. Para que uma pessoa sintonize essa emissora, ela necessita de um receptor de ondas curtas. Qual é o valor do comprimento de onda em que esse receptor deve operar para sintonizar a emissora? Considere a velocidade da luz no ar igual a $3{,}0 \cdot 10^8$ m/s.

2. As antenas das emissoras de rádio emitem ondas eletromagnéticas que se propagam na atmosfera com a velocidade da luz ($3{,}0 \cdot 10^5$ km/s) e com frequências que variam de uma estação para a outra. Uma rádio emite uma onda de frequência 90,5 MHz. Qual é, aproximadamente, o comprimento de onda correspondente a essa frequência?

3. O mar e o céu aparentam ser azuis na maior parte do tempo, pois o ar atmosférico difunde fundamentalmente a componente azul da luz solar. Considere o comprimento de onda da cor azul variando de $4{,}4 \cdot 10^{-7}$ m a $4{,}9 \cdot 10^{-7}$ m e que a luz se propague no ar com a velocidade de $3{,}0 \cdot 10^8$ m/s. Em que faixa, medida em hertz, varia a frequência da cor azul?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Tipos de ondas eletromagnéticas

Para que servem os raios X?

Esse tipo de radiação, descoberto em 1895 pelo físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923), recebeu a denominação raios "X" porque sua natureza era desconhecida. Essa radiação compreende frequências entre **10^{16} Hz** e **10^{19} Hz**.

Röntgen observou que esses raios atravessam facilmente materiais de baixa densidade, como tecidos e músculos do corpo humano, e são absorvidos pelos ossos. Isso levou sua descoberta a um rumo diferente da grande maioria das descobertas da ciência, que demoram um tempo considerável para encontrar uma aplicação. Nesse caso, a aplicação foi quase imediata, uma vez que o próprio Röntgen obteve a imagem dos ossos da mão de uma pessoa. Estava criada a radiografia!

SAMUNELLA/SHUTTERSTOCK

Radiografias auxiliam a Medicina no diagnóstico de fraturas e anomalias ósseas.

Não é possível imaginar a Medicina sem essa técnica de diagnóstico do corpo humano, utilizada para detectar fraturas, malformações ósseas, entre outros problemas. Ainda na Medicina, os raios X são utilizados no tratamento complementar de alguns tipos de câncer.

JOHN BIRDSALL SOCIAL ISSUES PHOTO LIBRARY/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

Em exames odontológicos, é possível fazer um diagnóstico muito rápido com o uso de luz ultravioleta.

Protetor solar e a radiação ultravioleta

As ondas eletromagnéticas com frequências entre **10^{15} Hz** e **10^{16} Hz** formam uma região do espectro eletromagnético imediatamente superior à da luz visível e, portanto, essa radiação não é percebida pelo olho humano.

A luz ultravioleta está presente na luz solar e é fundamental para o crescimento e o fortalecimento dos ossos. No entanto, já são conhecidos os efeitos nocivos dessa radiação sobre o tecido humano exposto excessivamente a ela, como queimaduras bastante graves e câncer de pele.

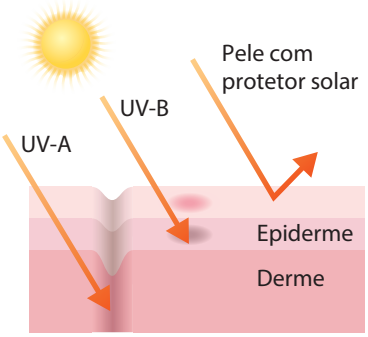
A radiação ultravioleta pode ser dividida em duas faixas chamadas de raios UV-A e UV-B, embora existam até raios UV-C, que não atingem nosso planeta.

Os raios UV-A possuem menor frequência, sendo menos energéticos que os raios UV-B, e são a maior parte dos raios ultravioleta. Sua intensidade é aproximadamente constante durante o ano e mesmo durante o dia, sendo um pouco maior entre as 10 h e as 16 h.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Já os raios UV-B possuem maior frequência e são mais energéticos, com uma incidência muito maior no verão, entre 10 h e 16 h. Atingem superficialmente nossa pele e são responsáveis pelas queimaduras solares, predispondo também ao câncer de pele.

Apesar de os raios UV estarem associados a efeitos nocivos, eles são fundamentais para a produção da vitamina D em nosso corpo, responsável pela melhor absorção do cálcio e fortalecimento dos ossos. Isso justifica os banhos de Sol nos primeiros horários da manhã, especialmente para crianças. É importante que não haja vidro entre o Sol e a criança, pois o vidro comum funciona como um filtro e impede a passagem dos raios UV, fazendo com que não haja uma absorção eficiente desses raios pela pele.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Representação dos efeitos dos raios UV-A e UV-B na pele. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Luz visível e as cores do arco-íris

As radiações eletromagnéticas compreendidas entre **10^{14} Hz** e **10^{15} Hz** são as que sensibilizam a visão humana e, por isso, tão especiais para nós. É por meio delas que construímos a percepção da realidade que nos cerca. Note que essa região do espectro eletromagnético é muito pequena; o restante do espectro é inacessível aos nossos olhos. Dentro dessa pequena faixa, ondas eletromagnéticas com frequências menores provocam a sensação da **cor vermelha**; as ondas eletromagnéticas com frequências maiores causam a sensação da **cor violeta**. As frequências intermediárias correspondem às outras cores que vemos no arco-íris.

Embora seja uma faixa estreita do espectro, desde a Antiguidade até praticamente a metade do século XX, toda informação a respeito do mundo que nos cerca e do Universo foi obtida através da luz visível. A humanidade conseguiu construir potentes instrumentos ópticos, como telescópios e microscópios, para descobrir o mundo das escalas astronômicas e das escalas dos microrganismos. Apenas recentemente começamos a utilizar outras frequências do espectro eletromagnético para observar o espaço sideral, e, assim, descobrimos que o Universo é muito mais complexo do que imaginávamos.

CHICO FERREIRA/PULSAR IMAGENS

No arco-íris, são observadas ondas eletromagnéticas que estão entre 10^{14} Hz e 10^{15} Hz, ou seja, entre a cor vermelha e a violeta. (Porto Seguro, BA, 2019.)

SUNDRY PHOTOGRAPHY/SHUTTERSTOCK

NATALIA61/SHUTTERSTOCK

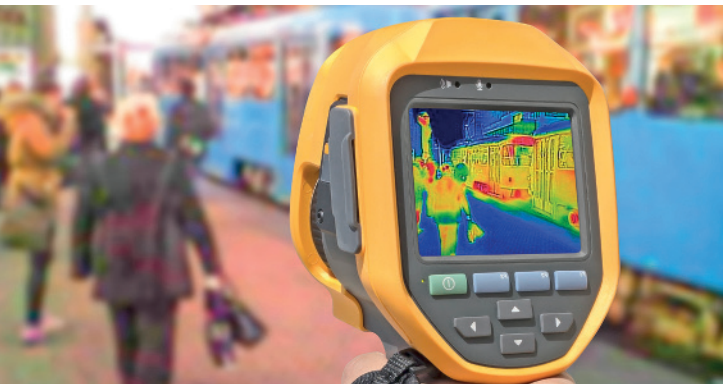
EYE OF SCIENCE/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

Acima, à esquerda, o microscópio óptico consegue atingir a escala do muito pequeno e nos revela "outros universos". Acima, à direita, a microfotografia eletrônica da cabeça da mosca *Drosophila suzukii* (ampliação 33×).

O telescópio óptico Shane, no Observatório Lick, permite a observação dos astros no céu noturno. (Estados Unidos, 2018.)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA



IVAN SMUK/SHUTTERSTOCK

As câmeras térmicas são aparelhos fotográficos sensíveis às radiações infravermelhas e fornecem imagens semelhantes a esta. As regiões avermelhadas nas fotografias obtidas com filme sensível à radiação infravermelha indicam áreas de diferentes temperaturas. (Croácia, 2016.)

Aquecimento com a radiação infravermelha

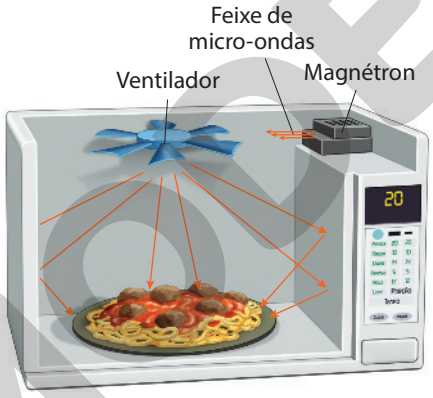
Corresponde à região do espectro eletromagnético imediatamente próxima à luz visível, com frequências entre **10^{11} Hz** e **10^{14} Hz**. As ondas eletromagnéticas nessa faixa de frequência são também chamadas **radiações térmicas**, pois são emitidas em grande quantidade por corpos aquecidos, uma vez que seus átomos estão em constante vibração. Quando estamos próximos a qualquer objeto aquecido, como um forno de cozinha, podemos perceber a radiação infravermelha pelo calor que sentimos.

Atualmente, existem sensores fotográficos sensíveis a essa radiação, para fornecer informações de regiões onde há pouca luz visível, como o espaço sideral.

As micro-ondas

São ondas com frequência entre **10^5 Hz** e **10^8 Hz**. Essa faixa do espectro eletromagnético também é utilizada para as transmissões de rádio, televisão via satélite e telefonia. Com a descoberta de novos usos, essas ondas passaram a ser utilizadas não apenas nesses aparelhos, mas também em **fornos de micro-ondas**.

FUNCIONAMENTO DO FORNO DE MICRO-ONDAS



MANGA

Em um forno, as micro-ondas fazem vibrar as moléculas de água presentes nos alimentos, aquecendo-os. Os recipientes, geralmente de vidro, plástico ou cerâmica, não são aquecidos graças à ausência de moléculas de água neles. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Sintonizando as ondas de rádio

As ondas eletromagnéticas com frequências muito baixas, entre **10^2 Hz** e **10^7 Hz**, são assim chamadas por serem usadas pelas estações de rádio para suas transmissões, realizadas por meio de potentes antenas.

Circuitos elétricos provocam constantes oscilações nos elétrons das antenas, fazendo com que eles sejam continuamente acelerados e emitam ondas eletromagnéticas na faixa de frequência que está vibrando.

ALAMY/FOTOARENA

Os sinais de rádio e de televisão são transmitidos por potentes antenas que emitem ondas eletromagnéticas. (Austrália, 2019.)

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Por que o *laser* é uma luz tão especial?

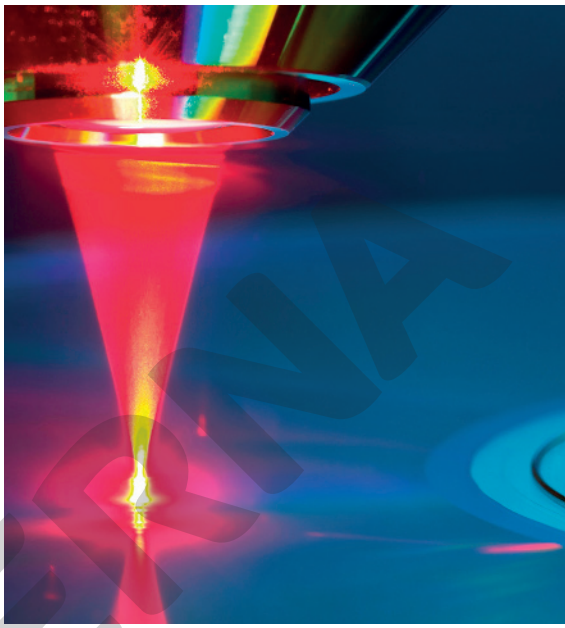
O *laser* é uma onda eletromagnética com frequências que vão do ultravioleta ao infravermelho do espectro eletromagnético, mas com algumas características que o tornam bastante especial.

O termo *laser* é uma sigla formada pelas iniciais de *light amplification by stimulated emission of radiation* ou, em português, "amplificação da luz por emissão estimulada de radiação".

ALAMY/FOTOARENA

A elevada intensidade de energia que um *laser* possui permite que alguns tipos sejam usados como bisturi em diversas cirurgias, como as de correção de miopia para restaurar a retina. Na imagem, realização de procedimento em Nice, França (2016).

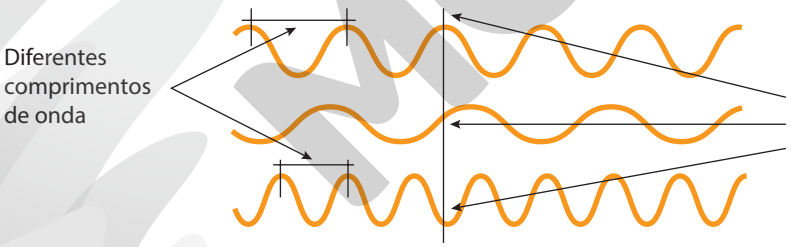
GIPHOTOSTOCK X/ALAMY/FOTOARENA



O feixe estreito permite a leitura de dados, como nos CDs e DVDs que ficam armazenados em ranhuras e trilhas muito finas e estreitas, permitindo a reprodução de sons e imagens com grande qualidade.

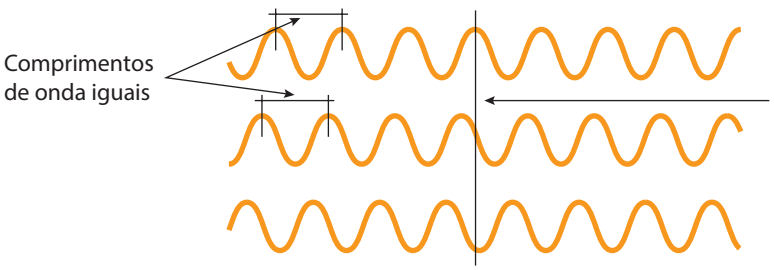
O *laser* é uma **luz monocromática**, ou seja, é constituído de ondas que apresentam uma única frequência bem definida. A luz de um *laser* também é uma **luz coerente**, enquanto a luz comum é **incoerente**. Mas o que isso significa?

A luz comum é uma mistura de ondas eletromagnéticas com diferentes frequências. As cristas e os vales das ondas que compõem a luz comum estão distribuídos aleatoriamente uns em relação aos outros, ou seja, as cristas e os vales dessas ondas estão desalinhados, como podemos observar na imagem abaixo. Essa é uma das características que definem a **luz incoerente**.



Uma luz incoerente é formada pela composição de ondas de diferentes frequências com fases diferentes entre si.

E a luz monocromática comum? Ela é coerente ou incoerente? Embora ela seja composta na sua maior parte de ondas eletromagnéticas de mesma frequência, ou seja, possui uma única cor, as cristas e os vales das componentes também são defasados, como na luz comum. Portanto, a luz monocromática comum é uma **luz incoerente**.

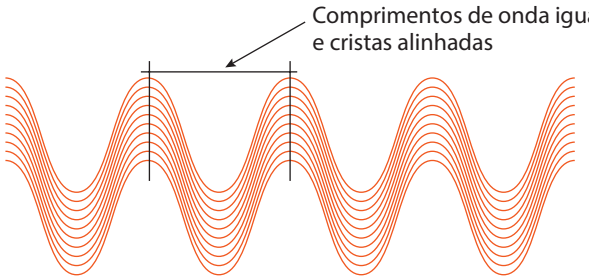


Uma luz coerente é formada por ondas de mesma frequência, que mantêm uma fase entre si.

ILUSTRAÇÕES: RICARDO YORIO

MODERNA

Já no caso do *laser*, cada onda eletromagnética que compõe seu feixe está em fase com as outras, tendo a mesma frequência e coincidência entre as cristas e, consequentemente, entre os vales. Por esse motivo, a luz de *laser* é coerente.



RICARDO YORIO

A luz de *laser* é um exemplo de luz coerente.

Atividades

Não escreva no livro.

1 Para diferenciar as ondas eletromagnéticas, como a luz, das ondas mecânicas, como o som, são feitas as cinco afirmações a seguir. Classifique-as em verdadeiras ou falsas. Em seguida, escreva um texto justificando suas escolhas.

I. Apenas as ondas mecânicas, especialmente as sonoras, podem ser caracterizadas pela grandeza comprimento de onda.

II. Apenas as ondas eletromagnéticas podem se propagar no vácuo, ou seja, onde não existe matéria.

III. A interferência é um fenômeno que acontece apenas com as ondas eletromagnéticas.

IV. As ondas eletromagnéticas propagam-se através dos campos elétricos e magnéticos, perpendicularmente entre si.

V. O cálculo da velocidade de propagação como produto da frequência pelo comprimento de onda só é válido para ondas mecânicas.

2 Uma parte das ondas eletromagnéticas componentes do espectro eletromagnético com suas respectivas frequências, em hertz, está representada a seguir:

- Raios gama: 10^{22}
- Raios X: 10^{19}
- Ultravioleta: 10^{16}
- Infravermelho: 10^{13}
- Micro-ondas: 10^{10}
- Ondas de rádio: 10^{8}

a) Entre as fontes citadas a seguir, qual produz radiação eletromagnética com menor comprimento de onda?

- *Laser* de infravermelho
- Luz vermelha
- Forno de micro-ondas
- Luz violeta
- Aparelhos de raios X
- *Laser* de ultravioleta

b) Qual produz radiação eletromagnética com maior comprimento de onda?

c) Escreva um texto relatando sua estratégia para responder aos itens **a** e **b**.

3 Um aparelho eletrônico emite ondas eletromagnéticas de frequência da ordem de 1.000 MHz. Considere a velocidade da onda no ar igual à velocidade da luz no vácuo, ou seja, $3{,}0 \cdot 10^8$ m/s. Qual é o comprimento das ondas eletromagnéticas emitidas por esse aparelho?

4 Escreva em seu caderno uma explicação para a diferenciação entre dois feixes de luz, um incoerente e outro coerente.

Ondas na Medicina

Nunca na história investigou-se tão profundamente, e com riqueza de detalhes, o corpo humano como nos dias de hoje. O uso das **ondas eletromagnéticas** ou **radiações** e sua interação com a matéria permite a produção de imagens dos nossos órgãos e guiam as decisões médicas com grande precisão. Discutiremos a seguir três tipos de exame que empregam o uso de ondas eletromagnéticas e a maneira como elas interagem com nossos órgãos.

Como se gera uma radiografia?

A radiografia é um exame de imagem em que um feixe de raios X é produzido pela máquina geradora e projetado sobre um objeto (a parte do corpo a ser examinada). O raio X origina-se quando elétrons são emitidos pelo polo positivo da máquina e freados repentinamente quando atingem o polo negativo. Ao serem freados, os elétrons emitem os raios X.

LUYAGO/SHUTTERSTOCK

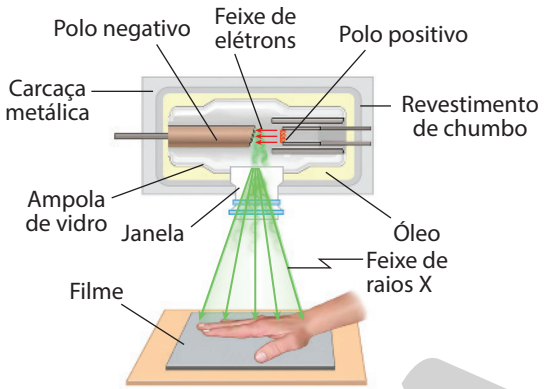
O uso de raios X permite identificar os ossos da mão em uma radiografia.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

A densidade e a composição de cada área determinam a quantidade de raios X que chega ao filme fotográfico ou detector digital, ou seja, uma área mais densa, como no caso de um osso, bloqueará a maior parte dos raios, deixando na imagem final uma "sombra" branca que é a representação em duas dimensões do órgão ou estrutura óssea.

FUNCIONAMENTO DA RADIOGRAFIA



SELMA CAPARROZ

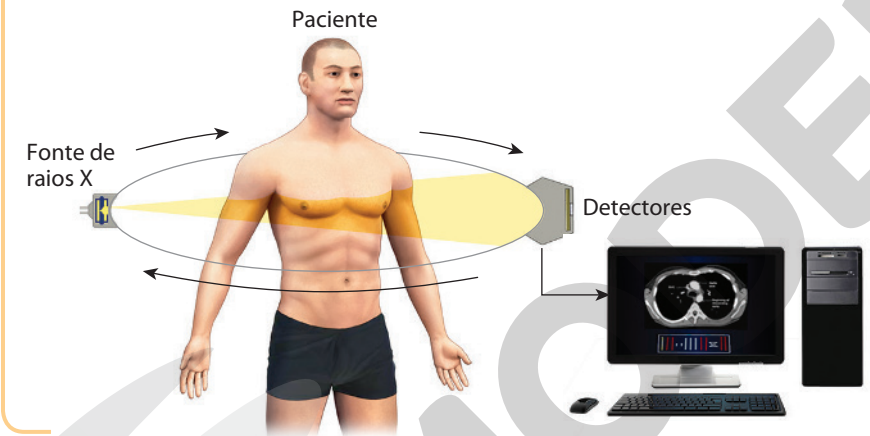
Esquema de funcionamento de um aparelho de radiografia. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Exames mais nítidos com a tomografia computadorizada

A tomografia é um exame de imagens realizado por meio de raios X, assim como a radiografia. Mas então qual é a diferença entre os dois exames?

FUNCIONAMENTO DA TOMOGRAFIA

SELMA CAPARROZ

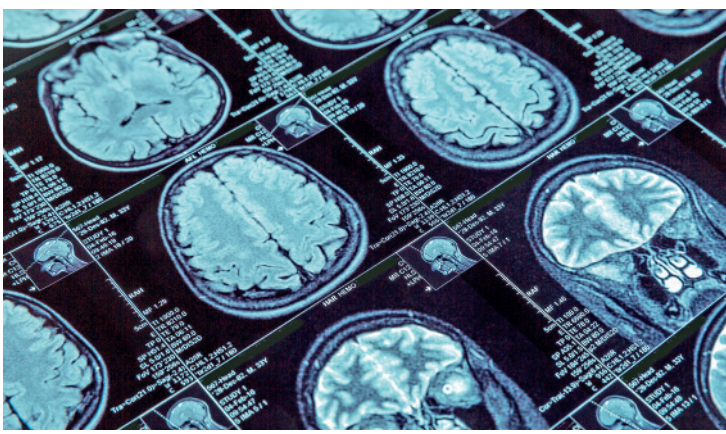


(Representação fora de proporção; cores fantasia.)

HRUI/SHUTTERSTOCK

O tomógrafo gira em volta da pessoa enquanto registra, em ângulos e posições diferentes, imagens semelhantes às radiografias, porém bem mais detalhadas.

NOMAD_SOUL/SHUTTERSTOCK



A imagem de ressonância magnética mostra os registros realizados. As imagens passam pelo processamento de um computador, a fim de formar um grupo de fotografias com inúmeros detalhes em alta definição de estruturas do corpo.

A diferença entre tomografia e raios X é que a primeira é capaz de detectar mais detalhes e possui maior nitidez. Dessa forma, o médico consegue avaliar mais detalhadamente estruturas que não seriam visíveis em outros exames.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Órgãos e tecidos na ressonância magnética

A ressonância magnética funciona mapeando a posição de moléculas de água no interior do corpo humano que existem em diferentes densidades e em diferentes tipos de tecido. O aparelho cria um campo magnético no organismo para que os núcleos dos átomos de hidrogênio se alinhem e formem pequenos ímãs. Então, ondas de rádio atravessam a parte do corpo que é examinada, produzindo vibrações nesses pequenos ímãs que são enviadas a um computador. O computador avalia os sinais recebidos e os transforma em imagem, permitindo a visualização de órgãos ou tecidos sem submeter o corpo à radiação.

TYLER OLSON/SHUTTERSTOCK

O aparelho de ressonância, embora parecido com o tomógrafo, tem princípio de funcionamento totalmente diferente.

ZEPHYR/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

Imagem mostrando a coluna cervical e a medula espinhal produzida em exame de ressonância magnética.

Ondas ultrassônicas e a ultrassonografia

O ultrassom médico é uma técnica de diagnóstico por imagem utilizada para gerar imagens internas do corpo sem a utilização de ondas eletromagnéticas, ou seja, por meio de ondas mecânicas. A ultrassonografia baseia-se na emissão de ondas ultrassônicas de alta frequência (entre 2 MHz e 10 MHz; 1 MHz = 1.000.000 Hz) e que são refletidas de diferentes maneiras pelos órgãos do corpo humano.

HUMBERT/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

Aparelho de ultrassonografia. Observe sua simplicidade em comparação com os tomógrafos ou as máquinas de ressonância magnética.

EUGENEHILL/SHUTTERSTOCK

As imagens geradas em um aparelho de ultrassonografia não são tão nítidas quanto as de outros exames, como os de ressonância e tomografia. Exames à base de ultrassom não envolvem radiação e são bastante adotados para acompanhar a evolução do feto durante a gravidez.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODELO

Os cuidados com a radioatividade

KSENIA LADA/SHUTTERSTOCK

Dentre os inúmeros aparelhos e exames utilizados pela Medicina e seus diversos benefícios, existe uma palavra que nos provoca certa apreensão: **radiação**.

Ela remete a um tema que, definitivamente, nos aflige: **radioatividade**. Muitos já ouviram falar sobre acidentes nucleares e o perigo da radioatividade decorrente desses acidentes ou uso de equipamentos de proteção pelos profissionais que lidam com materiais radioativos.

O que é o fenômeno da radioatividade e por que nos causa temor?

Podemos definir radioatividade como o fenômeno pelo qual os átomos de certos elementos químicos emitem partículas ou ondas eletromagnéticas que são invisíveis e que chamamos de radiações. Um elemento químico que emite essas radiações de forma natural é o urânio. Outros elementos químicos também possuem essa propriedade, como o rádio e o polônio.

Na tentativa de estudar as características das radiações emitidas por esses elementos, o físico inglês Ernest Rutherford (1871-1937) realizou, em 1887, um experimento através do qual conseguiu separá-las, determinando a natureza de cada característica.

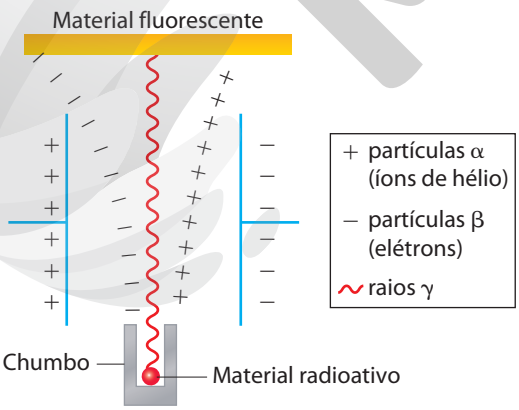
AKIMOV IGOR/SHUTTERSTOCK

Na imagem superior, o aviso indica contaminação por radiação no ambiente após o desastre de Chernobyl. (Ucrânia, 2018.) Na inferior, pessoa utiliza equipamentos de proteção para o manuseio de materiais radioativos. (Rússia, 2016.)

Em seu experimento, Rutherford colocou duas placas paralelas e carregadas eletricamente com cargas de sinais diferentes, uma positiva e outra negativa. Com isso, no interior das placas gerou-se um campo elétrico uniforme. Utilizando um material radioativo que passou a emitir suas radiações para o interior das placas, Rutherford pôde observar as direções sofridas por três tipos de radiação. Enquanto um tipo era defletido em direção à placa positiva, outro era defletido em relação à negativa, e ainda uma terceira não sofria deflexão. Esses três tipos de radiações passaram, então, a ser conhecidos como radiações alfa (α), beta (β) e gama (γ).

DETECÇÃO DE RADIAÇÕES

ERICSON GUILHERME LUCIANO



Separação das radiações emitidas por material radioativo.

- α: desviadas para a placa negativa;
- β: desviadas para a placa positiva;
- γ: não sofrem desvio.

Um material fluorescente disposto perpendicularmente ao feixe de emissões separadas pela ação de um campo elétrico permite detectar três tipos de radiações: α, β e γ.

Caixa de ferramentas

O termo **deflexão** se refere a um desvio de caminho ou rota de forma natual, como a radiação no experimento de Rutherford, que é desviada ao passar entre as placas devido à diferença de polaridades.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Características das **radiações α (ou partículas α)**:

- Possuem carga elétrica +2, ou seja, o dobro da carga de um próton.
- São idênticas aos núcleos do átomo de hélio, com 2 prótons e 2 nêutrons.
- São emitidas com grande velocidade (até 30.000 km/s).
- Têm grande capacidade de ionizar gases por remoção de seus elétrons, isto é, possuem grande poder de ionização.

Características das **radiações β (ou partículas β)**:

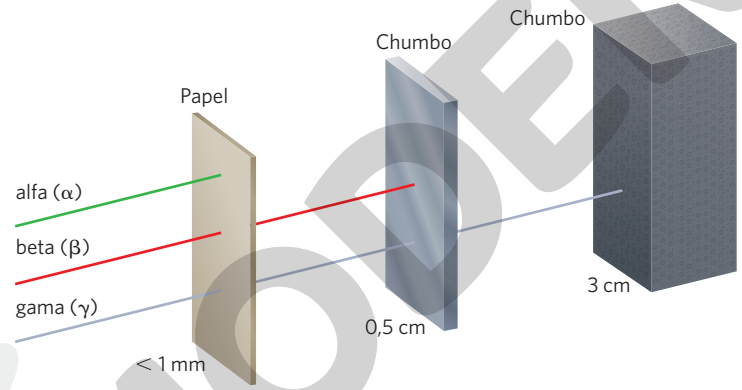
- Possuem carga elétrica −1, ou seja, igual a carga de 1 elétron.
- São elétrons emitidos pelo núcleo dos átomos.
- Emitidas a velocidades muito altas, podem chegar próximo da velocidade da luz (300.000 km/s).
- Têm capacidade moderada de ionização.

Características das **radiações γ (ou partículas γ)**:

- Não têm carga elétrica.
- São ondas eletromagnéticas semelhantes aos raios X, porém mais energéticas.
- Têm velocidade igual à da luz, como todas as ondas eletromagnéticas.
- Têm poder de ionização quase nulo.

A capacidade de causar problemas à saúde humana que cada um desses tipos de radiação apresenta está relacionada a seu poder de penetração. Nesse sentido, as radiações γ são, de fato, as mais perigosas.

PENETRAÇÃO DOS TIPOS DE RADIAÇÃO



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Quanto maior o poder de penetração, mais perigosa será a radiação. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

A capacidade relativa de penetração dos três tipos de radiação naturais varia bastante entre si. As partículas α, que têm massa maior e carga elétrica mais alta, são barradas por uma folha de papel. As partículas β são interceptadas por placas de chumbo de 0,5 cm de espessura. Já as radiações γ atravessam paredes de aço com mais de 15 cm de espessura e de chumbo superiores a 2 cm de espessura.

Radiação	Carga	Poder de penetração	Poder de ionização
${}_{2}\alpha^{4}$	+2	Baixo	Alto
${}_{-1}\beta^{0}$	−1	Moderado	Moderado
γ	Nula	Alto (superior a 15 cm no aço)	Quase nulo

É importante ressaltar que a radioatividade implica alterações no núcleo atômico, o que explica a expressão **reações nucleares**, nas quais estão em jogo quantidades de energia muito superiores às de uma explosiva reação química, o que permitiu a criação das chamadas **usinas nucleares**, utilizadas para a produção de energia elétrica.

A radioatividade também permitiu a criação de armamentos nucleares com alta capacidade de destruição, como as bombas atômicas que explodiram nas cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki, ao final da Segunda Guerra Mundial. Discutiremos esses dois aspectos da chamada **energia nuclear** (produção de energia e armamentos) adiante.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Atividades

Não escreva no livro.

1. Qual é a diferença essencial entre as radiações α e γ? O que há em comum entre elas?
2. Qual é a relação entre a massa de uma partícula α e a de uma partícula β?
3. Coloque as partículas α, β e γ em ordem crescente de poder de penetração.
4. Um minério radioativo estava próximo de um cilindro de alumínio, cujas paredes têm 1 cm de espessura. Dentro do cilindro havia um envelope escuro, no qual estava um filme fotográfico que acabou manchado pela radiação emitida pela fonte radioativa. Qual é o tipo de radiação que deve ter atingido o filme? Justifique.

Meia-vida

O fato de elementos químicos como o urânio emitirem radiação faz com que eles se transformem em outros elementos químicos. Dizemos que, nesse processo, o urânio-238 (que é um **isótopo** do elemento urânio), quando emite uma partícula α, sofre uma **transmutação natural**, originando tório-234:

$$^{238}U \longrightarrow {}^{234}Th + \alpha$$

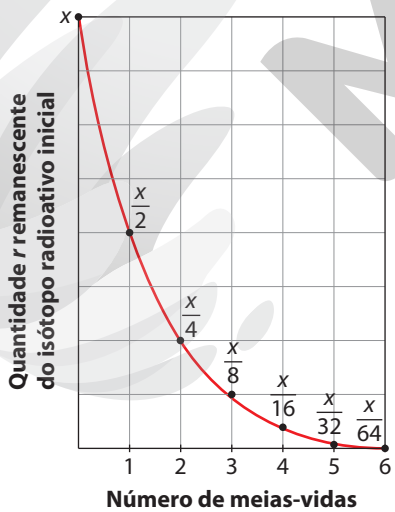
Essa expressão representa o processo que dá origem a um novo elemento (transmutação) e pode ocorrer espontaneamente na natureza. Então, se o elemento se transmuta em outro, como podemos explicar o fato de ainda existirem na natureza elementos naturais que sofrem transmutação? O que ocorre é que não há desintegração (transmutação) de todos os átomos de uma só vez. Assim, após certo intervalo de tempo, apenas uma parte dos átomos de urânio-238 sofre transmutação. O thório-234 também sofre transmutação e apenas uma parte dele se transforma em paládio-234, e assim por diante.

Podemos, então, definir a **meia-vida** $\left(t_{\frac{1}{2}}\right)$ de um elemento radioativo como o tempo necessário para que o número de átomos desse elemento, presentes em uma amostra, se reduza à metade. Podemos observar essa relação através do gráfico a seguir.

Caixa de ferramentas

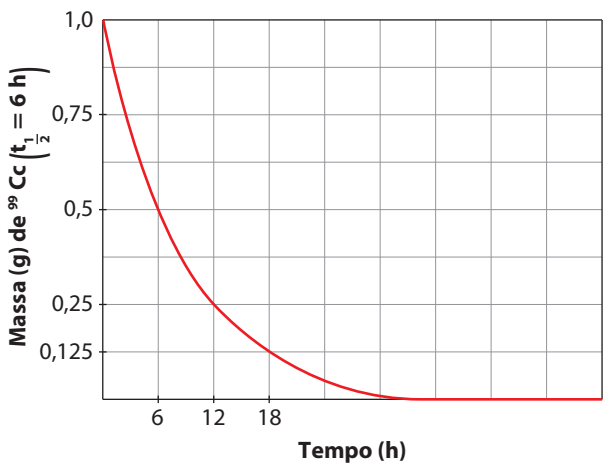
Isótopos são átomos pertencentes ao mesmo elemento químico, ou seja, possuem a mesma quantidade de prótons (mesmo número atômico Z), mas diferenciam-se pelo número de massa (A), pois a quantidade de nêutrons no núcleo é diferente (A = prótons + nêutrons).

MEIA-VIDA DE ELEMENTO RADIOATIVO



A partir do gráfico, podemos concluir que, após uma meia-vida, o número de átomos (*x*) cai para a metade do inicial $\left(\frac{x}{2}\right)$; após outra meia-vida, o número de átomos reduz-se à metade da metade do inicial $\left(\frac{x}{4}\right)$, e assim por diante.

CURVA EXPONENCIAL DE DECAIMENTO



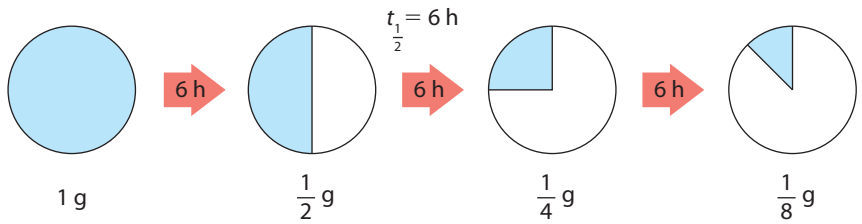
No gráfico, está representada a **curva exponencial de decaimento** do tecnécio-99, pela qual é possível perceber que o processo de desintegração tem velocidade maior no início, mas, à medida que o tempo passa, a velocidade de decaimento diminui.

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Os gráficos da página anterior exprimem a relação entre a **quantidade do elemento radioativo** que ainda não se desintegrou (expressa pela massa restante do tecnécio-99) e o **tempo** (expresso em termos da meia-vida, que, no caso do tecnécio-99, corresponde a 6 horas). Observe a ilustração abaixo, que representa a diminuição da quantidade de massa do tecnécio-99 ao longo do tempo.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Com base no que vimos acima, dado um elemento de meia-vida $t_{\frac{1}{2}}$, podemos descobrir quantas meias-vidas $\left(n_{\frac{1}{2}}\right)$ se passaram em determinado tempo t, usando a relação:

$$n_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{t_{\frac{1}{2}}}$$

Com base nesse valor, podemos obter o número de átomos do elemento radioativo, usando a equação:

$$N = \frac{N_0}{2^{n_{\frac{1}{2}}}}$$

N_0 = número inicial dos átomos do isótopo radioativo

N = número de átomos remanescente do isótopo radioativo

$n_{\frac{1}{2}}$ = número de meias-vidas

Se, em vez de número de átomos, quisermos calcular a massa ou a quantidade de matéria em mol de átomos, podemos empregar fórmulas semelhantes, uma vez que a redução de qualquer uma dessas grandezas ocorre de acordo com a mesma lei.

$$n = \frac{n_0}{2^{n_{\frac{1}{2}}}} \text{ (quantidade de mol de átomos)}$$

$$m = \frac{m_0}{2^{n_{\frac{1}{2}}}} \text{ (massa)}$$

Caixa de ferramentas

Mol é uma unidade de medida para expressar quantidade de matéria microscópica, como átomos e moléculas:
1 mol de um elemento = $6{,}02 \cdot 10^{23}$ átomos
1 mol de uma substância = $6{,}02 \cdot 10^{23}$ moléculas
O mol pode também representar $6{,}02 \cdot 10^{23}$ unidades de qualquer matéria:
1 mol de feijão = $6{,}02 \cdot 10^{23}$ feijões
1 mol de celulares = $6{,}02 \cdot 10^{23}$ celulares

Se, por exemplo, após 12 dias uma substância radioativa tem sua atividade reduzida para $\frac{1}{8}$ da inicial, podemos obter o número de meias-vidas que se passaram nesse intervalo de tempo usando a relação:

$$N = \frac{N_0}{8} \Rightarrow \frac{N}{N_0} = \frac{1}{8} \Rightarrow 2^{n_{\frac{1}{2}}} = 8 \Rightarrow n_{\frac{1}{2}} = 3$$

São 3 meias-vidas em 12 dias, portanto, a meia-vida da substância é de 4 dias.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

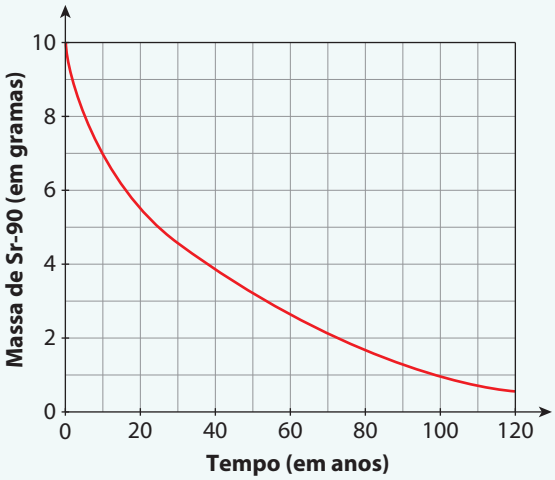
Atividades

Não escreva no livro.

1 Tem-se uma amostra de 8 g de um elemento radioativo cuja meia-vida é de 120 dias. Após 360 dias, qual será a massa do elemento radioativo ainda presente?

2 Uma amostra de 40,0 g de Sr-90 decai segundo o gráfico abaixo. Após quantos anos, aproximadamente, restarão apenas 5,0 g de Sr-90?

ERICSON GUILHERME LUCIANO



Dados fictícios.

3 A idade da ossada da habitante considerada mais antiga do Brasil, uma mulher que foi chamada de Luzia pela equipe responsável pela pesquisa, foi determinada como sendo igual a 11.500 anos. Suponha que, nessa determinação, foi empregado o método de dosagem do isótopo radioativo carbono-14, cujo tempo de meia-vida é de 5.730 anos. Qual é a quantidade de carbono-14 encontrado atualmente na ossada, quando comparada com a contida no corpo de Luzia por ocasião de sua morte? Dê a resposta em termos de porcentagem da quantidade inicial de carbono-14.

4 O elemento criptônio-89 possui o tempo de meia-vida igual a 3,16 minutos. Para uma amostra contendo $2{,}0 \cdot 10^{23}$ átomos desse isótopo, ao fim de quanto tempo restarão $5{,}0 \cdot 10^{22}$ átomos?

5 No decaimento do elemento polônio-210, uma partícula α é emitida com um tempo de meia-vida de 138 dias. Em um recipiente fechado, são colocados 42 g desse isótopo, ficando retidas, no recipiente, as partículas α que capturarão elétrons, transformando-se em hélio. Qual será a massa de hélio (He-4) em grama que teremos ao fim de 276 dias?

Interligações

Não escreva no livro.

Detectores de fumaça

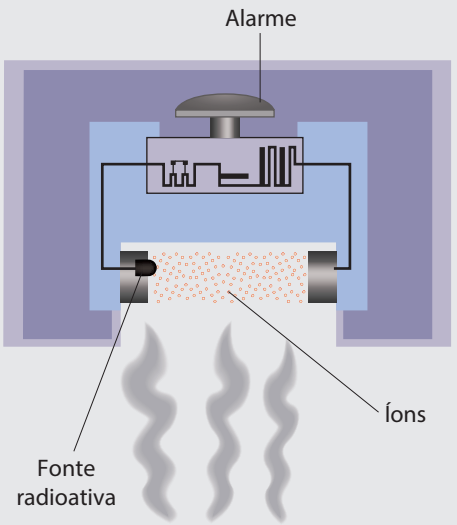
Detectores de fumaça são muito utilizados para prevenir incêndios e outros acidentes graves provocados pelo aumento da temperatura. Esse dispositivo também "denuncia" fumantes que burlam os regulamentos que proíbem o fumo em determinados lugares.

Como funciona um detector de fumaça?

Um dispositivo bastante usado baseia-se na desintegração de um elemento radioativo, o amerício-241, elemento artificial desenvolvido em 1944 pelo norte-americano Glenn Theodore Seaborg (1912-1999). Esse elemento tem meia-vida de 432 anos e decai por emissão de partícula α.

Para provocar a ionização do ar, basta que ocorra uma pequena emissão de partículas α dentro do detector. Essa ionização permite que o circuito elétrico se feche e por ele circule uma corrente elétrica de baixa intensidade. Se houver fumaça nesse local, os íons se unirão às partículas de fumaça, ou seja, deixando-a mais carregada, permitindo a passagem de corrente elétrica, o que aciona o alarme.

Esquema de um detector de fumaça



ERICSON GUILHERME LUCIANO

O circuito elétrico utiliza uma fonte radioativa que aciona o alarme através da ionização das partículas de fumaça. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

1. Por que as partículas α têm efeito ionizante (ocasionam a ionização do ar)?

2. Com base no que você estudou sobre a estabilidade de um núcleo, você diria que ^{237}Np é estável? Trata-se de um elemento natural? Consulte uma Tabela Periódica.

3. Escreva em seu caderno uma explicação sobre o papel da fumaça no sentido de fazer o alarme do detector disparar.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

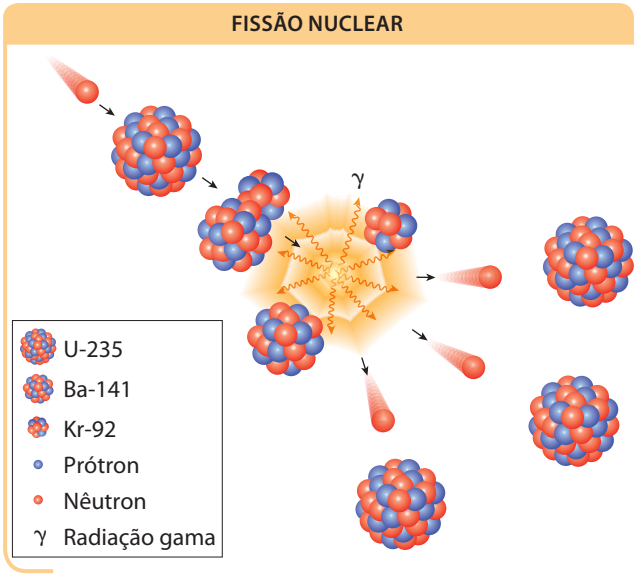
MODELO

Tipos de reações nucleares

As reações nucleares mais conhecidas são a fissão e a fusão nuclear.

Dividindo núcleos atômicos – fissão nuclear

ERICSON GUILHERME LUCIANO



Esquema da reação de fissão nuclear. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Consiste na divisão do núcleo de um átomo considerado instável, como o urânio-235, em dois núcleos menores, através do bombardeamento de partículas como nêutrons.

Na fissão nuclear, ocorre grande liberação de energia, e é considerada uma forma de transmutação nuclear, pois os fragmentos gerados não são do mesmo elemento que o isótopo que os gerou. No processo da reação de fissão, são produzidos mais nêutrons do que os que são necessários para que o processo de fissão se inicie. Assim, quando **um único nêutron** bombardeia um núcleo, **libera 3 nêutrons**, que serão responsáveis por três novas fissões, que por sua vez liberam 9 nêutrons, e assim por diante. Como a fissão do urânio-235 é extremamente rápida, ela provoca um processo de reações em cadeia que é explosivo. A energia liberada nesse processo é utilizada nas bombas atômicas, quando possui uma reação que não é controlada, mas, se sua velocidade de reação for controlada, ela pode ser utilizada na produção de energia elétrica, como em reatores nucleares.

Então, o urânio existente na natureza pode explodir como uma bomba atômica? O urânio-238 só pode sofrer uma fissão nuclear quando seus átomos sofrem colisões com nêutrons de grande velocidade (chamados de "nêutrons rápidos"). Já o urânio-235 pode sofrer uma fissão nuclear por nêutrons de qualquer velocidade ("nêutrons lentos"), ou seja, tem maior probabilidade de ocorrer. Contudo, a quantidade de urânio-235 é muito pequena na natureza. Para cada 1.000 átomos desse elemento, 7 átomos são de urânio-235 e 993 átomos são de urânio-238. Por essa razão não temos "explosões nucleares" espontâneas na natureza. Para utilizar o urânio em usinas nucleares ou em bombas atômicas, é preciso aumentar a proporção de urânio do tipo 235, utilizando-se um processo chamado de **enriquecimento do urânio**.

Na imagem, a explosão nuclear e a nuvem atômica em forma de cogumelo mostram o exercício nuclear realizado em Mururoa. (Polinésia Francesa, 1970.)

KIPA/SYGMA/GETTY IMAGES

OCTAVIAN LAZAR/SHUTTERSTOCK

Usina nuclear utilizada na geração de eletricidade. (Suíça, 2019.)

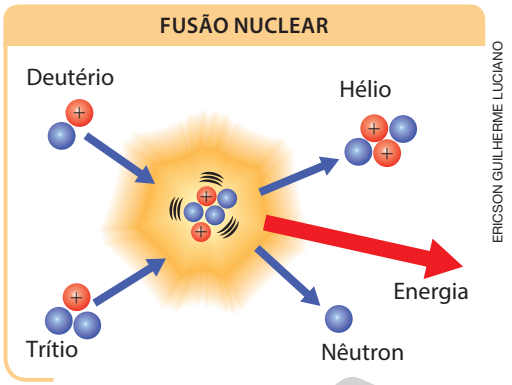
PROIBIDA

Fundindo núcleos atômicos – fusão nuclear

A fusão nuclear, ao contrário da fissão, é o processo em que núcleos de átomos leves se unem e originam átomos mais pesados do que os que lhe deram origem. É o caso do deutério e do trítio, isótopos do hidrogênio. A união dos dois núcleos desses isótopos produz um isótopo do elemento hélio, o ^{4}He, com a emissão de um nêutron.

Na fusão, há liberação de uma quantidade de energia bem maior que a produzida em reações de fissão nuclear. Nas estrelas, como no caso do Sol, os processos de fusão nuclear, responsáveis pela produção de energia, são espontâneos. No entanto, para que a fusão nuclear envolvida em uma **bomba de hidrogênio** aconteça, é preciso desencadeá-la por meio de processos de fissão nuclear, os únicos capazes de propiciar uma temperatura suficientemente alta que forneça a energia térmica necessária para a fusão dos núcleos. A energia liberada na bomba de hidrogênio equivale à energia de aproximadamente 50 bombas atômicas.

É possível controlar o processo de fissão nuclear em reatores nucleares, o que permite transformar energia nuclear em energia elétrica. Já no caso da fusão nuclear, ainda não é possível realizá-la de forma controlada.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Esquema da reação de fusão nuclear. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Interligações

Não escreva no livro.

Radioatividade e conservação de alimentos

Produtos agrícolas usados em nossa alimentação são sujeitos a enormes perdas que podem atingir até 50% da produção. É possível minimizar essa perda com refrigeração, armazenamento em recipientes fechados e utilização de substâncias químicas.

Irradiar um alimento, isto é, submetê-lo à ação de radiações, pode ser um aliado importante no combate às pragas que destroem os produtos agrícolas armazenados: as radiações matam insetos e retardam o desenvolvimento de bactérias e fungos. A irradiação também é usada para evitar que certas raízes ou tubérculos (como cebolas e batatas) brotem durante o armazenamento.

Essa tecnologia de irradiação de alimentos é, portanto, muito adequada para reduzir as perdas.

Como a radiação atua nesses produtos agrícolas? Ela ioniza alguns átomos que constituem moléculas vitais de bactérias e microrganismos, alterando essas estruturas moleculares, o que provoca sua morte. Esse processo de irradiação não implica contaminação radioativa do alimento, apesar de, em alguns casos, provocar mudanças de cor e textura.

Exemplos de alimentos irradiados no Brasil	
Alimentos	**Finalidade**
Alimentos frescos	Inibição do crescimento e maturação
Alimentos em geral	Desinfestação de pestes
Preparações enzimáticas secas	Desinfecção de micróbios
Temperos e ervas secas	Desinfecção de micróbios
Aves frescas	Controle de agentes patogênicos

CORDELIA MOLLOY/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

A irradiação é usada para prolongar a vida útil dos vegetais.

H.S. PHOTOS/ALAMY/FOTOARENA

Por lei, os produtos irradiados devem apresentar em seus rótulos o símbolo internacional da irradiação de alimentos.

É importante não confundir: alimento irradiado não emite radiação e, portanto, não é radioativo. A irradiação é um procedimento que envolve menos riscos do que a utilização de certos agrotóxicos, de efeito semelhante.

1. Com base no que viu nesta seção, faça uma pesquisa sobre alimentos que passaram por esse procedimento. Qual é a dosagem de radiação geralmente utilizada nesses processos?

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

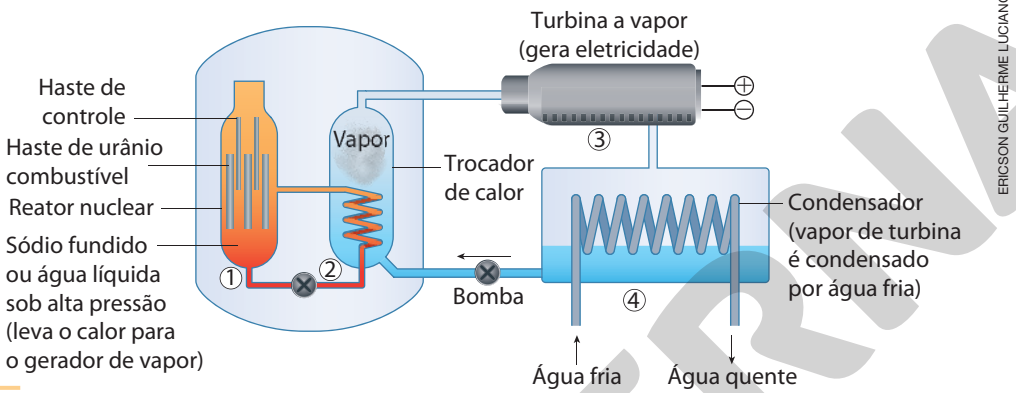
MODERNA

Fonte de energia: reatores nucleares

A reação de fissão nuclear "descontrolada" é a base de funcionamento da bomba atômica. No entanto, se controlada, essa reação pode ser usada para fins pacíficos, como para a obtenção de energia elétrica. Diversos países no mundo priorizaram o uso das usinas termelétricas que possuem o grave inconveniente de poluir muito o ar, além de contribuir para o agravamento do efeito estufa. Por isso, nas últimas décadas, muitos países investiram em projetos com o foco na construção de reatores nucleares para a produção de eletricidade.

Veja o esquema abaixo:

FUNCIONAMENTO DE UMA USINA TERMONUCLEAR



ERICSON GUILHERME LUCIANO

O esquema mostra o funcionamento resumido de um reator termonuclear. (Representação fora de proporção; cores fantasia.)

Fonte: CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/apostila-educativa-aplicacoes.pdf>. Acesso em: 9 set. 2020.

O funcionamento de um reator pode ser resumido por meio das seguintes etapas:

1. O calor que é liberado na fissão nuclear aquece o líquido do reator, que se movimenta até a serpentina a, aproximadamente, 320 °C.
2. O calor é transferido para a água, gerando vapor, responsável pelo movimento das turbinas que fornecem eletricidade.
3. Após passar pelas turbinas, o vapor é resfriado e convertido em líquido.
4. A água fria que circula na serpentina retoma o processo.

Acidentes nucleares

Um dos problemas mais sérios associados aos geradores de energia nuclear é o risco de acidentes. Na verdade, o risco de ocorrer um acidente não é maior numa usina nuclear que em outros tipos de usina. Entretanto, caso haja falhas ou algum acidente grave relacionado à usina nuclear, como no caso de vazamento de radiação dos reatores, as consequências serão sentidas por uma vasta área ao redor da usina, e os efeitos ambientais poderão durar milhares de anos.

RADIAÇÃO EMITIDA NO ACIDENTE DE CHERNOBYL (1986)

SONIA VAZ

O mapa mostra as regiões contaminadas pela radiação emitida no acidente de Chernobyl, ocorrido em 26 de abril de 1986.

Fonte: Radiação: efeitos e fontes. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2016. Disponível em: <http://www.aben.com.br/Arquivos/544/544.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2020.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Apesar de o uso da radioatividade ser relativamente recente, a história já conta com vários acidentes envolvendo fontes radioativas e usinas nucleares. O acidente de Chernobyl, na ex-URSS, é um exemplo emblemático de acidente nuclear grave e, por isso, teve grande repercussão mundial. No entanto, muitos outros aconteceram. Vamos examinar apenas alguns entre os mais importantes:

1957 (Inglaterra): De todos os acidentes nucleares, o primeiro que ficou conhecido – ainda que pouco esclarecido – foi o que ocorreu em um reator nuclear em Windescale. Rebatizado, continuou em atividade após 300 acidentes de diversas proporções.

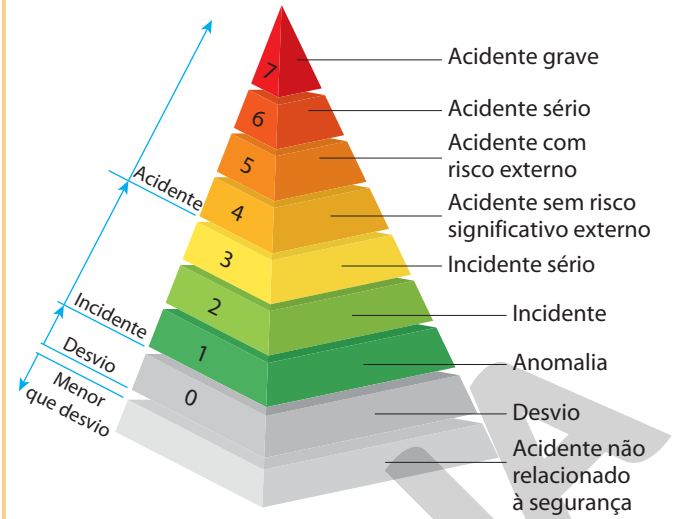
1979 (Estados Unidos): O acidente de *Three Mile Island*, na Pensilvânia (EUA), em 28 de março de 1979, foi o mais grave que ocorrera até então por conta da fusão parcial do núcleo do reator atômico – fato ocultado na época do acidente. Apesar da baixa quantidade de radiação liberada para o ambiente, ele evidenciou a falta de preparo técnico dos trabalhadores da usina e as falhas dos sistemas de alarme. Por alguns dias, prevaleceu a expectativa de que uma catástrofe nuclear fosse iminente. Só em 2019, o último reator nuclear dessa usina foi desligado, marcando o final de sua operação. Esse acidente reduziu o ritmo da indústria nuclear americana que, somente a partir de 2004, voltaria a se tornar dinâmica.

1986 (Ucrânia): O acidente de Chernobyl (em 26 de abril de 1986) ocorreu durante a remoção dos resíduos radioativos do reator, de cerca de 1 tonelada. Por erro humano, houve o superaquecimento do núcleo, o que danificou o sistema de controle da fissão nuclear. A formação de hidrogênio provocou explosões, destruindo partes do teto da usina e liberando uma nuvem radioativa gerada pelo desastre que se espalhou pela atmosfera e contaminou quase toda a Europa. Na época, o governo da ex-URSS tentou ocultar as reais dimensões do desastre.

1989 (Japão): Esse acidente ocorreu em Tokaimura, em uma usina de reprocessamento de urânio. Segundo o governo, o acidente expôs 49 pessoas a altos níveis de radiação e muitas outras foram afetadas. Atribui-se a esse acidente o nível 4 na escala de acidente nucleares (de 1 a 7).

Vale destacar, no entanto, que alguns acidentes em usinas nucleares que ocorreram especialmente no Japão – país que conta com muitos reatores em funcionamento – têm chamado a atenção da comunidade internacional para o papel das agências governamentais que avaliam os riscos de funcionamento dessas usinas. Por exemplo: a maior usina nuclear de energia elétrica do mundo, a de Kashiwazaki-Kariwa, no noroeste do Japão, está no topo de uma falha sísmica, o que se evidenciou quando ela foi seriamente danificada com o terremoto de julho de 2007. Um fato similar já ocorreu em 2011, na usina de Fukushima, quando um maremoto e um *tsunami* provocaram danos na usina e vazamentos radioativos.

ESCALA DE ACIDENTES NUCLEARES



ERICSON GUILHERME LUCIANO

SHONE/GAMMA/GAMMA-RAPHO/GETTY IMAGES

Vista da central nuclear de Chernobyl três dias após a sua explosão. (Ucrânia, 1986.)

Caixa de ferramentas

Tsunami é um nome derivado do japonês que significa onda de porto. Corresponde às ondas provocadas pelo deslocamento do leito oceânico que move a massa de água para cima, normalmente provocado por terremotos submarinos, deslizamentos de terra, impactos de meteoritos e erupções vulcânicas.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Não escreva no livro.

Acidente nuclear em Goiânia: o césio-137

Em 1987, em Goiânia, dois catadores de lixo acharam um dispositivo em um galpão abandonado e resolveram desmontá-lo para retirar e vender o metal para o comércio de ferro-velho. Ao desmontarem, se depararam com uma amostra do elemento radioativo césio-137 contido em parte do equipamento outrora utilizado em radioterapia para tratamento de tumores.

O estrago foi grande, várias pessoas se contaminaram e sofreram efeitos da radiação, algumas faleceram, e até hoje outras ainda estão em tratamento de doenças decorrentes do acidente.

O acidente com o césio-137 foi o maior acidente radioativo do Brasil e o maior do mundo ocorrido fora de usinas nucleares, além de ser considerado também o maior incidente envolvendo uma fonte radioativa.

Com base no que você estudou neste capítulo, resuma os principais aspectos problemáticos do uso da radioatividade. Exemplifique por que o uso dessa fonte de energia tem causado polêmica em todo o mundo.

CORREIO BRAZILIENSE

HOJE

Goiânia ficou exposta à radiação durante 16 dias

Cápsula sumiu dia 13, autoridades só souberam dia 28

Falcão:

CONSTITUINTE

ARQUIVO CB/D.A PRESS

Jornal publicado em 11 de outubro de 1987, após o acidente nuclear em Goiânia.

O POPULAR/ESTADÃO CONTEÚDO

Técnico da Comissão Nacional de Energia Nuclear mede o índice de radioatividade da cápsula contendo césio-137 após o grave episódio de contaminação. (Goiânia, GO, 1987.)

Fique por dentro

Internet

Observatório Europeu – (ESO)
<https://www.eso.org/public/brazil/news/eso1342/>

Endereço eletrônico mostra a notícia sobre a instalação da última antena do observatório astronômico ALMA.

Folha de S.Paulo
<https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2017/09/1917163-trinta-anos-depois-do-acidente-em-goiania-vitimas-do-cesio-ainda-sofrem.shtml>

Endereço que trata dos resquícios do acidente ocorrido em Goiânia de contaminação pela radiação do Césio-137.

Acessos em: 15 maio 2020.

Livro

CASAGRANDE, L. S. *Marie Curie,* uma história de amor à ciência. Curitiba: Inverso, 2019.

História de Marie Curie, desde quando era estudante até se tornar a grande cientista que ganhou o prêmio Nobel duas vezes.

Filme

O desastre de Chernobyl. Estados Unidos. Produção: Discovery Channel, 2006. (97 min.)

Documentário sobre o desastre ocorrido em Chernobyl em 1986, devido à explosão da usina de energia nuclear.

Lugares para visitar

Lactea – Laboratório Aberto de Ciência, Tecnologia, Educação e Arte
Belo Horizonte, MG
<http://www.lactea.cefetmg.br>

Laboratório de desenvolvimento de diversos tipos de projetos constituindo um ambiente de aprendizagem com o objetivo de capacitar estudantes de forma humana e tecnológica.

Museu de Ciências Naturais
Caxias do Sul, RS
<https://www.ucs.br/site/museu-de-ciencias-naturais/o-museu/>

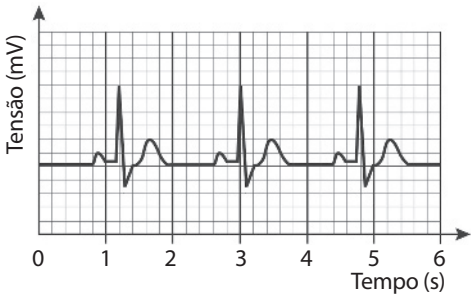
Centro de estudos na área das ciências biológicas, com finalidades culturais, acadêmicas, de pesquisa científica e de difusão do conhecimento.

Acessos em: 4 set. 2020.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Não escreva no livro.

1 (Enem) O eletrocardiograma, exame utilizado para avaliar o estado do coração de um paciente, trata-se do registro da atividade elétrica do coração ao longo de um certo intervalo de tempo. A figura representa o eletrocardiograma de um paciente adulto, descansado, não fumante, em um ambiente com temperatura agradável. Nessas condições, é considerado normal um ritmo cardíaco entre 60 e 100 batimentos por minuto.



REPRODUÇÃO/ENEM 2016

Com base no eletrocardiograma apresentado, identifica-se que a frequência cardíaca do paciente é

a) normal.
b) acima do valor ideal.
c) abaixo do valor ideal.
d) próxima do limite inferior.
e) próxima do limite superior.

2 (Enem) Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos os aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle.
A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de

a) terem fases opostas.
b) serem ambas audíveis.
c) terem intensidades inversas.
d) serem de mesma amplitude.
e) terem frequências próximas.

3 (Enem) Na câmara de cozimento de um forno de micro-ondas, a flutuação do campo elétrico é adequada para o aquecimento da água. Esse tipo de forno utiliza micro-ondas com frequência de 2,45 GHz para alterar a orientação das moléculas de água bilhões de vezes a cada segundo.
Essa foi a frequência escolhida, porque ela não é usada em comunicações e também porque dá às moléculas de água o tempo necessário para completar uma rotação.
Dessa forma, um forno de micro-ondas funciona através do processo de ressonância, transferindo energia para os alimentos.

TORRES, C. M. A. *et al. Física:* ciência e tecnologia. São Paulo: Moderna, 2001 (adaptado).

Sabendo que a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no meio é de cerca de $3 \cdot 10^8$ m/s, qual é, aproximadamente, o comprimento de onda da micro-onda presente no forno, em cm?

a) 0,12 **b)** 1,22 **c)** 8,17 **d)** 12,2 **e)** 817

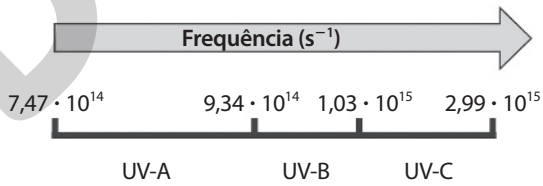
4 (Enem) Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

WENDLING, M. *Sensores*. Disponível em: <http://www2.feg.unesp.br>. Acesso em: 7 maio 2014 (adaptado).

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência:

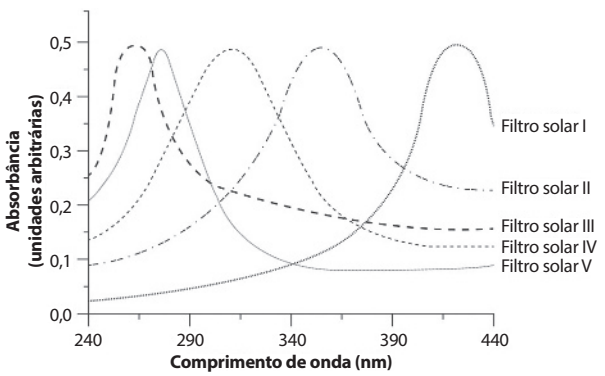
a) da luz visível.
b) do ultravioleta.
c) do infravermelho.
d) das micro-ondas.
e) das ondas longas de rádio.

5 (Enem) A radiação ultravioleta (UV) é dividida, de acordo com três faixas de frequência, em UV-A, UV-B e UV-C, conforme a figura.



REPRODUÇÃO/ENEM 2015

Para selecionar um filtro solar que apresente absorção máxima na faixa UV-B, uma pessoa analisou os espectros de absorção da radiação UV de cinco filtros solares:



REPRODUÇÃO/ENEM 2015

Considere:
velocidade da luz = $3{,}0 \cdot 10^8$ m/s e
1 nm = $1{,}0 \cdot 10^{-9}$ m.
O filtro solar que a pessoa deve selecionar é o

a) V. **b)** IV. **c)** III. **d)** II. **e)** I.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

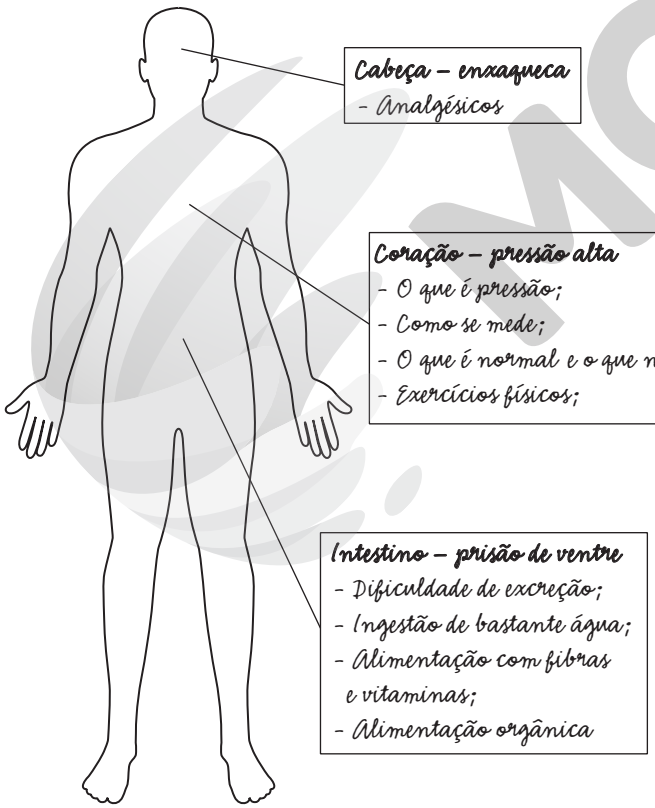
Os temas que você estudou neste volume estão relacionados ao que temos de maior valor: nossa saúde. No percurso desenvolvido nos capítulos, você pôde conhecer os diversos assuntos relacionados à saúde, como conquistas da Ciência, sistemas do corpo humano e atividades físicas e químicas que nele ocorrem, medidas de prevenção contra determinados distúrbios, entre outros.

Agora, é o momento de mobilizar esses conhecimentos para elaborar um produto de divulgação para a comunidade escolar visando desconstruir concepções eventualmente equivocadas a respeito de prevenção, identificação e consequências de algumas doenças comuns.

Para começar, organizem-se em grupos e elaborem uma lista com pelo menos quatro doenças dentre as que foram estudadas neste volume, relacionadas, por exemplo: pressão alta, prisão de ventre, arteriosclerose, cálculo renal etc. Em seguida, montem uma tabela em que conste o nome das doenças selecionadas pelo grupo e o que julguem importante apresentar no material de divulgação para esclarecimentos a alguém que desconheça esses males. Podem ser citados: as partes do corpo atacadas, os sintomas, a prevenção, a forma de transmissão da doença, o tratamento, além de outros aspectos. Sempre que julgarem necessário, retomem a leitura dos capítulos e completem a tabela com informações pesquisadas em fontes seguras na internet ou obtidas através de entrevista com familiares, professores ou conhecidos. A tabela pode ser elaborada em formato de planilha eletrônica ou de texto, de maneira a permitir alterações, edições etc.

Em suas pesquisas, observem com atenção o histórico das conquistas científicas que levaram à identificação das causas da doença, bem como o desenvolvimento de vacinas e de tratamentos. O conjunto desses aspectos servirá para mostrar como a curiosidade, o interesse social e econômico, o estudo intensivo e até imprevistos de pesquisas, bem aproveitados por estudiosos, são importantes para a evolução científica.

Com base nessa tabela, elaborem um painel em que as doenças escolhidas pelo grupo e as características principais de cada uma estejam associadas ao desenho de um corpo humano.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

É importante constar nos painéis também que a busca por atendimento médico em caso de doença é, sem dúvida, a atitude mais correta a ser tomada. A identificação de sintomas e a adoção de medidas preventivas são comportamentos auxiliares a serem observados em qualquer situação.

Depois de elaborados, apresentem os trabalhos aos demais grupos da sala de aula e discutam o que pode ser incluído ou eliminado. Para isso, anotem as observações dos colegas e avaliem se há pontos que ainda requerem pesquisas.

Ao final, com a orientação do professor, os painéis elaborados pelos grupos poderão ser afixados em algum local da escola – corredor, pátio, laboratório – para que os estudantes de outras salas tenham contato com o tema.

MODERNA

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

RESPOSTAS DAS ATIVIDADES E ATIVIDADES FINAIS

Capítulo 1 Anatomia e fisiologia comparadas

Atividades
Página 20

1. Um inseto aquático está na água; assim, a lateral do seu corpo pode estar submersa, mas a parte de cima, não. Logo, com a abertura na parte superior, a entrada de ar nas traqueias é facilitada.
2. Os anfíbios realizam respiração cutânea. Para que essa respiração ocorra eficientemente, a pele deve estar úmida, o que dificulta a ida desses animais a ambientes muito secos, já que a pele pode ressecar e dificultar o processo.
3. As brânquias do peixe desidratam quando ele é retirado da água, diminuindo a eficiência do processo respiratório, o que o leva à morte.
4. Os múltiplos alvéolos aumentam a superfície de contato dos pulmões, o que permite maior eficiência nas trocas gasosas.

Atividades
Página 25

1. Nutriente é algum composto que o corpo pode utilizar, seja para obter energia, construir células, regular processos etc. O teor nutricional se refere à quantidade de nutrientes: um alimento com baixo teor nutricional possui poucas moléculas que podem ser aproveitadas pelo corpo.
2. A frase está errada, já que os sais biliares e a digestão mecânica auxiliam a digestão química; sem esses processos, sua eficiência seria muito menor. A digestão química também depende das substâncias que regulam o pH ao longo do tubo digestório.
3. Os ruminantes possuem diversas bactérias em seu intestino, que recebem abrigo e digerem a celulose ingerida, permitindo que eles se alimentem desse tipo de nutriente. Além dos ruminantes, os cupins também conseguem se alimentar de celulose por possuírem em seu sistema digestório protozoários do gênero *Trichonympha*, que realizam a digestão da celulose ingerida.
4. A absorção de água e sais será prejudicada. Além disso, a pessoa poderá sofrer avitaminoses, já que algumas vitaminas são produzidas por bactérias que vivem nessa parte do corpo.
5. Resposta pessoal. A resposta depende da escolha do alimento.
6. Ele transporta nas duas formas, pois tanto o ácido como o carbonato são formados e degradados constantemente. Assim, podemos dizer que as duas formas estão presentes no sangue.
7. A reação se deslocará para o sentido de H^+ e HCO_3. Isso aumenta a formação de H^+, o que diminui o pH.
8. Como as questões deste boxe envolvem conceitos aprendidos em Química, pode-se trabalhar com o professor dessa disciplina para resolvê-las.

$$K_{eq} = \frac{[H_2CO_3]}{[CO_2]}$$

Atividades
Página 31

1. A mistura diminui a concentração de O_2 do sangue, diminuindo o aporte desse gás às células.
2. Resposta pessoal. O desenho e o texto devem ser coerentes com o que é apresentado no tópico **O batimento cardíaco**.
3. Caso ocorresse refluxo sanguíneo, poderia haver mistura de sangue no coração; além disso, o fluxo sanguíneo poderia ser interrompido, já que ocorreriam movimentos antagônicos de certas quantidades de sangue, dificultando a oxigenação de partes do corpo.
4. O aumento da frequência cardíaca e o da pressão arterial garantem a oxigenação de todos os tecidos durante a prática de exercício físico.

Atividades
Página 36

1. Em regiões secas, a disponibilidade de água é menor. Assim, animais que não precisam de muita água para diluir suas excretas nitrogenadas (caso principalmente do ácido úrico e, em menor proporção, da ureia) possuem vantagens nesses ambientes.
2. Os rins são responsáveis pela eliminação de sais do sangue, entre eles os de sódio, que são causadores da hipertensão arterial.
3. O rim contém várias alças néfricas, mas existem apenas dois ureteres. Assim, ao impedir o funcionamento do ureter, o rim inteiro será danificado, o que é mais prejudicial do que impedir o funcionamento da alça néfrica, que bloqueia apenas uma parte dele.
4. A vitamina C não é armazenada pelo organismo por ser hidrossolúvel, sendo inadequada a ingestão de grandes quantidades.

Atividades finais
Página 37

1. Boca, faringe e esôfago deverão ser pintados com a cor correspondente ao pH neutro; estômago deverá ser pintado com a cor correspondente ao pH ácido; intestino deverá ser pintado com a cor correspondente ao pH básico. A variação do pH ativa ou neutraliza enzimas durante o processo digestivo.
2. A lhama, pois ela apresenta maior taxa de saturação com oxigênio em valores menores de pressão desse gás, ou seja, sua hemoglobina consegue se ligar mais facilmente a ele.
3. A hemoglobina humana na gestação (pH 7,4) tem maior afinidade por O_2 que a hemoglobina humana (pH 7,2), o que indica que a hemoglobina tem pelo menos dois comportamentos no sangue humano. Isso ocorre em consequência de mudanças no pH sanguíneo: com pH mais baixo, a hemoglobina humana perde afinidade por O_2, o que a faz liberar uma maior quantidade de O_2 nas células, embora também possa fazê-las captar menor quantidade desse gás nos pulmões. Qualquer hipótese relacionando alterações na atividade da hemoglobina com fatores que afetam o funcionamento de proteínas deve ser considerada nesta questão.
4. Na gravidez, a mãe fornece O_2 para o feto. Para que isso ocorra, a hemoglobina fetal precisa capturar esse gás com maior eficiência que a hemoglobina materna, o que ocorre em razão de sua maior afinidade por O_2.
5. Em elevadas altitudes, o ar é rarefeito, com baixa quantidade de O_2, de modo que a hemoglobina tem maior dificuldade para capturá-lo do ar inspirado. Para se adaptar a essa situação, o corpo promove algumas alterações que aumentam a captação de O_2, como o aumento no número de hemácias. Esse processo é importante para que os jogadores consigam, durante a realização da atividade física, captar quantidade suficiente de O_2.
6. Diversos testes e estudos podem ser feitos nele, sem necessidade de preocupação com efeitos colaterais em outros sistemas. Além disso, por se tratar de um sistema artificial, é mais fácil controlar as condições dos experimentos, como temperatura, pH etc. Com dois estômagos, pode-se realizar maior número de experimentos em menos tempo, fazer manutenções sem necessidade de interromper os testes e é mais fácil desenvolver estudos comparativos.
7. Apesar de o estômago simular apenas o processo digestivo, experimentos podem envolver o sistema cardiovascular, que capta os produtos da digestão, e o imunitário, como nos estudos com microrganismos.
8. Resposta pessoal. Argumente com base no que estudou no capítulo ou em outras fontes de consulta.
9. Resposta pessoal. As pesquisas podem fornecer informações que melhorem o aproveitamento de alimentos, gerando economia, mas os custos para isso serão elevados.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MANUAL DO PROFESSOR

Capítulo 2 No ar, na água, no organismo: pressão em ação

Atividades
Página 40

1. A bexiga não estoura porque a força que ela exerce sobre os pregos (força que é aplicada pelo professor) é dividida sobre vários deles. Assim, a pressão exercida pelos pregos é muito reduzida, insuficiente para romper o balão.
2. $p' = 3p$
3. Quanto menor a área de contato dos pneus (no caso, os pneus da bicicleta), maior a pressão necessária especificada para calibrá-los.
4. **a)** As telhas não quebram.
   b) As telhas não quebram.
   c) As telhas quebram.

Atividades
Página 44

1. **cmHg –** Centímetros de mercúrio – É uma unidade de pressão fora do SI, e é definida como uma pressão exercida na base de uma coluna de mercúrio com 1 cm de altura.
   pascal (1 Pa = 10^5 N/m² = 1 kgf/cm²) – O Pascal é medido em newton por metro quadrado – Medidas de pressão utilizadas pelo SI para descrever a pressão de gases e líquidos.
   bar – Pode ser usado para medir a pressão atmosférica, mas também é bastante utilizado para medir a pressão de sistemas hidráulicos e pneumáticos.
   psi – Libra-força por polegada quadrada – Unidade utilizada na calibragem da pressão de pneus.
2. 69 cmHg
3. 8.000 sacos.
4. 2,4 vezes.

Atividades
Página 48

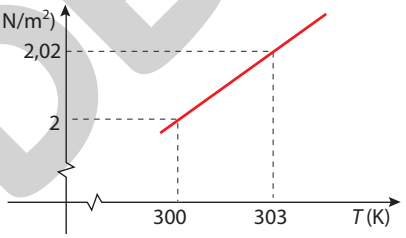
1. 240 m
2. $\frac{m}{n} = \frac{1}{2}$
3. 2,94 m
4. Ocorre devido à variação da pressão interna e externa do avião. Conforme o avião sobe, a pressão externa diminui; logo, é injetado ar em seu interior para que a pressão seja mantida próxima ou igual à pressão atmosférica encontrada à altura do solo.

Atividades
Página 50

1. 0,6 g/cm³
2. **a)** 85% do volume do bloco.
   b) O corpo imerge na gasolina.
   c) 94% do volume do bloco.
3. **a)** 5 N
   b) 3,5 N
4. **a)** 66%
   b) 30 N
5. 9,2 N

Atividades
Página 58

1. Em um dia quente, as moléculas do desodorante têm alta energia cinética. A colisão dessas moléculas com as paredes da embalagem gera a pressão interna do conjunto.
   Em um dia frio, as moléculas estão menos agitadas, o que causa um menor número de colisões entre as moléculas e as paredes do recipiente; portanto, a pressão interna é menor. A diferença entre a pressão interna e a pressão atmosférica faz a embalagem murchar até que a pressão interna se equilibre com a pressão externa.
2. **a)** À medida que o balão é conduzido da superfície até os 10 m de profundidade, seu volume diminui substancialmente por causa do aumento da pressão que a água exerce sobre ele. Considerando que a temperatura se manteve constante, da lei geral dos gases ideais, temos: $p_0 \cdot V_0 = p_f \cdot V_f$
   Assim, com o aumento substancial da pressão, o volume deve ser diminuído para que a relação $p \cdot V$ seja mantida constante.
   b) Considerando que a pressão se manteve constante, porque a temperatura da água aumenta subitamente, da lei geral dos gases ideais, temos: $\frac{V_0}{T_0} = \frac{V_f}{T_f}$
   Quando o balão penetra na região com temperatura mais alta, seu volume também aumenta.
3. Lembrando que a pressão atmosférica ao nível do mar é 1 atm e que, submetida a essa pressão, a água ferve a 100 °C, a panela de pressão cozinha mais rapidamente os alimentos porque a temperatura da água no seu interior ultrapassa os 100 °C, atingindo aproximadamente 120 °C. Como a panela de pressão é totalmente fechada, o vapor de água que vai se formando não consegue se dispersar, e a pressão interna da panela aumenta: torna-se maior que a pressão atmosférica. O aumento da pressão faz com que a água no interior da panela entre em ebulição a uma temperatura acima de 100 °C. A pressão do vapor de água, porém, aumenta até certo limite. Superado esse limite, ela se torna suficientemente elevada para que o vapor levante o pino da válvula central e comece a sair da panela. A partir desse momento, a pressão do vapor se estabiliza, porque é controlada pelo escapamento através da válvula. Em consequência, a temperatura no interior da panela também não aumenta mais. A lata deve ser colocada em água fria antes de ser aberta, pois, devido à pressão interna, ela pode estourar se for aberta muito quente.
4. **a)** A pressão aumenta.
   b) 2,02 · 10^5 N/m²
   c)



5. **a)** Transformação isotérmica.
   b) 40 L
   c) 0,6 atm
6. **a)** Transformação isobárica. **b)** 16,7%

Atividades finais
Página 60

1. Alternativa **c**.
2. Alternativa **b**.
3. Alternativa **b**.
4. Alternativa **b**.

Capítulo 3 Gases e cálculos químicos: importância para a vida

Atividades
Página 64

1. Fábio confundiu o conceito de mol com o de molécula. Não faria sentido falar em meia molécula de água, pois, nesse caso, nem sequer haveria átomos unidos formando uma molécula dessa substância. Já meio mol de água implica grande número de moléculas dessa substância, o que faz sentido.
2. Seria impossível uma molécula de água ter massa 18 g. Essas massas (9 g e 18 g) podem ser medidas em balanças usadas em operações do cotidiano.

LUIZ RUBIO
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

3

	I Quantidade de matéria da substância na amostra	II Nº de moléculas da substância na amostra	III Nº de átomos de cada elemento na amostra		
A	1 mol de SO_3	$6 \cdot 10^{23}$	S: $6 \cdot 10^{23}$	O: $1{,}8 \cdot 10^{24}$	
B	0,5 mol de SO_3	$3 \cdot 10^{23}$	S: $3 \cdot 10^{23}$	O: $9 \cdot 10^{23}$	
C	1 mol de H_3PO_4	$6 \cdot 10^{23}$	H: $1{,}8 \cdot 10^{24}$	P: $6 \cdot 10^{23}$	O: $2{,}4 \cdot 10^{24}$
D	0,25 mol de H_3PO_4	$1{,}5 \cdot 10^{23}$	H: $4{,}5 \cdot 10^{23}$	P: $1{,}5 \cdot 10^{23}$	O: $6 \cdot 10^{23}$

	IV Quantidade de matéria de cada elemento na amostra/mol			V Massa total da amostra/g
A	S: 1	O: 3		80
B	S: 0,5	O: 1,5		40
C	H: 3	P: 1	O: 4	98
D	H: 0,75	P: 0,25	O: 1	24,5

Atividades

Página 67

1 **a)** A quantidade estimada é $9{,}16 \cdot 10^9$ mol de CO.

b) $CO(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$

c) Reduzir a concentração de CO no ar. O monóxido de carbono se liga à hemoglobina do sangue e impede que ela realize o transporte do oxigênio às várias partes do organismo, ocasionando problemas diversos à saúde, dependendo do teor de monóxido no ar.

d) $4{,}58 \cdot 10^9$ mol de O_2

2 $22{,}9 \cdot 10^9$ mol ($4{,}58 \cdot 10^9$ mol de O_2 + $18{,}32 \cdot 10^9$ mol de outras moléculas).

3 Resposta pessoal.

Atividades

Página 71

1 **a)** Sim.
b) Sim.
c) Não.
d) 5 L

2 50 L

3 **a)** Ambos contêm a mesma quantidade de matéria.
b) Para o número de moléculas, sim, pois, nas mesmas condições de temperatura e pressão, volumes iguais de gases encerram o mesmo número de moléculas. Para o número de átomos, não, uma vez que, em cada molécula de hidrogênio (H_2), há 2 átomos e, em cada molécula de ozônio (O_3), há 3 átomos.
c) 72 g

Atividades

Página 73

1 8.313 Pa dm^3 mol^{-1} K^{-1}

2 **a)** O volume molar será de 24,6 L. **b)** 6,15 L

3 Aproximadamente 117,9 kg.

4 2.460 L

5 Porque esses gases possuem as menores massas molares; consequentemente são menos densos. O hélio é o gás não combustível de menor massa molar e, portanto, de menor densidade.

6 0,04 g/L

7 32 g/mol

8 Com o aquecimento do ar no interior do balão, este fica menos denso que o ar e sobe. Se o balão caísse com a tocha apagada (isso porque o gás no interior do balão se resfriaria, tornando-se mais denso), não haveria problemas; a proibição se deu devido à possibilidade de o balão cair com a tocha ainda acesa, causando queimadas, incêndios e acidentes.

Atividades

Página 76

1 **a)** Pressão parcial de CH_4 = 0,2 atm; pressão parcial de He = 0,8 atm.
b) Os gases têm massas iguais; ou a relação entre as massas desses gases é igual a 1.

2 A massa de gás ozônio é 4,8 kg e o volume é 2.240 L.

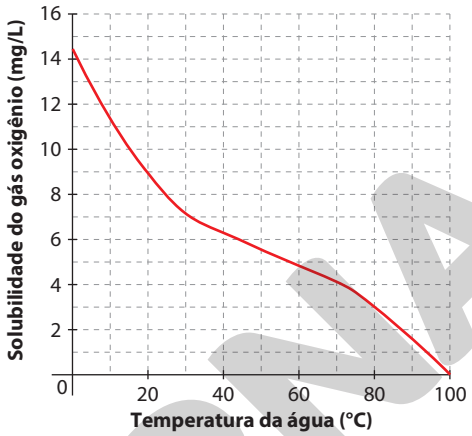
3 A pressão parcial de cada gás é igual a 0,023 atm.

Atividades

Página 79

1 Resposta pessoal.

2



ERICSON GUILHERME LUCIANO

A 100 °C a água entra em ebulição e, a partir dessa temperatura, a solubilidade do gás passa a ser zero.

Atividades

Página 82

1 A pressão diminui depois que a garrafa é aberta, fazendo com que o conteúdo jorre para fora da garrafa.

2 O refrigerante a temperatura de 25 °C apresentará maior efervescência, pois o aumento da temperatura reduz a solubilidade do gás (dióxido de carbono) em água; com isso, parte do gás abandona o líquido.

3 **a)** 8 mg de O_2/L
b) Resposta pessoal.

4 **a)** É porque, acima de 40 °C, a solubilidade do O_2 em água é muito baixa, menos de 7 mg de oxigênio por litro, insuficiente para manter a vida aeróbia.
b) 22 g

Atividades finais

Página 83

1 **a)** 46 g/mol
b) Significa que em cada litro de sangue do motorista era permitida a presença de 0,6 g de etanol.
c) 0,013 mol/L
d) Seus reflexos ficariam mais lentos, ele teria dificuldade em se adaptar a variações da intensidade luminosa, estaria menos capaz de reagir às situações e minimizar riscos, além da tendência à agressividade.
e) Resposta pessoal.
f) Resposta pessoal.
g) Resposta pessoal.

2 **a)** $1{,}22 \cdot 10^{10}$ mol de H_2SO_4
b) $1\ H_2SO_4(aq) + 1\ Ca(OH)_2(s) \longrightarrow 1\ CaSO_4(aq) + 2\ H_2O(l)$
c) 1 mol de $Ca(OH)_2$ é capaz de neutralizar 1 mol de H_2SO_4 ou 2 mol de íons H^+. A proporção é a mesma em número de moléculas.
d) 74 g de $Ca(OH)_2$ para 98 g de H_2SO_4
e) $1{,}22 \cdot 10^{10}$ mol de $Ca(OH)_2$. $9.061{,}2 \cdot 10^6$ g ou 9.061,2 t de $Ca(OH)_2$
f) Resposta pessoal.

3 Alternativa **c**.

4 Alternativa **a**.

5 Alternativa **c**.

6 Alternativa **c**.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Capítulo 4 Saúde: bem-estar físico, mental e social

Atividade
Página 87

1. Os diversos índices são calculados levando-se em conta dados sobre os aspectos físicos (saneamento, doenças endêmicas, doenças infantis), mentais (guerras e pobreza) e sociais (acesso a educação e serviços de saúde). Portanto, refletem o estado dos diversos fatores que influenciam a saúde, tal como definida pela OMS.

Atividade
Página 89

1. Resposta pessoal. Essas alterações são causadas pelos hormônios sexuais produzidos nos testículos e nos ovários.

Atividade
Página 94

1. Resposta pessoal. Uma atitude consciente seria aconselhar o amigo a procurar um médico, descrever os sintomas e realizar os exames sugeridos para determinar se possui alguma IST. Outro conselho importante seria tomar os cuidados necessários em sua vida sexual para não propagar a doença até que o resultado seja confirmado.

Atividades
Página 99

1. Inúmeros exemplos podem ser levantados, como escova e pasta de dente, tratamento de água e de esgoto, medicamentos, redes e camas para dormir, equipamentos para esportes e máquinas de uso agrícola.
2. O conselho deve destacar a importância dos métodos contraceptivos para pessoas que estão iniciando sua vida sexual, e o preservativo deve ser indicado como o único contraceptivo que também previne contra as ISTs. Além disso, também seria interessante sugerir uma consulta com um profissional da saúde, que pode dar mais informações e responder a dúvidas sobre o assunto.
3. A metodologia empregada seria totalmente condenada pelos conselhos de ética atual. Existem protocolos e passos a serem seguidos até que um medicamento ou vacina comece a ser testado em humanos.

Atividades
Página 102

1. O IDH dos municípios brasileiros pode ser consultado na página da internet <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/> e o IDH dos países na página <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/> (acessos em: 20 jun. 2020).
2. Resposta pessoal. Pesquise sobre o contexto social brasileiro durante a Revolta da Vacina para embasar sua resposta.

Atividades
Página 104

1. Resposta pessoal.
2. Resposta pessoal.

Atividades finais
Página 106

1. Saúde não é apenas a ausência de doença, equivalendo a um estado de bem-estar físico, mental e social. Inclui acesso a moradia, saneamento, educação, serviços de saúde, condições de crescimento humano e profissional.
2. Alguns exemplos de atitudes: para doenças infecciosas, manter boas práticas de higiene e vacinação; para doenças degenerativas, alimentação saudável e evitar o tabagismo; para doenças ocupacionais, utilizar equipamento de proteção compatível com o trabalho e seguir as recomendações de duração das atividades; para doenças carenciais, ter uma alimentação balanceada e ingerir suplementos vitamínicos; e para doenças sexualmente transmissíveis, utilizar preservativos e vacinação, em alguns casos.
3. Os testículos produzem testosterona, que promove as alterações no corpo dos meninos durante a puberdade (aumento da massa muscular, amadurecimento dos órgãos genitais, crescimento de pelos, aumento da transpiração etc.). Os ovários produzem estrógeno e progesterona. Seus efeitos incluem as alterações no corpo das meninas durante a puberdade (alargamento do quadril, amadurecimento dos órgãos genitais, crescimento de pelos etc.) e o desenvolvimento do endométrio, que pode levar à menstruação.
4. A tabela abaixo mostra alguns exemplos:

IST	Sintomas	Tipo do agente causador
Sífilis	Lesões avermelhadas nas palmas das mãos e nos pés.	Bactéria *Treponema pallidum*
Gonorreia	Dor e ardência ao urinar.	Bactéria *Neisseria gonorrhoeae*
Clamídia	Formação de vesículas nos órgãos genitais externos e inflamação dos linfonodos da virilha.	Bactéria *Chlamydia trachomatis*
Condiloma acuminado	Formação de verrugas ou pápulas nos órgãos genitais externos e ânus.	Vírus HPV
Candidíase	Coceira e vermelhidão nas mucosas e secreção esbranquiçada nas mulheres.	Fungo *Candida albicans*
Herpes genital	Surgimento de pequenas bolhas doloridas nos órgãos genitais externos.	Vírus HSV-2
Aids	Diminuição das defesas do organismo.	Vírus HIV

5. A seguir, exemplos de respostas para essas questões.
   a) A maioria das vacinas é fabricada a partir de agentes patogênicos enfraquecidos ou mortos. Assim, a vacina contra a esquistossomose deve ter sido produzida utilizando fragmentos ou organismos inteiros do *Schistossoma* que estivessem mortos ou sem capacidade de provocar a doença.
   b) Sim, é muito importante que testes sejam realizados para certificação de que a vacina não provocará a doença ou nenhuma outra enfermidade quando aplicada em uma grande parcela da população. Podem ser feitos testes aplicando-se a vacina em animais cobaias ou em pequenos grupos controlados de seres humanos, com consentimento dos envolvidos.
   c) Primeiramente, deve ser feito um estudo para identificação e análise do agente causador da doença. Depois, deve-se definir como o sistema imune das pessoas será estimulado sem causar a doença, ou seja, se será usado o agente causador inativado inteiro ou se fragmentos ou estruturas específicas são mais apropriados. Com essas fases concluídas, são iniciados os testes em parcelas menores da população para certificação de que não causam a doença ou outra enfermidade, e para identificação da dosagem apropriada. Analisados esses resultados, as vacinas podem ser fornecidas para parcelas maiores da população.
6. Se a mulher e seu parceiro desejarem se prevenir também contra a transmissão de ISTs, eles devem usar camisinha, já que os anticoncepcionais orais não protegem contra esse tipo de doença.
7. A pessoa com anorexia nervosa apresenta um medo intenso de engordar e muitas vezes tem uma imagem distorcida do próprio corpo. Por considerar-se gorda mesmo estando magra, acaba apresentando comportamentos obsessivos, como excesso de exercícios e pouca ingestão de alimentos, que prejudicam sua saúde por ficarem mais magras do que o saudável. Já a hiperfagia consiste na ingestão excessiva de alimentos, podendo ser provocada por um distúrbio psicológico ou alterações genéticas (como no caso da síndrome de Prader-Willi, em que o organismo não produz a substância que transmite a sensação de saciedade). Sem cuidado, leva à obesidade, aumentando o risco de doenças associadas, como infarto e diabetes.
8. O Brasil possui elevado número de crimes de intolerância em relação à diversidade sexual, o que justifica a discussão desse assunto em sala de aula.
9. Alternativa **e**. A afirmação II está incorreta, pois epidemia e endemia são conceitos distintos, como indicado nas outras afirmações.
10. Alternativa **e**. O uso de agentes antirretrovirais inibe a transcriptase reversa, enzima dos retrovírus indispensável à sua multiplicação.

MODERNA
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

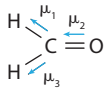
Capítulo 5 Algumas substâncias utilizadas na área da saúde

Atividade
Página 115

1. Porque, nessa faixa de concentração, é possível impedir o crescimento bacteriano.

Atividades
Página 126

1. Amina.
2. Polar.



3. O etanol. As moléculas de C_2H_5OH estão mais fortemente associadas (ligações de hidrogênio) do que as moléculas de CO_2 (ligações dipolo induzido-dipolo induzido).
4. O gás oxigênio está associado à respiração de muitos seres vivos.
5. O metano é formado por moléculas apolares que, no estado sólido e no estado líquido, se mantêm associadas à custa de fracas interações moleculares (dipolo instantâneo-dipolo instantâneo). Já a água é formada por moléculas polares que interagem fortemente nos estados líquido e sólido (ligação de hidrogênio), o que explica a temperatura de ebulição maior.
6. Alternativa **c**.
7. Quanto mais forte a interação entre as moléculas, maior será a temperatura de ebulição da substância. As ligações de hidrogênio são mais fortes do que as de dipolo permanente-dipolo permanente que, por sua vez, são mais fortes que as de dipolo induzido-dipolo induzido. As ligações iônicas são mais fortes do que as ligações de hidrogênio. Para os pares de substâncias temos o seguinte tipo de ligação: I. O_2 (dipolo induzido-dipolo induzido) e Na_2O (ligação iônica); II. HCl (dipolo permanente-dipolo permanente) e Cl_2 (dipolo induzido-dipolo induzido); III. H_2O (ligação de hidrogênio) e CO_2 (dipolo induzido-dipolo induzido). Portanto, as substâncias com maior temperatura de ebulição em cada par são: Na_2O, HCl e H_2O.
8. **a)** O fenol tem caráter mais polar que o 4-hexilresorcinol; portanto, será mais solúvel em água.
   b) Porque, em sua estrutura, o grupo hidroxila está ligado a um anel aromático, e não a um átomo de carbono saturado.

Atividades finais
Página 128

1. **a)** Adulteração é alteração das características originais de um produto, vendendo-o como se as mantivesse.
   b) O produto adulterado não tem as mesmas características que o produto original. Além de o consumidor ser enganado, não sabemos as quantidades e quais produtos foram adicionados ao produto original para adulterá-lo; dessa forma não podemos prever a periculosidade do produto.
   c) Sim, qualquer substância adicionada ao leite para forjar sua composição pode ser considerada uma adulteração.
   d) Função orgânica aldeído. Fórmula molecular CH_2O.
   e) Existem órgãos públicos de proteção ao consumidor, como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e a Fundação de Proteção e Defesa do Consumidor (Procon). Por se tratar de uma adulteração que pode ser diretamente prejudicial à saúde humana, a Anvisa e o Procon podem ser acionados conjuntamente. Se não fosse algo relativo à saúde humana, somente o Procon poderia ser acionado.
2. Alternativa **c**.
3. Alternativa **d**.
4. **a)** Entre o início e meados da adolescência.
   b) O texto menciona acidentes de trânsito, situações diversas de violência, perda de emprego etc.
   c) Resposta pessoal.
   d) A venda de bebidas alcoólicas para menores de idade passou a ser crime. Antes essa ação era enquadrada como contravenção penal.
   e) Resposta pessoal.
   f) Resposta pessoal.

Capítulo 6 Ondas eletromagnéticas e a Medicina

Atividades
Página 133

1. 16 cm e 2 Hz
2. 0,9 Hz e 1,1 s
3. 6 m/s

Atividades
Página 135

1. 50 m
2. 3,3 m
3. A faixa de frequência em que varia a cor azul vai de $6{,}1 \cdot 10^{-14}$ Hz a $6{,}8 \cdot 10^{-14}$ Hz.

Atividades
Página 140

1. **I.** Falsa. **II.** Verdadeira. **III.** Falsa. **IV.** Verdadeira. **V.** Falsa.
2. **a)** Aparelhos de raios X.
   b) Forno de micro-ondas.
   c) Resposta pessoal.
3. 0,3 m
4. A luz incoerente possui ondas defasadas umas das outras, ou seja, suas cristas e vales não coincidem. Se ela for coerente, as cristas e vales coincidem.

Atividades
Página 145

1. A radiação alfa, representada pelo símbolo α, é caracterizada por ter dois prótons e dois nêutrons; possui carga positiva $+2$.
   A radiação gama, representada pelo símbolo γ, é caracterizada, por sua vez, por possuir carga nula.
   A semelhança das duas radiações, no entanto, está no fato de possuírem energia em trânsito, ou seja, um tipo de energia que percorre determinado espaço com determinada velocidade.
2. A radiação alfa possui massa 4, e a radiação gama possui massa nula.
3. Em relação ao poder de penetração:
   Radiação alfa $\alpha \Rightarrow$ Baixo
   Radiação beta $\beta \Rightarrow$ Moderado
   Radiação gama $\gamma \Rightarrow$ Alto
4. A radiação gama, pois apresenta grande poder de penetração.

Atividades
Página 147

1. 1 g
2. 84 anos.
3. 25%
4. 6,32 minutos.
5. 31,5 g

Atividades finais
Página 153

1. Alternativa **c**.
2. Alternativa **e**.
3. Alternativa **d**.
4. Alternativa **c**.
5. Alternativa **b**.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMENTADAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/>. Acesso em: 8 jul. 2020.

No *site* da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) há diversas publicações, notícias, regulamentações e registros sobre diferentes produtos, como alimentos, medicamentos, cosméticos, entre outros. Você também encontra a área de atuação da Anvisa, bem como informações sobre fiscalização e monitoramento de produtos e equipamentos.

BASSALO, J. M. *et al*. *Aspectos contemporâneos da Física*. Belém: UFPA, 2000.

A obra apresenta os aspectos contemporâneos da termodinâmica, da mecânica estatística, da eletrodinâmica clássica, da mecânica quântica e da teoria da gravitação.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; FREITAS, J.; REIS, J. C. *Newton e o triunfo do mecanicismo*. São Paulo: Atual, 1999.

O livro parte da questão "Como o conhecimento científico foi construído?" para estabelecer uma ligação entre a história da ciência e os tempos atuais, além de discutir a relação entre as ideias defendidas pelo físico Isaac Newton sobre as leis do movimento e da gravitação universal.

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. *Invertebrados*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

Estudo sobre os animais invertebrados que se apoia nos recursos visuais para auxiliar no trabalho de professores e estudantes.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; TOWNSEND, J. R.; TREICHEL, D. A. *Química geral e reações químicas*. 9. ed. Cengage Learning, 2016. v.1.

A obra contém muitos capítulos voltados aos conceitos básicos da Química Geral, abordados neste volume, dirigido a cursos superiores. Em especial, os capítulos 10 (Gases e suas propriedades) e 11 (Forças intermoleculares e líquidos). Na obra também se destacam as seções em que aspectos relevantes no mundo contemporâneo são abordados.

LEVI, Primo. *A Tabela Periódica*. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1994.

Neste livro, usando em cada capítulo um elemento químico, o autor narra suas experiências de vida, desde a infância até suas atividades como químico. Recorrendo a metáforas, faz de aspectos químicos motivo para reflexões ao mesmo tempo que remete a situações dificílimas que ele e muitos outros viveram na época do nazismo-facismo europeu.

Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/>. Acesso em: 9 jun. 2020.

No *site* do Ministério do Meio Ambiente, você encontra notícias, informações, serviços, projetos, programas e consultas públicas que envolvem o meio ambiente.

Ministério da Saúde. Disponível em: <https://saude.gov.br/>. Acesso em: 9 jun. 2020.

No *site* do Ministério da Saúde você encontra notícias, informações, serviços e programas relacionados à saúde.

Organização Mundial da Saúde (OMS). Disponível em: <https://www.who.int/home#>. Acesso em: 8 jul. 2020.

No *site* da Organização Mundial da Saúde (OMS) há diversas publicações, notícias e programas sobre a saúde.

PIRES, A. *Evolução das ideias da Física*. São Paulo: Livraria da Física, 2008.

O livro mostra um estudo dos avanços da Ciência na Antiguidade até o surpreendente mundo quântico, além de apresentar uma biografia dos físicos Galileu Galilei, Roger Bacon, René Descartes e Christiaan Huygens.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. *A vida dos vertebrados*. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

De maneira integrada, o livro aborda os aspectos fisiológicos, morfológicos e ecológicos dos vertebrados, passando pela conservação e evolução das espécies.

REIS, C. J.; GUERRA, A; BRAGA, M. *Einstein e o universo relativístico*. São Paulo: Atual, 2000.

O livro elucida como a teoria da relatividade foi desenvolvida por Albert Einstein e traz as consequências de sua descoberta no modo de as pessoas observarem o mundo.

Revista *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 da Química, propostas de experimentos e atualizações relacionadas à área química.

SCHMIDT-NIELSEN, K. *Fisiologia animal:* adaptação e meio ambiente. 5. ed. São Paulo: Santos, 2002.

A proposta desta obra é avaliar, em face das diversas possibilidades do meio ambiente, o funcionamento do organismo animal, dividido em respiração, alimentação, metabolismo, locomoção, entre outros.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. *Química Orgânica*. Trad. Whei Oh Lin. 7. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2001. v. 1.

A obra contém muitos capítulos voltados aos conceitos básicos da Química Orgânica, abordados neste volume, dirigido a cursos superiores. Em especial, os capítulos 2 e 8.

STRATHERN, P. *Oppenheimer e a bomba atômica em 90 minutos*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.

A leitura permitirá ao estudante descobrir como o físico estadunidense, Robert Oppenheimer desenvolveu a bomba atômica e quais os dilemas morais com que lidou ao produzir uma arma poderosa.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

MODERNA

ISBN 978-65-5779-313-8

MODERNA