SÔNIA LOPES
SERGIO ROSSO

Editora responsável:
MAÍRA ROSA CARNEVALLE

CIÊNCIAS DA NATUREZA LOPES & ROSSO

Corpo humano e Vida saudável

MATERIAL DE DIVULGAÇÃO.
VERSÃO SUBMETIDA À AVALIAÇÃO.

Código da coleção:
0194P21203
Código da obra:
0194P21203137

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza
e suas Tecnologias

MODERNA

MODERNA

SÔNIA LOPES

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

SERGIO ROSSO

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

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

CIÊNCIAS DA NATUREZA LOPES & ROSSO

Corpo humano e Vida saudável

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

MANUAL DO PROFESSOR

1ª edição

São Paulo, 2020

MODERNA

Elaboração de originais

Artur Guazzelli Leme Silva

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

Bianca Trama Freitas

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

Fabio Rizzo de Aguiar

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

Graciele Almeida de Oliveira

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

Ivo Bernardi de Freitas

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

Jéssica Brito dos Santos Lima

Bacharela em Química e mestra em Química (área de concentração em Química Inorgânica) pela Universidade Federal de Sergipe (SE). Professora.

Joana Guilares de Aguiar

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

Juliana Maia

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

Letícia Gomes de Melo

Licenciada em Química pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro (MG). Química.

Lina M. Almeida-Silva

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

Luiz Alberto de Paula

Licenciado em Física pela Universidade de São Paulo (SP). Mestre em Ciências no programa: Astronomia pela Universidade de São Paulo (SP). Doutor em Ciências no programa: Astronomia pela Universidade de São Paulo (SP). Professor.

Matheus Cabral Torres

Licenciado em Química pela Universidade Federal de Alfenas (MG). Editor.

Nathália Helena Azevedo

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

Oliveira-Junior, M. M.

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

Patrícia Araújo dos Santos

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

Rodrigo Uchida Ichikawa

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

Rosana Louro Ferreira Silva

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

Tathyana Tumolo

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

Vinicius Roggério da Rocha

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

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

Assessoria pedagógica: Daniela Ferrari

Preparação de texto: Fabiana Biscaro, Malvina Tomaz

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

Coordenação de produção: Patricia Costa

Gerência de planejamento editorial: Maria de Lourdes Rodrigues

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

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

Capa: APIS Design, Bruno Tonel

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

Coordenação de arte: Wilson Gazzoni Agostinho

Edição de arte: Adriana Santana, Clayton Renê P. Soares, Eliazar Alves Cavalcanti Junior

Editoração eletrônica: Teclas editorial

Edição de infografia: Giselle Hirata, Priscilla Boffo

Coordenação de revisão: Elaine C. del Nero

Revisão: Luciana Azevedo, ReCriar Editorial

Coordenação de pesquisa iconográfica: Luciano Baneza Gabarron

Pesquisa iconográfica: Márcia Mendonça

Coordenação de *bureau*: Rubens M. Rodrigues

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

Pré-impressão: Alexandre Petreca, Everton L. de Oliveira, Marcio H. Kamoto, Vitória Sousa

Coordenação de produção industrial: Wendell Monteiro

Impressão e acabamento:

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

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

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

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

20-36705 CDD-373.19

Índices para catálogo sistemático:

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

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

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

Todos os direitos reservados

EDITORA MODERNA LTDA.
Rua Padre Adelino, 758 - Belenzinho
São Paulo - SP - Brasil - CEP 03303-904
Vendas e Atendimento: Tel. (0_ _11) 2602-5510
Fax (0_ _11) 2790-1501
www.moderna.com.br
2020
Impresso no Brasil

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

Suplemento para o professor

Caro Professor,

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

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

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

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

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

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

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

Conte conosco e bom trabalho!

Os Autores.

MODERNA

Sumário

Orientações gerais sobre a Coleção V

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

Organização e proposta da Coleção VII

Organização do Livro do estudante VIII

Organização do Suplemento para o professor X

Sugestões de uso da Coleção X

Pressupostos teóricos da Coleção XI

Aspecto teórico-metodológico na perspectiva da alfabetização científica XI

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

A argumentação na perspectiva da alfabetização científica XIII

A importância das práticas investigativas para a alfabetização científica XIII

O pensamento computacional e o ensino de Ciências da Natureza XVI

Alfabetização midiática: do acesso à criação de mídias XVII

A leitura inferencial como objeto de conhecimento XVIII

O jovem do Ensino Médio como protagonista XIX

Ressignificando o papel do professor e sua prática pedagógica XX

Metodologias ativas XXI

Rotinas de pensamento XXI

Avaliação a serviço da aprendizagem XXII

Justificativa e objetivos deste volume XXIV

Referências bibliográficas XXV

Orientações específicas por Unidade XXVIII

Unidade 1 Drogas e medicamentos XXVIII

Unidade 2 Vida saudável LXII

Resoluções das atividades XCV

MODERNA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

EM PROVA

2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2018, p. 554-558)

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

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

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

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

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

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

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

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

EM MODERNA

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

Organização e proposta da Coleção

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

MODERNA

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

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

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

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

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

Organização do Livro do estudante

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

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

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

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

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

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

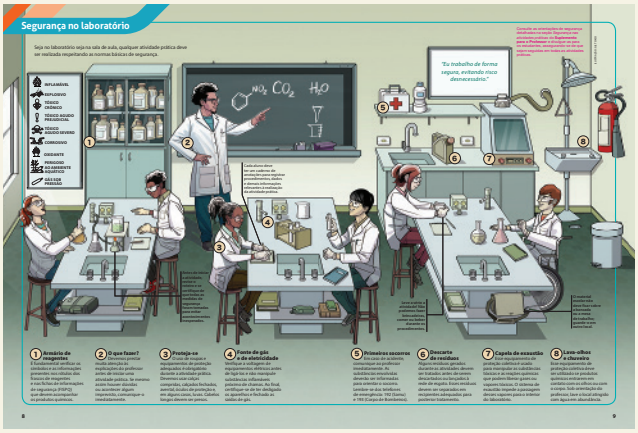
Presentes em algumas Unidades, os **Boxes +** trazem informações contextualizadas em relação aos assuntos trabalhados, principalmente concernentes a aspectos das culturas tradicionais, como indígenas e quilombolas.

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

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

EM MODELO

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



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

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

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

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

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

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

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

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

PROVA

dade por meio de diferentes tecnologias de informação e comunicação (TICs). A seção, portanto, articula-se com as culturas juvenis e favorece o desenvolvimento da criatividade, da atitude cidadã e das habilidades de comunicação e trabalho em equipe.

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

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

Organização do Suplemento para o professor

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

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

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

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

Sugestões de uso da Coleção

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

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

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

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

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

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

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

Organização bimestral

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

Organização trimestral

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

Organização semestral

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

REPRODUÇÃO PROIBIDA

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

Pressupostos teóricos da Coleção

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

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

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

Aspecto teórico-metodológico na perspectiva da alfabetização científica

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

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

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

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

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

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

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

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

EM ABERTURA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

EDITORIA

A argumentação na perspectiva da alfabetização científica

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

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

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

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

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

A importância das práticas investigativas para a alfabetização científica

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

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

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

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

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

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

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

EM ABERTA

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

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

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

O professor deve estar atento aos procedimentos na preparação de atividades experimentais. Nesta obra, as atividades são pensadas de maneira que os estudantes não sejam expostos a riscos físicos; o cuidado em requerer materiais de baixo custo também foi uma preocupação da Coleção. Além da segurança, também há a preocupação com o fator ambiental, indicando sempre a maneira correta para o descarte. Além disso, não são propostas atividades de aulas práticas com manipulação, dissecção, coleta e vivissecção de animais, já que esta prática somente é permitida em Instituições de Ensino Superior ou Instituições de Ensino Médio Técnico na área Biomédica e que possuam Comitê de Ética e Pesquisa no uso de animais – CEUA regulamentado (ver legislação disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11794.htm> e <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=77042>) (acessos em: 2 jun. 2020).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

EM PODEMOS

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

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

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

- **Segurança nas atividades práticas**

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

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

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

Pictogramas de risco

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

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

Aquecimento e eletricidade

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

Trabalho com gases

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

Prevenção e atendimento de acidentes

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

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

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

EM MODERNA

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

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

Descarte de resíduos

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

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

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

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

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

O pensamento computacional e o ensino de Ciências da Natureza

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

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

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

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

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

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

PROIBIDA

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

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

Segundo André (2018, p. 105),

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

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

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

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

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

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

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

Alfabetização midiática: do acesso à criação de mídias

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

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

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

MODERNA

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

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

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

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

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

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

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

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

A leitura inferencial como objeto de conhecimento

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

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

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

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

A indicação da leitura inferencial nos componentes curriculares que compõem a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias justifica-se, principalmente, pela competência geral 2 definida pela BNCC – **Pensamento científico, crítico e criativo** –, com base na qual se espera que o estudante deva "exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, **para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções** (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas". (BRASIL, 2018, destaques nossos).

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

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

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

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

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

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

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

O jovem do Ensino Médio como protagonista

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

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

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

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

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

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

EDIÇÃO

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

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

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

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

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

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

Ressignificando o papel do professor e sua prática pedagógica

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

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

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

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

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

EM MODERNA

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

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

Metodologias ativas

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

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

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

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

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

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

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

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

Rotinas de pensamento

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

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

MODERNA

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

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

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

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

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

Avaliação a serviço da aprendizagem

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

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

Concordamos com Luckesi (2011) quando aponta que:

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

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

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

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

Assim, esta Coleção apresenta três momentos, no Livro do estudante, que priorizam a avaliação, delineando sua importância ao longo do processo de aprendizagem. Na Abertura das Unidades, o quadro **Pense nisso!** serve de avaliação diagnóstica, que permite ao professor colher pistas do que os estudantes já sabem e como compreendem o conteúdo para poder iniciar os Temas. A seção **Reflita sobre seu aprendizado!** é um momento de autoavaliação que demandará dos estudantes a decomposição dos objetivos gerais da Unidade em suas partes e posterior percepção de quais aspectos

EM ABERTA

desses objetivos foram atendidos à luz do que foi estudado no Tema e quais ainda precisam ser esclarecidos. Trata-se de uma estratégia que compõe o pensamento computacional, dividir um problema em problemas menores até que sua solução seja trivial. Já a seção **Revise e amplie!** propõe duas questões metacognitivas: uma associada à autoavaliação da aprendizagem e a outra, que estimula o aprofundamento sobre a temática, incentivando o protagonismo do educando.

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

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

- **Mapa conceitual**

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

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

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

- **Debate**

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

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

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

A seção **Atividades** no Livro do estudante, composta de exercícios de múltipla escolha e questões discursivas, contribui com a preparação dos estudantes para as avaliações em larga escala, buscando inseri-los em uma cultura científica. Essa é uma oportunidade de o professor se tornar parceiro do estudante, utilizando essa seção como instrumento a serviço da aprendizagem do educando. Ou seja, de um lado o professor atua como mediador auxiliando na resolução dos exercícios, do outro, o educando gradativamente vai ganhando autoconfiança, tornando-se autônomo, de modo que os erros e as dúvidas possam impulsionar sua aprendizagem.

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

REPRODUÇÃO

Justificativa e objetivos deste volume

A saúde é componente essencial do desenvolvimento sustentável, assumindo interface com fatores econômicos, sociais e ambientais, afetando-os e sendo afetada por eles. Nesse sentido, os determinantes sociais da saúde, relacionados às condições em que as pessoas vivem, como alimentação, escolaridade e outros, são aspectos relevantes para promovê-la. A educação para a promoção da saúde assume um papel fundamental, uma vez que possibilita aos jovens oportunidades para compreender a organização e o funcionamento de seu corpo, para interpretar as modificações físicas e emocionais que acompanham seu desenvolvimento e para reconhecer o impacto que elas podem ter na autoestima e na segurança de seu próprio corpo, além de possibilitar que assumam o protagonismo na escolha de posicionamentos que representem autocuidado e o respeito com o corpo do outro, sob a perspectiva do cuidado integral à saúde física, mental, sexual e reprodutiva. Dentro desse contexto, o presente volume traz duas temáticas relevantes, cujas escolhas foram embasadas nos Temas Contemporâneos Transversais da BNCC e nos objetivos do desenvolvimento sustentável 2 e 3 da Agenda 2030 da ONU, e que são trabalhadas separadamente por cada uma das unidades. Com a apresentação dessas duas temáticas, busca-se desenvolver conhecimentos, habilidades, valores e comportamentos e promover competências, como pensamento crítico, reflexão sobre cenários futuros e tomadas de decisão de forma colaborativa. Assim, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e a Coleção, por meio da articulação com outras áreas do conhecimento, assumem posição fundamental na formação integral dos estudantes, assegurando acesso à diversidade de conhecimentos científicos existentes e aos principais processos, práticas e procedimentos, abrindo espaço para discutir o que é preciso para promover a saúde individual e coletiva, inclusive no âmbito das políticas públicas.

Nesse contexto, para este volume definiram-se objetivos de aprendizagem, apresentados a seguir, que buscam garantir o desenvolvimento de habilidades e competências gerais e específicas.

Unidade 1 – Drogas e medicamentos
Aplicar conhecimentos sobre eletricidade para compreender os fenômenos elétricos envolvidos nos impulsos nervosos.
Avaliar riscos envolvidos em atividades cotidianas aplicando conhecimentos de eletricidade e lei de Ohm para justificar comportamentos de segurança visando à integridade física individual e coletiva.
Reconhecer as propriedades isolantes e condutoras e a resistividade elétrica de condutores para adequar o seu uso em diferentes aplicações cotidianas, industriais e tecnológicas.
Avaliar possíveis soluções para demandas envolvendo a energia elétrica, considerando a eficiência energética e sua relação custo/benefício.
Realizar previsões sobre o funcionamento de resistores e capacitores com base na análise do processo de transformação e condução de energia para entender ações que possam ser usadas para promover a sustentabilidade.
Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.
Compreender a estrutura e a função dos componentes do sistema nervoso, reconhecendo o efeito de drogas sobre o funcionamento do sistema nervoso.
Analisar as diferenças nas propriedades físico-químicas dos diastereoisômeros.
Compreender que enatiômeros podem apresentar atividades biológicas diferentes.
Relacionar mistura racêmica e reações estereosseletivas para produção de fármacos.
Reconhecer a presença de substâncias bioativas em produtos destinados ao consumo de adultos e às diferentes terapias, identificando os efeitos dessas moléculas no organismo.
Reconhecer a relação estrutura-atividade de algumas drogas.
Diferenciar e equacionar as reações de adição, de substituição e de oxirredução envolvendo compostos orgânicos.
Reconhecer a estrutura e a função dos componentes do sistema genital masculino e do feminino, compreendendo a atuação conjunta do sistema endócrino.
Compreender os métodos contraceptivos e algumas doenças sexualmente transmissíveis para cuidar da própria saúde e fazer escolhas alinhadas ao projeto de vida.
Refletir sobre a importância da pesquisa científica para o desenvolvimento social, argumentando acerca dos requisitos necessários à ética e valorização da vida nos procedimentos científicos.
Analisar e avaliar criticamente discursos acerca da experimentação animal presentes em textos de opinião, assimilando suas características linguísticas e considerando o contexto em que foram produzidos.
Recorrer à reflexão e à análise crítica científicas para formular argumentos embasados na ética e na bioética e com eles produzir um artigo de opinião.
Refletir sobre as consequências da automedicação para a saúde, posicionando-se favoravelmente à promoção da saúde.
Unidade 2 – Vida saudável
Compreender a primeira lei da Termodinâmica e interpretar dados para obter conclusões a respeito de situações-problema sob uma perspectiva científica.
Realizar previsões sobre sistemas térmicos considerando a sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento.
Analisar questões, elaborar hipóteses e previsões, usando modelos explicativos que permitem compreender as transformações gasosas.
Reconhecer a importância dos nutrientes para o organismo, avaliando-os em termos nutricionais e energéticos.
Reconhecer a composição química dos nutrientes, relacionando-as às propriedades físico-químicas.
Reconhecer os processos de formação dos macronutrientes a partir de monossacarídeos, ácidos graxos e aminoácidos.
Conhecer os aditivos alimentares e sua função nos alimentos processados.
Interpretar o comportamento ácido-base de acordo com a teoria de Brønsted-Lowry, confrontando-a com a de Arrhenius.
Analisar fatores que afetam o equilíbrio químico e o processo de dissolução e de precipitação em termos da constante de equilíbrio (K_s).
Selecionar soluções-tampão em função de sua aplicação e explicar o comportamento dessas soluções.
Reconhecer que a nutrição de um organismo envolve os sistemas digestório, respiratório, cardiovascular e urinário.
Compreender as bases do que constitui uma dieta nutritiva e saudável para fazer escolhas conscientes.
Compreender os distúrbios alimentares e perceber que alguns deles estão relacionados às nossas escolhas diárias e também com pressões sociais.
Entender os mecanismos de produção de imunidade no corpo humano e o funcionamento dos mecanismos de imunização para fazer escolhas conscientes, baseadas em conhecimentos científicos e que promovam o cuidado individual e coletivo.
Reconhecer a importância das vacinas e das campanhas de vacinação no controle de doenças.
Identificar e discutir as informações pseudocientíficas sobre dietas e alimentação saudável disponíveis em vários meios, refletindo acerca dos próprios hábitos alimentares.
Produzir artigo de opinião sobre os desafios da saúde coletiva no âmbito da vacinação, considerando as particularidades desse gênero textual e empregando argumentos científicos que respeitem o indivíduo e a coletividade.

REPRODUÇÃO PROIBIDA

Referências bibliográficas

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

MODERNA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

MODELO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

MODERNA

UNIDADE 1

Drogas e medicamentos

Abertura

Objetivos de aprendizagem

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

- Relacionar dados de mortalidade no trânsito com o consumo de bebidas alcoólicas.
- Explicar que o consumo de bebidas alcoólicas deteriora o sistema nervoso e prejudica seu funcionamento.
- Reconhecer as consequências do consumo excessivo de bebidas alcoólicas para a saúde.
- Refletir sobre a eficácia de uma lei.

Subsídios para o planejamento

A abertura desta Unidade trata da relação entre a ingestão de bebida alcoólica e direção e, sobretudo, dos impactos nocivos do consumo indiscriminado desses produtos para a saúde e a sociedade. Esta seção pode ser conduzida pelos professores dos componentes curriculares **Biologia**, **Física** ou **Química** e pode contar com o apoio dos professores da área de Linguagens e suas Tecnologias e de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

Inicie a aula solicitando aos estudantes que observem a estrutura da abertura, como o título e as imagens, tentando prever o assunto sobre o qual trata o texto. Verifique se eles conhecem o etilômetro (bafômetro) e se mencionam a associação entre direção e bebida alcoólica. Nesse momento, fomente uma discussão com base nos comentários deles e nos seguintes questionamentos: "A bebida alcoólica é considerada droga?"; "Qual é a diferença entre drogas lícitas e drogas ilícitas? Cite exemplos."; "Os dois tipos de drogas podem gerar dependência?"; "Quais são os problemas causados pelas bebidas alcoólicas, em curto e em longo prazo, ao organismo do ser humano?".

Durante a discussão, esclareça que, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), droga é qualquer substância que, introduzida no organismo, interfere no seu funcionamento. A OMS considera ainda que a dependência de drogas lícitas ou ilícitas é uma doença. São exemplos de drogas: maconha, analgésico, antibiótico, bebida alcoólica, cocaína, cigarro, LSD e lança-perfume. O que varia é a atuação da droga no organismo de cada indivíduo, bem como o objetivo de seu uso, pois, quando é empregada com finalidade terapêutica, ela passa a denominar-se medicamento. Portanto, todo medicamento é droga, mas nem toda droga é medicamento. Se julgar necessário aprofundar seus conhecimentos acerca da temática, acesse o trabalho de Malbergier e Amaral (2013), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Essa abordagem inicial valoriza o conhecimento prévio dos estudantes, trabalhando a **Competência Geral 1**, e também exercita a curiosidade intelectual ao realizar previsões textuais que serão testadas, desenvolvendo a **Competência Geral 2**. Além disso, mobiliza a habilidade **EM13CNT207** ao propor aos estudantes a análise de um dos desafios contemporâneos aos quais estão expostos.

Na sequência, instrua os estudantes a lerem o texto e a responderem à questão, individualmente. Depois, oriente-os a formar duplas para compartilhar as respostas e chegar a um consenso para apresentar à turma. Ao relacionarem os dados apresentados no infográfico sobre o efeito de bebidas alcoólicas no organismo e seus sintomas, são mobilizadas as habilidades **EM13CNT104**, **EM13MAT101** e **EM13LP45**. São desenvolvidas também as **Competências Gerais 1, 7, 8 e 10**, pois a atividade proporciona aos estudantes usarem seus conhecimentos prévios para refletir, com base em dados confiáveis, sobre os riscos do consumo de bebidas alcoólicas, sobre os impactos de suas decisões na sociedade, para que possam se responsabilizar por suas ações, e, ainda, sobre hábitos e comportamentos que geram qualidade de vida.

Em uma roda de conversa, convide as duplas a compartilharem a resposta que as representa, promovendo uma discussão orientada pela resposta esperada, que consta na seção *Resoluções das atividades* deste suplemento. Chame a atenção dos estudantes para o fato de que, com o aumento da concentração de etanol no sangue decorrente do consumo excessivo de bebidas alcoólicas, os efeitos no organismo tornam-se mais perigosos. Aproveite e mencione que as bebidas alcoólicas são substâncias psicoativas com efeito depressor do sistema nervoso central; isto é, diminuem a atividade do cérebro, levando ao *déficit* de atenção e concentração, à baixa capacidade intelectual e de memorização e à atividade psicomotora reduzida. Destaque, ainda, que o consumo excessivo desse tipo de bebida, embora lícito, pode causar dependências química, física e psicológica no indivíduo, podendo levar à morte e/ou causar danos a outras pessoas. Aponte também outros fatores ligados aos acidentes com veículos, como a sonolência, sendo essa associada ao consumo de entorpecentes ou medicamentos depressores do sistema nervoso central.

Na sequência, pesquise, selecione e mostre aos estudantes algumas imagens de acidentes de trânsito que foram causados pelo consumo de bebidas alcoólicas.

MANUAL DO PROFESSOR

A seleção das imagens é importante, pois dependerá da faixa etária da turma e de quão impactantes as cenas podem ser. O intuito é sensibilizar os estudantes e conscientizá-los de que não se deve conduzir um veículo após o consumo de bebidas alcóolicas, reforçando a importância da existência da Lei Seca, e da nova concetração máxima permitida de etanol no sangue. Essa discussão promove o aprimoramento da **Competência Geral 10**, na medida em que os estudantes passam a refletir sobre suas ações para planejar e decidir coletivamente questões que afetam a si e ao outro. Depois, peça à turma que crie um novo *slogan*, com o mesmo sentido, para substituir o conhecido "Se beber não dirija". Se possível, estabeleça uma parceria com os professores da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas para mobilizar as habilidades **EM13CHS502** e **EM13CHS504** e aprofundar as discussões acerca de políticas públicas que visam combater o uso indiscriminado de bebidas alcoólicas. Mencione, por exemplo, o caso dos Estados Unidos, onde a idade legal de consumo de bebidas alcoólicas foi elevada para 21 anos e o resultado foi um declínio médio de 16% nos acidentes de trânsito. Apresente aos estudantes a iniciativa SAFER lançada no Brasil, em outubro de 2019, pela Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde, que descreve cinco estratégias de alto impacto que podem ajudar os governos a reduzir o uso indiscriminado de bebidas alcoólicas e consequências sociais e econômicas relacionadas à saúde advindas desse consumo. São elas: 1. Reforçar as restrições à disponibilidade de bebidas alcoólicas; 2. Avançar e impor contramedidas para direção sob efeito de bebidas alcoólicas; 3. Facilitar o acesso à triagem, intervenções breves e tratamento; 4. Aplicar proibições ou restrições abrangentes à publicidade, patrocínio e promoção de bebidas alcoólicas; 5. Aumentar os preços de bebidas alcoólicas por meio de impostos e políticas de preços. Para ampliar seu conhecimento sobre a temática, consulte o *site* da OMS, da OPA/Brasil e o artigo de Mangueira *et al*. (2014), todos indicados na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Para extrapolar o debate da relação entre direção e consumo de bebidas alcoólicas, sugira aos estudantes uma apresentação, utilizando a técnica *pitch*, com foco no consumo de bebidas alcoólicas e seu impacto na saúde e na sociedade. Essa estratégia aprimora o desenvolvimento das **Competências Gerais 1**, **7**, **8 e 10** e da habilidade **EM13CNT207**.

Organize a turma em nove grupos, o que favorecerá o trabalho com a subdimensão colaboração da **Competência Geral 9**, pois os estudantes terão de planejar, decidir e realizar ações em conjunto. Atribua a cada grupo um dos temas a seguir, retirados da disciplina "Álcool, Saúde e Sociedade" da Universidade de São Paulo (USP). Dependendo da proposta da turma, você pode substituir um dos temas.

- Efeitos do álcool etílico no organismo.
- Por que crianças e adolescentes não devem beber?
- Consumo de bebida alcoólica por jovens: contextos e implicações.
- Bebida alcoólica e socialização.
- Do relaxamento à ressaca: efeitos do álcool etílico em curto prazo.
- Doenças e efeitos do álcool em longo prazo.
- Alcoolismo e consequências à sociedade.
- Meta da OMS: redução do consumo indiscriminado de bebidas alcoólicas.
- Políticas públicas sobre o consumo de bebidas alcoólicas.

Para ajudar os grupos na construção dos *pitchs*, sugira que assistam às videoaulas da disciplina, disponíveis no Portal de videoaulas da USP, que está indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Incentive-os, também, a pesquisar em plataformas como: Scielo, Portal Capes, revista *Pesquisa Fapesp*, entre outras. Na hipótese de os estudantes não conhecerem como é uma apresentação na forma de *pitch*, exiba um vídeo do Sebrae, também indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, que explica a partir de três exemplos concretos como fazê-la. Informe a eles que, nessa técnica, o tempo para argumentar e concluir a fala é curto e o propósito é chamar a atenção para um assunto.

Planeje e determine a ordem das apresentações, garantindo o espaço de fala para que o representante de cada grupo, em um ou dois minutos, apresente as ideias. Esse exercício favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 4**, assim como da habilidade **EM13LP16**, uma vez que os estudantes são motivados a produzir textos orais e a exercitar os elementos linguísticos relativos à fala, à expressão facial e à postura corporal. Se considerar necessário, ofereça um breve *feedback* após cada apresentação, complementando as informações. Quando todos concluírem, convide-os a expor seus aprendizados sobre a atividade, destacando os pontos positivos e negativos.

• Objetivos e avaliação diagnóstica

Trabalhe os objetivos da Unidade e as questões de cada Tema proposto no quadro **Pense nisso!**. Cada uma das questões está relacionada a uma ou mais habilidades do Ensino Fundamental e ajudará a fazer uma avaliação diagnóstica para o desenvolvimento dos Temas. O professor que realizar essas ações precisa compartilhar as informações coletadas com os demais professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, para que estes possam orientar o planejamento de um percurso de aprendizagem para os estudantes.

A questão do **Tema 1** busca retomar o conhecimento sobre as propriedades da matéria desenvolvidas em diferentes anos do Ensino Fundamental. As habilidades **EF01CI01**, **EF02CI02** e **EF05CI01** focalizam as características de diferentes materiais, o uso deles e as noções de condutibilidade elétrica, respectivamente. Esses aprendizados são essenciais para os estudantes avançarem nas discussões sobre eletrostática, foco desse Tema.

A questão do **Tema 2** foi baseada nos mecanismos do impulso nervoso e nas noções de circuitos elétricos, trabalhadas pelas habilidades **EF06CI07** e **EF08CI02**, respectivamente. Esses conhecimentos são fundamentais para os estudantes compreenderem os conceitos de eletricidade e o impulso nervoso como um fenômeno elétrico.

MODERNA

Na questão do **Tema 3**, busca-se saber a compreensão dos estudantes acerca do funcionamento do sistema nervoso e de como ele pode ser afetado por substâncias psicoativas, foco das habilidades **EF06CI07** e **EF06CI10**. O entendimento desses mecanismos, para além do conhecimento do conteúdo científico, proporciona a consciência sobre o próprio corpo, auxiliando na tomada de decisões responsáveis e éticas que serão trabalhadas nesse Tema.

A questão do **Tema 4** tem por objetivo sondar os conhecimentos dos estudantes acerca da produção de medicamentos, conteúdos desenvolvidos pela habilidade **EF06CI04**. Essa compreensão oferece subsídios para o entendimento, proposto no Tema, de que alguns medicamentos têm isômeros biologicamente ativos, que atuam de forma muito específica no organismo.

A questão do **Tema 5** explora os conhecimentos prévios dos estudantes sobre transformações químicas e suas evidências, cujo objeto de conhecimento está associado à habilidade **EF06CI02**. Esse entendimento é pré-requisito para o aprofundamento proposto nesse Tema, que também trata das reações orgânicas de adição, de substituição e de oxirredução como estratégia para a obtenção de substâncias bioativas.

A questão do **Tema 6** retoma o conhecimento dos estudantes sobre puberdade e métodos contraceptivos, conceitos trabalhados nas habilidades **EF08CI09** e **EF08CI10**. A aprendizagem advinda dos anos finais do Ensino Fundamental é importante para aprofundar a compreensão dessa etapa da vida e do funcionamento do corpo, auxiliando-os na tomada de decisões responsáveis.

Tema 1 - Eletrostática

Objetivos de aprendizagem

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

- Analisar transformações e conservações em sistema que envolvem quantidade de energia potencial elétrica para realizar previsões sobre sua aplicação em situações cotidianas.
- Analisar questões, elaborar hipóteses e previsões usando modelos explicativos que permitam compreender fenômenos elétricos por meio de conceitos de eletricidade, além de interpretar modelos explicativos para obter conclusões a respeito de situações-problema sob uma perspectiva científica.
- Avaliar riscos envolvidos em atividades cotidianas aplicando conhecimentos de eletricidade para justificar comportamentos de segurança, visando à integridade física individual e coletiva.
- Reconhecer as propriedades isolantes e condutoras para compreender e adequar o seu uso em diferentes aplicações cotidianas, industriais e tecnológicas.

Subsídios para o planejamento

O Tema 1 trata sobre eletrostática e deverá ser desenvolvido pelo professor de **Física**. Sugerimos que o tema seja conduzido por meio da aprendizagem cooperativa, usando o método *Jigsaw*. Com esse método, os estudantes assumem mais responsabilidade sobre o aprendizado, tanto individual quanto coletivo, pois é fundamental que todos desenvolvam o mesmo nível de conhecimento sobre os conceitos estudados, interajam entre si trocando ideias com respeito e empatia, argumentem com base em fontes e dados confiáveis e sejam capazes de resolver eventuais conflitos dentro do grupo. Tais características favorecem o desenvolvimento das **Competências Gerais 7 e 9**. Propomos que o Tema seja desenvolvido em três etapas, conforme apresentamos na figura a seguir. Caso deseje obter informações mais detalhadas acerca desse método de aprendizagem, consulte o artigo de Fatareli *et al*. (2010), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

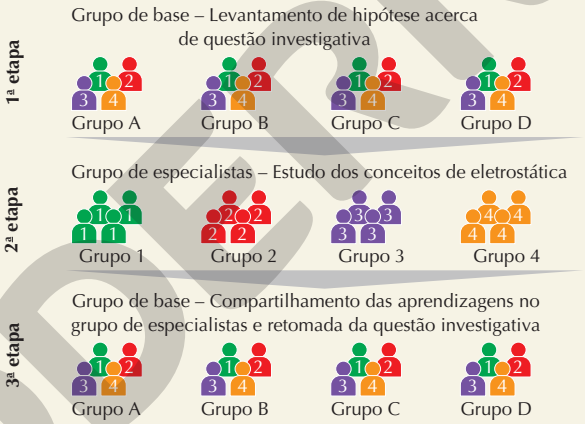


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Esquema de condução do Tema 1 utilizando o método *Jigsaw*.

1ª etapa

Na primeira etapa, o objetivo é aproximar os estudantes do tema, incluindo um problema ou pergunta investigativa, que deverá ser retomada por eles ao final do processo. Solicite aos estudantes que enumerem em seu dia a dia pelo menos dez fenômenos envolvendo eletricidade. Em seguida, solicite que troquem a lista com dois ou três colegas para verificarem se desejam incluir algo a sua lista. Depois, peça a alguns deles que mencionem os fenômenos listados e anote-os no quadro de giz. Faça uma separação entre aqueles que envolvem eletrostática e os que envolvem eletrodinâmica e, ainda sem nomear isso abertamente para os estudantes, questione se eles conseguem entender por que você está fazendo essa diferenciação. Se não forem mencionados fenômenos de eletrostática, pergunte se eles já levaram um choque elétrico: ao tocar em uma maçaneta de porta; ao tocar em outra pessoa; depois de caminhar descalço em um piso de carpete; ao pegar um copo descartável de plástico e perceber uma força atrativa entre a mão e o copo (ou com outros objetos de plástico); também podem ser mencionados os relâmpagos, que são observados em dias chuvosos.

MODERNA

Na sequência, peça aos estudantes que leiam o tópico introdutório do Livro do estudante e do artigo "Eletricidade – no ar, na água, por toda parte." (Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/eletricidade-no-ar-na-agua-por-toda-parte/>. Acesso em: 4 set. 2020.). Em relação ao artigo, procure verificar se eles compreenderam a complexidade dos fenômenos que envolvem eletrostática, que são muito presentes no cotidiano e na natureza. Verifique se ficou clara a ideia de neutralidade e não neutralidade elétrica e peça que eles retomem a lista, acrescentando mais fenômenos. Também incentive os estudantes a explorar o material da seção **Fique por dentro**, pois, além de complementar o conteúdo abordado, favorece o trabalho com a **Competência Geral 5**, proporcionando o uso de tecnologias digitais para apoiar a aprendizagem.

Defina o que são os fenômenos eletrostáticos e, em seguida, apresente a pergunta investigativa: "Quais são os fatores e como eles influenciam nos fenômenos eletrostáticos?". Solicite aos estudantes que se juntem em grupos com quatro integrantes, que será chamado grupo de base. Eles devem discutir sobre a pergunta, de acordo com seus conceitos prévios, registrando as hipóteses apresentadas, para que depois sejam comparadas com o novo conhecimento desenvolvido ao longo deste Tema. Nesse primeiro momento, são mobilizadas a subdimensão desenvolvimento de hipóteses da **Competência Geral 2** e também as subdimensões escuta, expressão e discussão da **Competência Geral 4**.

- **2ª etapa**

Nessa etapa, cada integrante do grupo de base receberá um número e um tópico de estudo associado. Os estudantes com o mesmo número devem se reunir, formando assim o grupo de especialistas. Esse novo grupo deve realizar as seguintes tarefas:

1. Produção de síntese dos conceitos, incluindo exemplos de fenômenos ou aplicações no cotidiano.
2. Elaboração de esquema ou mapa mental sobre os conceitos.
3. Anotações individuais sobre as informações que considerarem relevantes e necessárias para, posteriormente, compartilhar com o grupo de base.

Informe aos grupos que o Livro do estudante é o material principal de consulta; no entanto, eles devem pesquisar conceitos em plataformas confiáveis, como Scielo, Portal Capes, entre outras plataformas de periódicos revisados por pares e de agências de fomento à pesquisa. Essa ação mobiliza as subdimensões busca da informação e utilização de ferramentas digitais, das **Competências Gerais 1 e 5**, respectivamente. Também favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT303** e da **Competência Geral 7**, visto que os estudantes são conduzidos a interpretar dados dispostos nos diferentes textos para construir uma síntese coerente e baseada em fontes confiáveis.

A seguir são colocados para cada grupo de especialistas os tópicos, com suas temáticas, os conteúdos e algumas orientações sobre como eles podem ser desenvolvidos, além de exemplos para ilustrar ou favorecer o entendimento.

- Grupo de especialistas 1

Os estudantes desse grupo deverão estudar os seguintes conceitos: **Carga elétrica**, **condutores, isolantes e Processos de eletrização**. Alguns aspectos são importantes que eles definam, como modelo atômico, a diferença entre um átomo carregado e um átomo neutro, como um material pode ficar carregado positivamente ou negativamente; forças atrativas e repulsivas, diferença entre um material isolante e um material condutor, como se dá a eletrização de um corpo e a diferença entre os processos de eletrização, que são três: por atrito, por contato e por indução.

Em relação aos fenômenos, você pode sugerir o funcionamento das máquinas copiadoras, dos para-raios ou como ocorrem os relâmpagos, solicitando que eles discutam maneiras de se proteger em caso de tempestades. Se julgar pertinente, peça que pesquisem sobre o gerador de Van der Graaff e expliquem como funciona o processo de eletrização nesse caso e por que uma pessoa, com os pés isolados do chão, fica com os cabelos arrepiados ao tocar no gerador.

Neste tópico, a habilidade **EM13CNT306** é desenvolvida ao propor aos estudantes que avaliem os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos de eletricidade para justificar comportamentos de segurança, que visem à integridade física individual e coletiva, e a habilidade **EM13CNT307** é desenvolvida quando é proposto aos estudantes que reconheçam as propriedades isolantes e condutoras para compreender e adequar o seu uso em diferentes aplicações cotidianas, industriais e tecnológicas.

- Grupo de especialistas 2

Os estudantes desse grupo devem estudar a **Lei de Coulomb** para compreender: o que são as forças entre cargas elétricas, quando são atrativas ou repulsivas; o vetor da força elétrica; o conceito da lei de Coulomb; a relação entre a força e a distância das cargas; a relação entre a força e as cargas elétricas; como calcular a intensidade da força elétrica.

Além disso, este grupo pode estudar algumas situações específicas, por exemplo, qual é a intensidade da força elétrica no interior do átomo, considerando que as distâncias são muito pequenas – seriam elas as responsáveis por manter os átomos ligados? – ou como calcular a intensidade da força elétrica a partir de um eletroscópio de duas folhas.

Neste tópico, é desenvolvida a habilidade **EM13CNT301**, ao propor a análise de questões e a elaboração de hipóteses e de previsões usando modelos explicativos que permitem compreender fenômenos elétricos por meio de conceitos de eletricidade, além de interpretar modelos explicativos para obter conclusões a respeito de situações-problema sob uma perspectiva científica.

- Grupo de especialistas 3

Os estudantes desse grupo deverão estudar o assunto **Campo elétrico** para compreender: o conceito de campo elétrico; a relação de proporcionalidade entre campo elétrico

MODELO

e distância; a relação entre campo elétrico e força elétrica; o que são cargas puntiformes e como elas geram campo; o campo elétrico gerado por duas ou mais cargas; a aplicação da fórmula do campo elétrico; a habilidade matemática na relação trigonométrica, aplicada na soma vetorial de campos elétricos; o que são e como determinar as linhas de força de um campo elétrico; o conceito de campo elétrico uniforme; a importância do conceito de campo para a ciência. Para melhor compreensão do conceito de campo elétrico, peça aos estudantes que façam uma pesquisa sobre campo gravitacional e proponham uma relação entre os dois.

Para exemplificar os fenômenos relacionados ao campo elétrico, sugira aos estudantes que pesquisem como funcionavam as televisões de tubo de raios catódicos e como funciona a gaiola de Faraday e alguns fenômenos que são observados e explicados a partir dela.

Neste tópico, é desenvolvida a habilidade **EM13CNT301**, ao propor a análise de questões, a elaboração de hipóteses e de previsões usando modelos explicativos que permitem compreender fenômenos elétricos por meio de conceitos de eletricidade, além de interpretar modelos explicativos para obter conclusões a respeito de situações-problema sob uma perspectiva científica.

- Grupo de especialistas 4

Nesse grupo, os estudantes vão estudar dois conceitos: **Trabalho da força elétrica** e **Potencial elétrico**. Eles deverão compreender: o conceito de trabalho da força elétrica; como calcular o trabalho realizado pela força elétrica; os conceitos de potencial elétrico e de diferença de potencial elétrico; a relação entre a diferença de potencial e o campo elétrico; o que são e para que servem as superfícies equipotenciais; como definir a energia potencial elétrica.

Alguns aspectos interessantes a serem estudados é como o trabalho e a energia potencial elétrica podem se converter em outros tipos de energia. O fenômeno dos relâmpagos e outros fenômenos de alta tensão, assim como o conceito de rigidez dielétrica do ar, também podem ser discutidos a partir deste tópico. O vídeo "O que é rigidez dielétrica! Na prática" (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HPWUlYkv1Qg>. Acesso em: 4 set. 2020.) pode ser usado para apresentar o problema e iniciar a discussão.

Nesse tópico, é desenvolvida a habilidade **EM13CNT101**, ao propor a análise de transformações e conservações em sistemas que envolvem quantidade de energia potencial elétrica para realizar previsões sobre sua aplicação em situações cotidianas.

Durante o estudo do grupo de especialistas, sua atuação como mediador é fundamental para sustentar a aprendizagem dos estudantes. Então, circule entre os grupos verificando se existem dúvidas, orientando os caminhos que estão sendo tomados, as fontes de pesquisa e as informações coletadas e como elaborar uma síntese que, de fato, demonstre os processos de pesquisa.

- **3ª etapa**

Nessa etapa, os estudantes se reorganizam em seus grupos de base para compartilhar o conhecimento adquirido durante o estudo do grupo de especialistas e elaborar uma conclusão acerca da questão investigativa: "Quais fatores influenciam nos fenômenos eletrostáticos?". A conclusão deve ser apresentada para toda a turma, por meio de um mapa conceitual (de preferência digital), de modo a agregar as contribuições dos especialistas e contemplar o entendimento conjunto do grupo de base. Nos artigos de Carabetta Júnior (2013) e Souza; Boruchovitch (2010) listados na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, há informações de como trabalhar com os mapas. Tal abordagem favorece o trabalho com novas subdimensões das **Competências Gerais 1 e 5**, aplicação do conhecimento e produção multimídia, respectivamente. Ou seja, nesse momento os estudantes são convidados a utilizar recursos tecnológicos para demonstrar que conseguem fazer conexões, atribuir significado e organizar os conhecimentos adquiridos. Além disso, no momento da exposição dos mapas eles exercitam duas subdimensões da **Competência Geral 4**: contextualização sociocultural do conhecimento, ao compartilhar informações e construir coletivamente o conhecimento, e multiletramento, quando se comunicam por meio de linguagens verbais, textuais e científicas, utilizando plataformas multimídia analógicas e/ou digitais.

Para verificar a aprendizagem dos estudantes, peça, ainda nos grupos de base, que eles resolvam as questões propostas na seção **Atividades**. Esse momento é importante para os especialistas se aprofundarem na explicação de determinado aspecto. Ao final da resolução, proponha uma correção coletiva dos exercícios, verificando se os conceitos foram compreendidos. Se não foram, faça a retomada de pontos que considerar importantes.

Após a resolução dos exercícios, incentive os estudantes a refletirem sobre seu processo de aprendizagem preenchendo os questionamentos propostos no quadro **Reflita sobre seu aprendizado!**. Tal estratégia colabora com as subdimensões metacognição e autoavaliação das **Competências Gerais 1 e 6**, respectivamente.

Por fim, caso julgue necessário extrapolar os conceitos de eletrostática para uma situação real para compreender o funcionamento do LHC (Grande Colisor de Hádrons ou *Large Hadrons Collider*, em inglês), utilize a proposta de Vidal e Manzano (2010), artigo indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Segundo os autores, tratar de aspectos da Física atual faz com que os estudantes consigam relacionar a Física ensinada em sala de aula com aquilo que os cientistas fazem. O LHC, como sugerem, pode ser o exemplo perfeito para estudar conceitos relacionados a grandezas elétricas – por exemplo, grandezas que tenham como unidade de medida o elétron-Volt (eV), uma unidade de medida de energia muito usada em Física de partículas que é equivalente a $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ J.

Assim, sugira aos estudantes uma pesquisa sobre o que é o LHC, como ele funciona, para que serve, entre outros aspectos que julgar relevantes. Converse com eles para que

REPRODUÇÃO PROIBIDA

todos compreendam do que se trata o LHC; caso contrário, a atividade poderá fazer sentido para uns e para outros, não. Em seguida, proponha a eles que resolvam em grupos as questões colocadas por Vidal e Manzano (2010, p. 17):

- Por que no LHC utilizamos partículas carregadas?
- Como geramos essas partículas com carga elétrica?
- Como podemos acelerá-las?
- Como fazemos que as partículas, apesar de se repelirem, fiquem juntas em um feixe?
- Como podemos medir a sua quantidade com magnitudes conhecidas?

O próprio artigo propõe uma discussão sobre as respostas a essas perguntas, e, dependendo da dinâmica que for utilizada, você poderá sugerir a leitura aos estudantes, durante ou depois do processo de pesquisa que eles realizarem. É importante que eles consigam elaborar as respostas percebendo que os conteúdos estudados são os fundamentos delas. Além disso, essa temática já pode abrir caminho para assuntos que serão tratados no Tema 2 dessa mesma Unidade. Com essa proposta de atividade, a habilidade **EM13CNT301** será desenvolvida a partir da análise de questões, elaboração de hipóteses e de previsões usando modelos explicativos que permitam compreender fenômenos elétricos por meio de conceitos de eletricidade. Além disso, mobiliza a subdimensão, contextualização sociocultural do conhecimento, da **Competência Geral 1**, na medida em que os estudantes são levados a compreender de forma contextualizada um dos maiores sucessos da ciência e tecnologia da história da humanidade.

Tema 2 – Lei de Ohm e capacitores

Objetivos de aprendizagem

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

- Analisar transformações em sistemas envolvendo energias elétrica e térmica para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas.
- Avaliar possíveis soluções para demandas envolvendo a energia elétrica, considerando a eficiência energética e sua relação custo/benefício.
- Realizar previsões sobre o funcionamento de resistores e capacitores com base na análise do processo de transformação e condução de energia para entender ações que possam ser usadas para promover a sustentabilidade.
- Analisar questões, elaborar hipóteses e previsões usando modelos explicativos sobre a corrente elétrica que permitam descrever situações envolvendo resistores e capacitores, além de interpretar dados e resultados dos experimentos para obter conclusões a respeito de situações-problema sob uma perspectiva científica.
- Avaliar riscos envolvidos em atividades cotidianas aplicando a lei de Ohm para compreender equipamentos elétricos e comportamentos de segurança, visando à integridade física individual e coletiva.
- Analisar a resistividade elétrica de condutores para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações cotidianas, industriais e tecnológicas.
- Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.

Subsídios para o planejamento

O Tema 2 trata da Lei de Ohm e capacitores e deve ser desenvolvido pelo professor do componente curricular **Física**. Esse tema poderá ser desenvolvido em quatro etapas, de modo a contemplar cada conceito central: corrente elétrica, resistência elétrica, energia e potência elétrica, e capacitores.

Em todas as etapas, sugerimos o uso da metodologia ativa sala de aula invertida para favorecer o estudante na construção ativa e autônoma do seu conhecimento.

Para que essa metodologia funcione, é importante que haja uma curadoria em relação ao conteúdo a ser trabalhado no período extraclasse. Nesse sentido, em cada etapa será feita uma sugestão, considerando leituras, vídeos ou outros materiais, que podem ser ampliados ou modificados, de acordo com a sua percepção sobre a turma. Incentive os estudantes a explorar o material sugerido na seção **Fique por dentro**, para complementar o conteúdo abordado.

Além disso, também é importante que os estudantes façam parte e se engajem no processo. Para que isso aconteça, explique a eles a dinâmica das aulas. Verifique a viabilidade, a disponibilidade e ressalte a importância de eles se manterem ativos sobre sua própria aprendizagem.

1ª etapa – Corrente elétrica

No período extraclasse, os estudantes deverão:

- Ler o tópico **Corrente elétrica** do Livro do estudante, com exceção do item Efeito Joule, que será trabalhado mais adiante.
- Elaborar uma síntese sobre as principais ideias.
- Desenhar qual é o sentido da corrente elétrica ao percorrer o circuito do problema a seguir, depois de lerem o tópico do Livro do estudante.

  Problema: Imaginem um circuito elétrico em que uma lâmpada é ligada a uma bateria por dois fios condutores, um que sai do polo positivo e outro que sai do polo negativo da pilha. Adaptado do artigo de Pacca *et al*. (2003), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Durante a aula, peça a alguns estudantes que compartilhem seus aprendizados sobre corrente elétrica e que apresentem seus desenhos, esclarecendo a eles que se trata de um modelo, e que seria impossível representar, de fato, a realidade. Essa discussão favorece o trabalho com a habilidade **EM13CNT201**, ao comparar as distintas explicações dos estudantes e ao apontar a importância dos modelos baseados

MODERNA

nos conhecimentos científicos aceitos atualmente. Analise os desenhos, que, de maneira geral, podem apresentar as dificuldades dos estudantes em compreender o interior da pilha e dos condutores, e, nesse sentido, pode ser interessante se deter um pouco mais nessa discussão. O artigo de Pacca *et al*. (2003), disposto na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, pode ajudar a aprofundar a discussão, especialmente em relação aos desenhos.

Proponha a diferenciação entre eletrostática e eletrodinâmica, explicando que a diferença no comportamento da carga elétrica é o que promove cada um dos casos. É importante já destacar que, para a ocorrência do movimento ordenado de elétrons, como é o caso da corrente elétrica, é necessário garantir uma fonte de energia elétrica, cuja diferença de potencial entre seus terminais é o que fará com que os elétrons se movimentem de forma ordenada. Em relação a esse aspecto, é possível apresentar algo sobre o funcionamento das pilhas, das baterias – que são fontes contínuas – e das tomadas – que são fontes alternadas.

Além disso, proponha como definir o sentido da corrente elétrica e o fato de que o sentido chamado de "convencional" – que vai do positivo para o negativo – é apenas uma convenção. Com isso, a discussão pode avançar para saber como se calcula a intensidade da corrente elétrica e quais são os efeitos da corrente elétrica sobre o corpo humano, apresentados na **tabela 1.1**.

Note que a corrente que passa efetivamente pelo corpo humano depende não só da voltagem, mas também da resistência elétrica oferecida pelos tecidos. Segundo a lei de Ohm, $i = U/R$, ou seja, a corrente resulta de uma voltagem U aplicada a uma resistência R. Como a resistência entre dois pontos do corpo é alta (a da pele é da ordem de 100.000 Ω), a corrente elétrica durante o choque elétrico é relativamente pequena, mas ainda assim produz efeitos muito intensos.

Com base nessa discussão, sugira um aprofundamento, para que eles conheçam um famoso episódio da história da ciência, chamado de Guerra das Correntes. Se possível, leve-os ao laboratório de informática para pesquisar sobre o que aconteceu, quando e quais foram as principais consequências desse episódio. Caso a escola não disponha desse tipo de sala, utilize os próprios *smartphones* ou, ainda, leve textos impressos para que possam ler. Tal abordagem mobiliza a **Competência Geral 1**, ao valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade.

De maneira bastante sucinta, o episódio consistiu em uma discussão científica, no final do século XIX, protagonizada pelo inventor estadunidense Thomas Alva Edison (1847-1931) e pelo engenheiro sérvio Nikola Tesla (1856-1943), que defendiam a utilização da corrente contínua e da corrente alternada, respectivamente, para a distribuição da eletricidade. Edison, que detinha uma patente sobre a corrente contínua, a defendia para manter seus rendimentos, dizendo que ela era eficiente para acender as lâmpadas das casas e carregar os geradores elétricos – lembrando que nessa época não existia a maioria dos eletrodomésticos que temos hoje. Em contrapartida, Tesla desenvolveu um sistema de distribuição de energia elétrica com base na corrente alternada, que era mais eficiente e mais econômico. Ao longo de um certo tempo, eles procuraram influenciar a opinião pública, promovendo apresentações científicas para a população. Em uma delas, Edison eletrocutou um elefante aos olhos do público para reafirmar os perigos da corrente alternada. No fim, a corrente alternada venceu a disputa, uma vez que se mostrou mais eficiente para a transmissão de energia a distância – e as razões disso podem ser compreendidas caso o professor decida trabalhar temas relacionados à corrente alternada.

Após as discussões, peça aos estudantes que, em trios, resolvam os exercícios 1 e 2 da seção das **Atividades**. Circule entre os grupos para verificar se restaram dúvidas sobre o conteúdo e, ao final, promova uma discussão coletiva sobre as respostas e sobre o entendimento desse assunto.

- **2ª etapa - Resistência elétrica**

No período extraclasse, os estudantes deverão:

- Ler o tópico **Resistência Elétrica** do Livro do estudante.
- Elaborar um mapa mental sobre as principais ideias apresentadas, destacando a maneira pela qual elas se relacionam.

Em sala de aula, os estudantes devem formar grupos de quatro integrantes, apresentando seus mapas e compartilhando o que entenderam sobre o assunto. Em seguida, coloque no centro do quadro o termo "Resistência elétrica" e peça a um integrante de cada grupo que adicione ao quadro uma ideia, ligando-a ao tema. Faça quantas rodadas forem necessárias, até que todos os grupos se sintam satisfeitos com o mapa mental coletivo. A partir dele, você pode organizar uma síntese dos principais conceitos.

Sobre resistência elétrica, é importante compreender o seu conceito e as suas aplicações. Embora sua definição diga que se trata de uma "dificuldade à passagem de corrente elétrica", é preciso que entendam primeiro que essa é uma característica a ser oferecida por qualquer material por onde a corrente passar – já que não existe um material com resistividade nula – e, por isso, os bons condutores serão aqueles que apresentam baixa resistência, como os fios de cobre, por exemplo. No entanto, existem os resistores, presentes em quase todos os equipamentos elétricos que conhecemos, cuja função, geralmente, é fazer propositalmente a energia se dissipar. Isso porque a rede elétrica das residências, indústrias e comércios é única, oferecendo uma tensão fixa, e cada equipamento elétrico vai precisar de quantidades diferentes de energia para funcionar; por isso é importante que essa energia se dissipe na medida certa.

Há ainda outros equipamentos que funcionam como aquecedores, de maneira geral, também utilizando uma resistência elétrica para o seu correto funcionamento, como é o caso de chuveiros elétricos, pranchas e secadores de cabelo,

MANUAL DO PROFESSOR

ferro de passar, entre outros. Ao falar sobre eles, você pode sugerir aos estudantes que leiam o item **Efeito Joule** e se aprofundem fazendo uma pesquisa onde mais ele é utilizado e desejável, quando é indesejável e o que se pode fazer para evitar isso. Esse é um aspecto relevante para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT101**, quando propomos a análise de transformações em sistemas envolvendo energia elétrica e térmica para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas.

Em relação ao valor da resistência, é importante destacar que ela pode ser calculada a partir de parâmetros como a resistividade, a área de secção transversal do material condutor e o seu comprimento. Além disso, pode-se falar sobre os resistores, já mencionados anteriormente, destacando como são feitos e para que servem os padrões de faixas e código de cores, que determinam seu valor nominal. O estudo sobre o que é a resistividade e suas diferentes aplicações favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT307**, pois propõe aos estudantes que analisem a resistividade elétrica de condutores para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações cotidianas, industriais e tecnológicas.

Sobre a Lei de Ohm, é interessante destacar o fato de ela relacionar resistência, diferença de potencial e corrente, sendo importante para definir os parâmetros de um circuito elétrico. Também vale dizer que ela é válida para resistores chamados de ôhmicos, isto é, aqueles que não se modificam em função da corrente ou da diferença de potencial. Em contrapartida, os resistores não ôhmicos são aqueles que se modificam, principalmente em relação às suas propriedades térmicas. Nesse sentido, temos as implicações disso no funcionamento do nosso corpo.

Para aprofundar essa discussão, leve os estudantes ao laboratório de informática e peça que acessem o simulador, "*Kit* para montar circuito *DC*", elaborado pelo Phet. (Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc>. Acesso em: 4 set. 2020.) Nele você pode explorar e aprofundar aplicações da Lei de Ohm, pedindo aos estudantes que montem circuitos com valores conhecidos de diferença de potencial e/ou de resistência. Durante a atividade, oriente os estudantes sobre o circuito que você deseja que eles montem e, em seguida, escolha os parâmetros que deverão observar. Embora seja uma simulação, ela exibe os componentes de um circuito com bastante fidelidade, permitindo também trabalhar com a habilidade manual de montagem de circuitos.

Após as discussões, solicite aos estudantes que, em novos trios, resolvam os exercícios 6, 7 e 8 da seção **Atividades**. Circule entre os grupos para verificar se restaram dúvidas a respeito do conteúdo e, ao final, promova uma discussão coletiva sobre as respostas e o entendimento desse assunto.

Em relação aos circuitos elétricos e o papel dos resistores, serão desenvolvidas as habilidades: **EM13CNT107**, quando é falado sobre a associação de resistores no simulador, pois propõe que os estudantes realizem previsões sobre o funcionamento de elementos de um circuito elétrico, como baterias e resistores, com base na análise do processo de transformação e condução de energia desses elementos que compõem o circuito elétrico, e **EM13CNT301**, de maneira geral, quando pede aos estudantes que analisem questões, elaborem hipóteses e previsões usando modelos explicativos sobre a corrente elétrica que permitem descrever situações envolvendo resistores, além de interpretar dados e resultados de experimentos para obter conclusões a respeito de situações-problema sob uma perspectiva científica. Com relação à lei de Ohm, será desenvolvida a habilidade **EM13CNT306**, pois, ao estudá-la e aplicá-la, propomos aos estudantes, ao longo do texto e em uma questão no Livro do estudante, que avaliem os riscos envolvidos em atividades cotidianas aplicando a lei de Ohm para compreender equipamentos elétricos e comportamentos de segurança visando à integridade física individual e coletiva. Contribui também com o desenvolvimento da **Competência Geral 5**, pois favorece o uso de tecnologias digitais para resolver problemas e produzir conhecimentos.

- **3ª etapa - Potência e energia elétrica**

No período extraclasse, os estudantes deverão:

- Ler o tópico **Potência Elétrica** do Livro do estudante.
- Pesquisar qual é a potência de cada aparelho elétrico de um dos cômodos do local onde mora, incluindo também as lâmpadas desse cômodo. Essa informação normalmente fica numa etiqueta na parte de trás ou embaixo do aparelho, mas também é possível encontrá-la no manual ou até na internet.
- Estimar, a partir do tempo de uso diário, o tempo que cada aparelho fica ligado ao longo do mês.

Em sala, inicie o estudo propondo aos estudantes que, individualmente, resolvam o exercício 2 da seção **Atividades**. Depois, peça que desenhem um circuito do cômodo escolhido, considerando que cada equipamento esteja ligado em paralelo com a tensão nominal que chega até ele. Sabendo a potência dos aparelhos e a tensão nominal, é possível calcular tanto a corrente total daquele cômodo como a corrente que é utilizada em cada aparelho. Sabendo o tempo de uso diário, é possível estimar a quantidade de energia (em Joule) gasta no mês nesse cômodo e pelos aparelhos. A partir disso e conhecendo o valor da energia elétrica de sua região – a partir dessa estimativa, os estudantes podem estimar também os gastos gerados. Peça que consultem o valor da energia elétrica em uma conta de luz e auxilie-os na realização dos cálculos.

Com relação aos dados levantados pelos estudantes, peça que se atentem ao equipamento que tem maior gasto energético e quais são suas características, por exemplo, sua função, os materiais de que é feito, a espessura do fio que o liga na tomada, entre outros aspectos que considerar relevantes: equipamentos que aquecem muito durante o seu funcionamento costumam consumir mais energia do que outros, seus fios são mais grossos, seu material de revestimento deve suportar certas temperaturas etc.

MODERNA

Em seguida, para estimular a reflexão dos estudantes acerca do uso responsável da energia elétrica e assim favorecer o trabalho da **Competência Geral 10**, com base em princípios sustentáveis, exiba o vídeo da Escola Alfa sobre o consumo de energia elétrica em uma residência. (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SjyU2CQ29pI>. Acesso em: 4 set. 2020.) Depois, fomente uma discussão com base nas seguintes questões: "De quem dependia a redução no valor da conta de luz da família Sbanja?"; "Que hábitos da família Sbanja resultavam no alto valor da conta de energia elétrica?"; "Qual dos eletrodomésticos estava contribuindo mais para o valor da conta de energia elétrica da família Sbanja?"; "As atitudes sugeridas pelo técnico para reduzir o consumo de energia elétrica foram adequadas?"; "Você consegue identificar algum desses hábitos na sua residência/família?"; "Alguma vez já conversou com sua família sobre o desperdício e os gastos com energia elétrica?". Nessa discussão, espera-se do estudante uma resposta com base no que viu no vídeo, além de repensar os seus próprios hábitos e os da sua família.

O trabalho desenvolvido nesse tópico tem bastante relação com as ideias de alfabetização científica, no sentido de capacitar os estudantes para que compreendam sua conta de luz, bem como dimensionem o consumo de energia elétrica dentro de suas moradias, podendo com isso fazer escolhas que visem diminuir seus gastos e melhorar a relação com o meio ambiente. Contribui também para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT106**, pois possibilita ao estudante avaliar possíveis soluções para demandas envolvendo a geração e o consumo de energia elétrica, considerando a eficiência energética dos equipamentos elétricos de sua casa e a relação custo-benefício, ao avaliar o impacto de seus hábitos ao consumir energia elétrica. Também contribui com a habilidade **EM13CNT107**, por meio de previsões sobre o funcionamento de resistores (como o próprio fio dos equipamentos eletrônicos), com base na análise do processo de transformação e condução de energia, para entender ações que possam ser realizadas para promover a sustentabilidade (como a escolha do diâmetro do fio utilizado em um chuveiro elétrico, por exemplo).

- **4ª etapa – Capacitores**

No período extraclasse, os estudantes deverão:

- Ler o tópico **Capacitores** do Livro do estudante.
- Ler o artigo "O que é, o que é?", da Revista *Pesquisa Fapesp* (Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/o-que-e-o-que-e/>. Acesso em: 4 set. 2020.) e sintetizar como funcionam as três tecnologias.
- Identificar, por meio de pesquisa, qual das três tecnologias – a resistiva, a capacitiva e a acústica – está presente nas telas de *smartphones*.
- Destacar três ideias principais sobres os textos e elaborar uma pergunta sobre o assunto.

Em sala, organize a turma em grupos de três ou quatro estudantes para discutir as ideias principais dos textos, de modo a elaborar ou aprimorar as três ideias que representem a opinião do grupo. Essa abordagem mobiliza a **Competência Geral 4**, ao favorecer o uso de diferentes linguagens (verbal, visual, sonora e digital), inclusive a científica, para partilhar coletivamente as informações sobre os textos; e a **Competência Geral 9**, ao promover o exercício do diálogo e a resolução de conflitos sobre as reflexões e informações dos textos, realizado com base no respeito mútuo e na valorização dos saberes e potencialidades dos estudantes. Em seguida, os integrantes do grupo devem compartilhar as perguntas entre si e discutir as respostas, pois deverão apresentá-las a toda a turma. Assim, convide um grupo para iniciar a dinâmica: peça aos integrantes que registrem no quadro de giz os questionamentos e medeiem o debate. Incentive os grupos mediadores a anotar no quadro as palavras-chave, para que possam promover um debate com a participação de todos. Ao final, o grupo que está mediando pode complementar as informações de cada pergunta, caso considere necessário. Depois, troca-se o grupo e novamente se inicia a dinâmica, de modo que todos consigam apresentar suas questões e mediar a discussão a partir das respostas dos colegas.

É importante, também, levar questionamentos para explorar com os estudantes, tais como: "Qual é a função dos capacitores em um circuito elétrico?" (Resposta: A função é armazenar energia elétrica. Enquanto o capacitor carrega, diminui a corrente elétrica no circuito e, no momento em que ele descarrega, a corrente aumenta progressivamente. De maneira geral, o capacitor funciona como um mecanismo para estabilizar a tensão em um circuito.) ou "Quais os tipos de tela *touch* são mais utilizados atualmente e por quê?" (Resposta: São as telas capacitivas, que funcionam a partir de uma camada eletricamente carregada, posicionada sobre o painel do monitor. Quando tocamos a tela, parte dos elétrons é transmitida ao dedo, e essa carga de eletricidade ajuda o processador a calcular as coordenadas, que serão traduzidas como um comando para a tela. Essa tecnologia é uma das melhores em relação à luminosidade dos aparelhos.) Além das questões, aproveite para complementar as informações ou chamar a atenção para alguma concepção alternativa ou incoerência conceitual.

Sobre os capacitores, verifique se eles entenderam como é feito um capacitor e para que servem; aproveite e destaque a função dos capacitores nos circuitos de certos equipamentos elétricos e eletrônicos e suas vantagens. Se desejar ampliar as discussões, comente a associação de capacitores em série ou em paralelo, apresentando sua funcionalidade e a forma de calcular a capacitância equivalente. Verifique também se eles compreenderam como se calculam a capacitância e a energia armazenada por um capacitor.

Para acompanhar a aprendizagem dessa etapa, peça que, ainda em grupos, resolvam os exercícios 4, 5 e 9 da seção **Atividades**. Circule entre os estudantes para verificar se restaram dúvidas sobre o conteúdo e, ao final, promova uma discussão coletiva sobre as respostas e sobre o entendimento desse assunto.

MANUAL DO PROFESSOR

Ao tratar de capacitores e/ou ao inserir a associação de capacitores, a habilidade **EM13CNT107** é mobilizada, pois propõe que os estudantes realizem previsões sobre o funcionamento de capacitores com base na análise do processo de transformação e condução de energia para entender ações que possam ser usadas para promover a sustentabilidade, como evitar o desperdício energético, por exemplo, ao utilizar associações de capacitores para reduzir as perdas energéticas e melhorar os níveis de tensão de instalações industriais ou residenciais. A habilidade **EM13CNT301** também é trabalhada, pois há um convite aos estudantes para que analisem questões, elaborem hipóteses e previsões usando modelos explicativos sobre a corrente elétrica que permitem descrever situações envolvendo capacitores, além de interpretar dados e resultados de experimentos para obter conclusões a respeito de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Para finalizar a discussão do Tema, solicite aos estudantes que preencham o quadro **Reflita sobre seu aprendizado!**. Essa estratégia busca incentivar os estudantes a regular sua própria aprendizagem, o que favorece o desenvolvimento da subdimensão autoavaliação da **Competência Geral 6**, como também da subdimensão metacognição da **Competência Geral 1**.

Ainda para trabalhar com essas competências gerais, sugerimos um processo de reflexão sobre o conteúdo aprendido, por meio da *Atividade Complementar*. Os estudantes são convidados a produzir uma narrativa sobre como seria um dia de suas vidas se os elétrons entrassem "em greve". Nesse caso, a atividade pode conectar-se também com o desenvolvimento das habilidades **EM13LGG603** e **EM13LP15**, da área de Linguagens e suas Tecnologias e Língua Portuguesa, pois é uma possibilidade de os estudantes expressarem-se e atuarem em processos de criação autorais individuais usando linguagens artísticas, no caso a literária, recorrendo a referências estéticas e culturais e conhecimentos de naturezas diversas (artísticos, históricos, sociais, científicos). No caso da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a atividade promove o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT308**, ao propor que se investigue e analise o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos em uma situação imaginária de elétrons em "greve", para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar os possíveis impactos sociais, culturais e ambientais gerados por essa hipótese lúdica. Além disso, favorece a **Competência Geral 2**, ao propor que se exercite a curiosidade intelectual e se recorra 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. Antes de iniciar a produção textual, é importante chamar a atenção dos estudantes para que planejem seus textos levando em consideração os questionamentos a seguir, que foram retirados do material da Fundação CECIERJ. Caso julgue interessante trabalhar com os estudantes o conceito de narração, suas características e estrutura, consulte este material (Disponível em: <https://cejarj.cecierj.edu.br/pdf/Linguagens_Codigos_Unidade_6_Seja.pdf>. Acesso em: 4 set. 2020.).

- Que título terá seu texto?
- Qual será o foco narrativo? (1ª ou 3ª pessoa?)
- Quem participa da história (personagens)?
- Quando e onde aconteceu?
- O que aconteceu, qual foi o fato que desencadeou a história?
- O que aconteceu como consequência do fato (sequência das ações)?
- Como será o início do texto? Como tudo se resolverá? Como a sua história acaba?

Atividade complementar

A proposta desta atividade é baseada no trabalho de Gurgel (2010), em que ele analisa o potencial das narrativas para o desenvolvimento do pensamento científico.

Produção textual

> Contar histórias é uma atividade praticada por muita gente: pais, filhos, professores, amigos, namorados, avós... Enfim, todos contam-escrevem ou ouvem-leem toda espécie de narrativa: histórias de fadas, casos, piadas, mentiras, romances, contos, novelas... Assim, a maioria das pessoas é capaz de perceber que toda narrativa tem elementos fundamentais, sem os quais não pode existir; tais elementos de certa forma responderiam às seguintes questões: O que aconteceu? Quem viveu os fatos? Como? Onde? Por quê? Em outras palavras, a narrativa é estruturada sobre cinco elementos principais: elementos da narrativa; enredo; personagens; tempo; espaço; narrador. [...]
>
> **Fonte:** GANCHO, C. V. *Como Analisar Narrativas*. São Paulo: Ática, 7. ed. 2000, p. 70.

Agora que você já compreende o que é narração e os elementos fundamentais que compõem esse tipo de texto, chegou a hora de colocar em prática sua capacidade de contar histórias.

Escreva um texto narrativo, de no mínimo uma página, seguindo a proposta abaixo:

"Imagine que um dia você acorda e os elétrons dos objetos que estão ao seu redor "estão em greve", isto é, eles não estão produzindo os efeitos que provocam os fenômenos que vocês já estudaram, tanto em eletrostática quanto em eletrodinâmica. Descreva como seria esse dia, buscando imaginar o que de mais diferente poderia ocorrer, mas considere que os átomos de seu próprio corpo e de seus colegas continuam atuando normalmente e que isso afeta apenas os objetos ao seu redor."

Fonte: GURGEL, I.; Elementos de uma poética da ciência: fundamentos teóricos e implicações para o ensino de ciências. *Tese* (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010, p. 223. Adaptado.

REPRODUÇÃO

- **Resolução da atividade complementar**

A redação deve refletir a aprendizagem do estudante sobre o que é um elétron e como ele está vinculado a diversos efeitos ao nosso redor, inclusive considerando os conhecimentos desenvolvidos ao longo desta Unidade. Com essa proposta, pretende-se superar uma percepção mais imediata do cotidiano, sugerindo que os estudantes considerem a não existência desses elétrons. Esse movimento de superação e de abstração pode ser o seu critério para avaliar as redações. O trabalho de Gurgel (2010), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, menciona mais critérios, como a utilização de personagens, a recorrência narrativa, a menção aos conteúdos trabalhados em aula, entre outros. Se considerar necessário, leia o trabalho, em especial a partir do tópico 5.3.1 – A greve dos elétrons –, para identificar as possíveis respostas apresentadas pelos estudantes.

Tema 3 – Sistemas nervoso e sensorial

Objetivos de aprendizagem

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

- Conhecer a estrutura e a função dos componentes dos sistemas nervoso e sensorial.
- Entender o papel do sistema nervoso na coordenação das atividades voluntárias e involuntárias do corpo humano.
- Entender o papel do sistema sensorial na preservação da integridade do corpo humano e na percepção do ambiente.
- Associar os componentes da divisão sensorial às sensações captadas por eles.
- Compreender o conceito de droga.
- Informar-se sobre alguns tipos de droga e conhecer seus efeitos no organismo humano que podem colocar a saúde em risco.

Subsídios para o planejamento

O Tema 3 deve ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Biologia**. Propomos que o estudo dos sistemas nervoso e sensorial seja desenvolvido em cinco etapas, como descrito a seguir.

Para a realização das etapas, é importante fornecer orientações claras e objetivas aos estudantes sobre a dinâmica e a sequência das atividades que serão realizadas para a condução deste Tema. Esclareça que o conteúdo teórico e as atividades deverão ser elaborados no período extraclasse e que o espaço da sala de aula será reservado para as discussões em duplas e em grupo, para o enriquecimento do aprendizado.

- **1ª Etapa**

Esta etapa envolve a elaboração de um mapa conceitual sobre os sistemas nervoso e sensorial. Para isso, recomende aos estudantes a leitura do conteúdo do Tema 3 como material principal de estudo extraclasse. Adicionalmente, motive-os a acessar os vídeos do quadro **Fique por dentro**, bem como a fazer pesquisas na internet em *sites* confiáveis. Incentive a turma a explorar as sugestões desta seção, pois, além de complementar o conteúdo trabalhado, favorece o uso de tecnologias digitais e o desenvolvimento da **Competência Geral 5**.

Explique o que é e como funciona o processo de elaboração de um mapa conceitual. Os trabalhos de Carabetta Júnior (2013) e Souza e Boruchovitch (2010), listados na seção *Apoio ao trabalho pedagógico,* podem auxiliar nessa explicação. Informe aos estudantes que existem plataformas digitais que explicam o passo a passo da elaboração de mapas conceituais e, em algumas delas, é possível até elaborar o mapa, como:

- RockContent. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/mapa-conceitual/>.
- Canva. Disponível em: <https://www.canva.com/pt_br/graficos/mapa-conceitual/>.
- LucidChart. Disponível em: <https://www.lucidchart.com/pages/pt/como-fazer-um-mapa-conceitual>.
- Creately. Disponível em: <https://creately.com/pt/lp/criador-de-mapas-conceitual/>.

Acessos em: 7 set. 2020.

Essas plataformas *on-line* apresentam versões em português gratuitas e de teste. Os estudantes também podem fazer o mapa com o uso de *softwares* de imagens que conheçam. Existe, ainda, a possibilidade de elaborar o mapa manualmente. Deixe que eles escolham a forma com a qual se sintam mais à vontade e cujos recursos estejam disponíveis. Ao elaborar o mapa conceitual, eles utilizarão linguagens verbal, digital e artística, trabalhando, assim, a **Competência Geral 4** e também a **Competência Geral 5**, caso optem por utilizar recursos tecnológicos para relacionar os conhecimentos.

É importante esclarecer para os estudantes que dificilmente dois mapas conceituais são iguais. Os termos e os conceitos podem ser os mesmos, contudo o *layout* final do mapa é único para cada processo de sistematização do conhecimento. Estipule uma data para a entrega do mapa conceitual.

- **2ª Etapa**

Inicie esta etapa organizando as duplas e orientando-as para que, inicialmente, expliquem o próprio mapa conceitual para o colega da dupla. Na orientação, enfatize que esse primeiro momento é um processo de escuta da explicação do colega, além de ser a oportunidade para discutir as dúvidas sobre as diferenças observadas entre os mapas conceituais. A troca de ideias favorece a capacidade de argumentação, desenvolvendo assim a **Competência Geral 7** e as subdimensões escuta, diálogo e acolhimento da perspectiva do outro das **Competências Gerais 4 e 9**.

Durante o trabalho em dupla, a atuação do professor como mediador é fundamental para observar os mapas conceituais e perceber os principais equívocos de elaboração. Assim, procure circular entre as duplas e anote no quadro de

MODERNA

giz os pontos que devem ser observados pelos estudantes para o segundo momento desse trabalho, que será a sugestão de melhorias no mapa conceitual do colega. Quando perceber que as duplas já finalizaram a etapa de apresentação, explique com os exemplos que você anotou no quadro de giz a quais pontos eles devem estar atentos para o processo de sugestões de melhorias. Fique atento para dirimir as prováveis dúvidas, principalmente sobre os conceitos estudados no Tema, procurando, sempre que possível, levá-los a refletir sobre como cada um sistematiza o conhecimento de forma diferente e que o momento de sugestão de melhorias deve levar em consideração a melhor clareza das conexões entre termos e conceitos do mapa do colega. Estipule um tempo para o processo de sugestões de melhorias entre as duplas. Proponha a estratégia de trabalho em pares para que os estudantes discutam, exercitando a empatia, o respeito mútuo, o diálogo e o acolhimento dos diferentes pontos de vista, além da elaboração do raciocínio lógico para expor um pensamento, e a capacidade de argumentação que permitem o desenvolvimento das **Competências Gerais 7 e 9**. Encoraje a anotação das sugestões e estipule um prazo para a entrega da versão final do mapa conceitual.

Conduza, em uma roda de conversa, uma discussão com a turma perguntando sobre os principais desafios enfrentados nessa nova configuração de aula. Procure saber o que aprenderam durante as trocas de ideias sobre os mapas conceituais e se algo os surpreendeu.

Para finalizar, desenhe ou projete um mapa conceitual sobre o Tema no quadro de giz e peça a cada dupla que elabore uma questão sobre um dos conceitos-chave presentes nele. Solicite, então, a cada dupla que leia a questão em voz alta e incentive os demais estudantes a ajudar a esclarecer eventuais dúvidas. A seguir são apresentados alguns comentários sobre o Tema 3 que podem auxiliar nas discussões com os estudantes.

Durante a conversa, é importante deixar claro que o sistema nervoso é tão importante quanto os outros sistemas que compõem o corpo, pois o estudante deve compreender que não existe hierarquização dos sistemas, mas, sim, especialização nas funções. Um ponto que pode suscitar dúvidas é a propagação do impulso nervoso. Ao explicar o conceito de potencial de ação, sugerimos que contextualize com a velocidade de resposta dos sistemas nervoso e endócrino, enfatizando que a resposta mais veloz do sistema nervoso deve-se ao fato de o potencial de ação ser um estímulo eletroquímico capaz de percorrer grandes distâncias em pouco tempo. Em contrapartida, a ação endócrina envolve a liberação de substâncias na corrente sanguínea, e estas percorrerão o corpo por meio da circulação do sangue nos vasos, o que implica uma resposta mais lenta. Ao falar sobre a sinapse, sugerimos que se atente ao fato de abordarmos apenas as sinapses químicas e não as elétricas, pois as químicas são as mais comuns. A respeito delas, espera-se que os estudantes compreendam que os neurotransmissores são moléculas liberadas na fenda sináptica. É importante esclarecer que a ação dos neurotransmissores envolve interações químicas entre estes e os receptores presentes na membrana plasmática das células pós-sinápticas, e que a interação entre neurotransmissores e receptores promove a abertura dos canais iônicos, que permitem a passagem de íons nessas células. Nesse contexto, é possível abordar a atuação de medicamentos chamados antidepressivos, que inibem a remoção da serotonina da fenda sináptica, o que prolonga a atuação desse neurotransmissor, aumentando a sensação de bem-estar.

Caso considere oportuno, aborde questões éticas que envolvem a pesquisa em Medicina. Para motivar essa discussão, pergunte aos estudantes como eles acham que todas as informações que constam no Livro do estudante foram adquiridas. Enfatize a natureza microscópica de alguns elementos citados (neurônios, células da glia), como é feito o estudo dos tecidos, dos órgãos e dos sistemas (histologia humana, anatomia humana e fisiologia humana, respectivamente) e as questões éticas envolvidas no estudo da biologia humana. Uma fonte bibliográfica acessível sobre o tema é o filme *O Físico* (2014), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Esclareça aos estudantes que a tradução comercial do título do filme não se ajusta exatamente ao tema, uma vez que o título original do alemão, *Der Medicus,* pode ser traduzido como O Médico. Também na seção *Apoio ao trabalho pedagógico,* há indicação de um texto, intitulado "Uma breve história da anatomia humana", da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, que pode ajudar nessa discussão. Essa abordagem permite o trabalho com a **Competência Geral 1**, ao levar os estudantes a perceber que o conhecimento científico é construído ao longo do tempo.

- **3ª etapa**

Essa etapa da sequência didática é a elaboração de uma investigação sobre algumas reações do corpo humano relacionadas aos sistemas nervoso e sensorial. Os procedimentos estão detalhados na seção *Atividade complementar*. Esta atividade proporciona o desenvolvimento da **Competência Geral 7** ao estimular a capacidade de argumentação dos estudantes para a produção conjunta dos roteiros de estudo e dos relatórios.

Os estudantes deverão se organizar em grupos com quatro integrantes. Em seguida, oriente-os quanto às etapas do processo de investigação: 1) elaboração do roteiro de investigação; 2) aplicação do roteiro com a entrevista dos quatro integrantes do grupo; 3) redação do relatório com os resultados das entrevistas. Esclareça que o objetivo da atividade é que o grupo elabore um roteiro investigativo de algumas reações do corpo humano relacionadas aos sistemas nervoso e sensorial. Para isso, devem usar o mapa conceitual elaborado por eles na segunda etapa para relembrar os conceitos relacionados ao Tema 3. Nessa investigação, os estudantes devem pesquisar quais são os atos voluntários e involuntários do corpo humano, bem como as sensações captadas pelos mecanorreceptores, termorreceptores, quimiorreceptores e fotorreceptores. Se achar necessário, também é possível atribuir a cada grupo apenas alguns tópicos de investigação, por exemplo atos voluntários e as sensações captadas pelos mecanorreceptores e termorreceptores, caso avalie que dessa maneira a proposta seja mais efetiva. Essa pesquisa, aliada à análise do mapa conceitual, permitirá aos estudantes lidar

EM ABERTA

com o nível de organização dos sistemas, mobilizando a habilidade **EM13CNT202**.

Informe aos estudantes que eles deverão elaborar o roteiro de investigação em sala de aula nesse primeiro momento, no qual as principais dúvidas poderão ser resolvidas. Em seguida, se reunirão fora da sala de aula para colocar em prática o roteiro e organizar um relatório com os dados compilados. O roteiro de investigação deverá ser aplicado aos quatro integrantes do grupo, e as diferenças nas respostas deverão ser discutidas no relatório. Chame a atenção da turma para o fato de que tanto a elaboração das questões do roteiro quanto a redação do relatório devem ser realizadas em equipe, lembrando que essa atividade precisa ser compreendida como o resultado do trabalho conjunto.

Disponibilize as instruções para a elaboração do roteiro e verifique se restaram dúvidas. Permita aos estudantes que discutam no grupo como será o roteiro, qual será o material utilizado e os métodos aplicados. Procure circular entre os grupos para se certificar de que a proposta foi compreendida por todos. Esclareça que o roteiro deve ser elaborado de forma que contemple os sistemas nervoso e sensorial e suas particularidades. Por exemplo, no roteiro, os estudantes devem investigar os atos voluntários e os involuntários do corpo humano e, no relatório, devem discutir por que aquele ato é voluntário ou involuntário. No roteiro, eles devem desenvolver um método para avaliar o paladar (gostos salgado, doce, amargo, azedo e umami) e, no relatório, devem discutir como e em que região da boca cada um desses sabores é mais bem percebido. A elaboração do roteiro para este experimento permite o desenvolvimento da **Competência Geral 4**, uma vez que os estudantes utilizam a linguagem escrita na elaboração do roteiro e do relatório.

Para avaliar os atos voluntários, eles podem, por exemplo, analisar o tempo de reação dos colegas, como proposto por Costa e colaboradores (2014) em estudo que comparava o tempo de reação humana entre indivíduos de diferentes faixas etárias, indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. O ato reflexo (involuntário) pode ser observado por meio de leves batidas na região do joelho, logo abaixo da rótula, como mostrado na **figura 3.9**, produzindo o chamado reflexo patelar. Os mecanorreceptores, relacionados ao tato, podem ser avaliados testando a capacidade de os entrevistados reconhecerem objetos do cotidiano apenas pelo tato, ou seja, de olhos fechados. Nesse momento, caso julgue pertinente, apresente o vídeo "Avaliação da estereognosia", que trata de forma sucinta esse assunto, indicado na seção de *Apoio ao trabalho pedagógico*. Já os termorreceptores podem ser avaliados pedindo aos entrevistados que toquem superfícies mornas e superfícies frias e relatem as sensações, tomando o cuidado de não usar objetos com temperaturas que possam causar queimaduras. Os quimiorreceptores relacionados ao paladar podem ser avaliados oferecendo aos entrevistados alimentos com os cinco diferentes gostos, tomando cuidado na escolha dos alimentos, avaliando se o entrevistado não possui alergias alimentares. Se possível, os entrevistados que vão experimentar devem estar vendados para não associarem o gosto ao alimento, antes de prová-lo. Os fotorreceptores podem ser testados observando, por exemplo, a variação do diâmetro da pupila do entrevistado em um ambiente escuro e em um ambiente claro, tomando o cuidado para não utilizar luz forte e diretamente apontada para o olho, bastando apenas acender a luz da sala. Nesse caso, vale apontar que a abertura e o fechamento da pupila são atos reflexos.

Após a elaboração do roteiro pelos grupos, discuta com os estudantes acerca do método escolhido por eles, esclarecendo que o rigor científico é necessário para que os resultados da investigação dos quatro integrantes do grupo possam ser comparados, permitindo que eles reconheçam aspectos fundamentais da abordagem científica trabalhando a **Competência Geral 2**.

- **4ª etapa**

O processo de redação do relatório a partir dos dados obtidos permite o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT302** e contribui para que os estudantes exercitem uma das atividades da prática científica e, assim, mobilizem a subdimensão compreensão do mundo do trabalho da **Competência Geral 6**. Espera-se que a redação do relatório seja feita no período extraclasse. Entretanto algumas informações devem ser disponibilizadas em sala de aula para melhor aproveitamento da atividade. Os estudantes devem ser orientados a começar pela redação da metodologia que consiste no próprio roteiro de investigação. Em seguida, devem realizar a tabulação dos dados e a análise dos resultados. Estimule-os a organizar os dados em forma de tabela, o que permite o desenvolvimento de aspectos da habilidade **EM13MAT102**. Posteriormente, oriente-os a elaborar o texto de discussão, seguindo o roteiro da sessão *Atividade complementar*. Na discussão dos resultados das entrevistas dos quatro estudantes do grupo, eles devem exercer a capacidade de análise comparativa dos resultados, identificando semelhanças e diferenças, padrões e particularidades entre os indivíduos. Por último, os estudantes devem elaborar o texto da introdução. A estrutura final do texto do relatório que será entregue deve conter os seguintes itens e seguir esta ordem: introdução, metodologia, resultados, discussão e referências. Incentive os estudantes a procurar outras fontes de consulta para embasar a elaboração da introdução e a discussão dos resultados do relatório. Explique que o embasamento teórico feito a partir da leitura de outros materiais deve citar sempre a fonte consultada, como artigos, livros, reportagens, *sites* etc. Não é necessário seguir rigorosamente as normas de referência previstas na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), mas, se possível, combine um padrão simples para ser usado como remissão no texto, bem como na lista de referências ao final do relatório. A prática da produção textual com linguagem científica para a elaboração do relatório permite aos estudantes desenvolver, além da **Competência Geral 4**, a habilidade **EM13LGG104**; portanto, se for possível, um planejamento com os professores de **Língua Portuguesa** seria interessante.

REPRODUÇÃO

- **5ª etapa**

Esta etapa tem por objetivo um fechamento das etapas 1 a 4 realizadas pelos estudantes. Além da compreensão da estrutura e da função dos sistemas nervoso e sensorial, nesse momento, é importante que os estudantes expressem os desafios percebidos durante o processo de desenvolvimento da *Atividade complementar*. Intermedeie a discussão para garantir que eles entendam o processo de construção do conhecimento nos moldes científicos, com metodologia para coleta de dados e discussão desses dados, utilizando bibliografia que respalde a análise do assunto. Ressalte que, apesar do processo vivido por eles se assemelhar a alguns aspectos da prática científica, esta envolve uma parte experimental mais complexa, que geralmente requer ajustes e testes para que seja adotada. Além disso, o tamanho amostral utilizado em experimentos, testes ou entrevistas deve ser grande o suficiente para que os resultados obtidos reflitam o mais fielmente possível o fenômeno ou o processo estudado, dando assim confiabilidade à pesquisa.

Se achar oportuno, utilize essa etapa para promover uma discussão sobre quais são os efeitos das drogas e dos medicamentos sobre o sistema nervoso, incentivando os estudantes a pensar cientificamente sobre esses efeitos. Para enriquecer essa análise, peça-lhes que leiam o tópico **Ação de drogas no sistema nervoso** do Livro do estudante. Motive-os a estabelecer relações entre os aspectos conceituais que adquiriram durante as etapas anteriores (sobre anatomia e fisiologia do sistema nervoso) e as ações de diferentes grupos de substâncias lícitas ou ilícitas. Certifique-se de que os estudantes compreendem o conceito da Organização Mundial da Saúde (OMS), segundo a qual droga é toda substância natural ou sintética que altera uma ou mais funções do corpo humano, sejam elas lícitas (como cigarro e bebidas alcoólicas) ou ilícitas (como maconha e cocaína). Incentive-os a citar exemplos e a questionar por que algumas drogas são consideradas lícitas e outras não, bem como debater sobre os efeitos no corpo humano. Essa abordagem permite analisar e discutir as vulnerabilidades associadas à vivência e aos desafios contemporâneos, aspectos relacionados à habilidade **EM13CNT207**. Nesse momento, é possível comentar o poder das grandes corporações comerciais relacionadas à venda de bebidas, cigarros e a grande maquinaria mundial da indústria farmacêutica. Para isso, leia o texto "Verdades inconvenientes sobre a indústria dos remédios" e/ou apresente o filme "O jardineiro fiel" (2005), sobre a atuação da indústria farmacêutica inglesa na África, ambos indicados na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. É interessante discutir como é cada vez mais comum o uso de medicamentos para aliviar o desconforto provocado por alguns sentimentos. O conceito da busca pelo prazer no mundo moderno caracteriza-se como uma discussão filosófica relacionada ao hedonismo, que pode ser planejada com o auxílio do professor do componente curricular **Filosofia** e engloba as habilidades **EM13CHS101** e **EM13CHS102**. Utilize a **tabela 1** do Livro do estudante para correlacionar o conceito de neurotransmissores às funções. Finalize a discussão reforçando que as drogas produzem efeitos no sistema nervoso e o uso apresenta riscos à saúde, aspecto relacionado à **Competência Geral 8** e à habilidade **EM13CNT104**.

Finalize o Tema incentivando os estudantes a ponderar sobre a questão da seção **Reflita sobre seu aprendizado!**, que favorece o desenvolvimento da subdimensão autoavaliação da **Competência Geral 6** e da subdimensão metacognição da **Competência Geral 1**.

Atividade complementar

Investigação dos sistemas nervoso e sensorial

Antes de iniciar a atividade, reúnam-se em grupos, leiam todo o procedimento e consultem o infográfico "Segurança no laboratório", no início do Livro do estudante.

Objetivo

Investigar como o corpo humano reage a estímulos físicos e químicos do ambiente.

Cuidado: segurança

As investigações dos atos reflexos e dos estímulos sensoriais devem ser realizadas com cuidado para não causarem danos aos participantes. A escolha dos materiais, da mesma forma, deve ser cuidadosa, para evitar ferimentos ou outros danos à saúde.

Não use materiais como velas acesas ou qualquer outro que produza fogo nem objetos pontiagudos ou cortantes. Água ou qualquer material quente também devem ser evitados para não provocar queimaduras. Não utilize também luz forte nos olhos quando for verificar estímulos visuais. Na avaliação das sensações de pressão, temperatura e visão, devem ser escolhidos materiais que não causem ferimentos.

Prepare-se!

1. A investigação terá duas etapas e será realizada em grupo de quatro alunos.
2. Vocês farão parte das atividades experimentais de modo que os atos reflexos e voluntários e a percepção de sensações serão avaliados com testes realizados entre vocês.
3. Cada integrante do grupo, ao ser submetido aos testes, será entrevistado para relatar o que sentiu.
4. Como atividade extraclasse, cada membro do grupo deve pesquisar a respeito dos:
    a) atos voluntários e atos reflexos e fazer uma lista com exemplos de cada um deles;
    b) receptores sensoriais e listar quais são os tipos de receptores presentes no corpo humano e em quais órgãos estão presentes.

EDITORIA

Procedimentos

Elaborem o roteiro de investigação, em sala, com o grupo, de acordo com as etapas descritas a seguir.

Etapa 1: Atos voluntários e atos reflexos

a) Reúnam as listas dos atos voluntários e atos reflexos formuladas pelos integrantes do grupo e unifiquem a lista.

b) Discutam e descrevam detalhadamente como pretendem fazer a investigação dos atos voluntários e dos atos reflexos, listando os materiais que serão usados.

c) Formulem perguntas que possam ser feitas durante os testes para a pessoa que participará deles (entrevista).

Etapa 2: Receptores sensoriais

a) Reúnam as listas dos receptores sensoriais formuladas anteriormente por cada um dos integrantes do grupo e unifiquem a lista.

b) Discutam e descrevam detalhadamente como pretendem fazer a investigação dos receptores sensoriais incluindo os estímulos que vão aplicar e o tipo de resposta que esperam observar. Listem quais materiais serão usados para investigar os:

- Mecanorreceptores
- Termorreceptores
- Quimiorreceptores
- Fotorreceptores

c) Para cada tipo de teste, formule a pergunta do que a pessoa sentiu (entrevista), registrando as respostas em uma tabela.

Exemplo de quadro para a organização dos dados:

Estudante:		
Receptores sensoriais	**Estímulo**	**Sensação descrita pela pessoa**
Mecanorreceptor		
Termorreceptor		
Quimiorreceptor		
Fotorreceptor		

Após a organização de todos os dados, elaborem o relatório de investigação, que deve conter alguns tópicos, como descritos a seguir.

1. "Introdução" com um breve texto sobre a importância dos atos voluntários, dos atos reflexos e dos receptores sensoriais. Nesta parte do relatório, as fontes pesquisadas para a elaboração do texto devem ser referenciadas, conforme padrão fornecido pelo professor.
2. "Metodologia", contendo descrição detalhada da metodologia de cada etapa de investigação, bem como quais foram as perguntas utilizadas em cada etapa.
3. "Resultados", que podem ser os dados organizados em um quadro.
4. "Discussão" dos resultados, levando em consideração os aspectos a seguir:
   a) Se os dados obtidos são semelhantes ao que era esperado para cada método e pergunta aplicados, com base nos conhecimentos teóricos.
   b) Os padrões e as particularidades entre os resultados das entrevistas dos quatro integrantes do grupo.
   c) Discussão dos resultados, contextualizando-os com as funções dos sistemas nervoso e sensorial.
5. "Referências" contendo uma lista de artigos, reportagens, livros, vídeos etc. que foram utilizados no relatório, conforme padrão fornecido pelo professor.

• Resoluções da Atividade complementar

Prepare-se!

4. a) Atos voluntários: andar, mastigar, nadar. Atos reflexos: espirrar, respirar, reflexo patelar.

b) Os receptores sensoriais são: os mecanorreceptores, que detectam estímulos mecânicos como pressão e distensão. Participam dos sentidos do tato, da propriocepção (percepção da postura corporal), do equilíbrio e da audição; os termorreceptores, que percebem as sensações de quente e frio e estão localizados, por exemplo, na pele; os quimiorreceptores, que detectam substâncias dissolvidas na saliva ou no ar e estão associados aos sentidos do paladar, à percepção dos sabores primários (salgado, doce, amargo, azedo e umami) e do olfato (à percepção dos cheiros); e os fotorreceptores, que estão localizados no olho e detectam a luz.

Tema 4 - Estrutura espacial e atividade biológica - Estereoisomeria

Objetivos de aprendizagem

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

- Classificar moléculas de acordo com o tipo de estereoisomeria apresentado por suas estruturas.
- Diferenciar os isômeros *cis* e *trans*.

MODERNA

- Analisar as propriedades físico-químicas de isômeros *cis-trans* com base nas suas estruturas e possíveis interações.
- Reconhecer a atividade óptica de enantiômeros.
- Compreender que os enantiômeros podem apresentar atividades biológicas diferentes.
- Analisar as propriedades físico-químicas dos enantiômeros.
- Relacionar a mistura racêmica e as reações estereosseletivas para a produção de fármacos.

Subsídios para o planejamento

O Tema 4 deve ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Química** e pode ser conduzido em três etapas.

• 1ª etapa

Caso o conteúdo de isomeria constitucional, abordado no **Tema 5** da Unidade **Esportes** do Livro do estudante, já tenha sido trabalhado, inicie essa etapa realizando uma breve revisão. Isso ajuda os estudantes a estabelecer relações com o novo Tema a ser estudado, por meio da mobilização de alguns conhecimentos prévios. Durante a revisão podem-se fazer as seguintes perguntas a eles: "O que são isômeros?"; "Quais são os diferentes tipos de isomeria constitucional?"; "Como reconhecer os diferentes isômeros constitucionais?". Anote no quadro de giz as respostas e peça aos estudantes que façam, em grupo, um mapa mental com as respostas obtidas. O objetivo desta etapa inicial é deixar claras as diferenças entre os isômeros constitucionais:

- Isomeria de cadeia: os isômeros apresentam o mesmo grupo funcional e cadeias carbônicas diferentes;
- Isomeria de posição: isômeros que apresentam mesma função química, mesma cadeia carbônica, mas diferem em relação à posição do grupo funcional, grupo substituinte ou insaturação;
- Isomeria de função: os isômeros pertencem a funções químicas diferentes;
- Metameria: isômeros que apresentam mesma função química, com cadeias heterogêneas e que diferem pela posição do heteroátomo;
- Tautomeria: isômeros que apresentam grupos funcionais diferentes, no entanto coexistem no meio, pois um se transforma no outro constantemente.

Em seguida, apresente aos estudantes o conceito de estereoisomeria, explicando que, enquanto os isômeros constitucionais diferem-se por suas fórmulas estruturais planas, os estereoisômeros diferem na disposição espacial dos átomos que constituem as moléculas. Mostre aos estudantes que existem dois tipos de estereoisômeros: os diastereoisômeros (por exemplo, isômeros *cis-trans*) e os enantiômeros. Evidencie a diferença entre esses dois tipos de isomeria: a relação entre as moléculas e suas imagens especulares. Quando uma estrutura representar a imagem especular de outra e ambas não forem sobreponíveis, trata-se de enantiômeros. Quando não houver relação entre a molécula e a sua imagem especular, trata-se de diastereoisômeros. No caso dos diastereoisômeros *cis-trans*, o que os define é o impedimento da rotação de uma ligação (dupla, no caso de compostos acíclicos, e simples, no caso de compostos cíclicos), fixando a posição dos grupos substituintes nessas moléculas. Se possível, utilize modelos tridimensionais das moléculas para representar exemplos de estereoisomeria, uma vez que os estudantes podem apresentar dificuldade em transitar entre os níveis de representação macroscópico, submicroscópico e simbólico. Incentive-os a explorar as sugestões de materiais no quadro **Fique por dentro**, pois, além de complementar o conteúdo estudado, favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 5**, proporcionando ao estudante uma forma de exercer o protagonismo no processo de aprendizagem.

• 2ª etapa

Esta etapa compreende a **Prática investigativa** disposta no Livro do estudante. Nela se propõe a investigação da interação da luz plano-polarizada com diferentes substâncias, possibilitando a elaboração de hipóteses, o emprego de instrumentos de medição e a análise de dados, favorecendo o desenvolvimento da **Competência Geral 2** e também das habilidades **EM13CNT205** e **EM13CNT301**. Nessa prática, oriente os estudantes a construir um polarímetro adaptado para explicar o comportamento das substâncias ao interagirem com a luz polarizada. Distribua o material entre os grupos, de modo que cada um deles fique responsável pelo preparo de uma solução e uma determinada concentração previamente estabelecida. Oriente-os a, no final da prática experimental, compartilhar com os demais colegas os resultados obtidos. Antes de iniciar a prática, levante os questionamentos que estão no tópico **Prepare-se!**, orientando os estudantes a escreverem suas previsões, que deverão ser entregues ao final do experimento, com os resultados encontrados e as respectivas análises. Tente acompanhá-los na construção do polarímetro e na preparação das soluções. Se possível, leve um polarímetro construído anteriormente para auxiliar os estudantes durante a prática. Ao final da experimentação, oriente os estudantes a voltar ao tópico **Prepare-se!** e fazer a comparação entre suas respostas iniciais e o que foi encontrado e discutido no tópico **Discuta com seus colegas**. Esse momento mobiliza as subdimensões escuta e expressão da **Competência Geral 4**, uma vez que os estudantes são convocados a compartilhar suas conclusões. Promova um debate geral com os estudantes, permitindo que eles apresentem seus pontos de vista, exercitem a empatia e elucidem as possíveis dúvidas, atitudes que aprimoram as **Competências Gerais 7 e 9**. Reforce que, para a resolução da questão 5, os grupos deverão comunicar os ângulos de rotação do plano da luz polarizada observado por eles, para que, assim, todos consigam organizar os dados em uma tabela. Se considerar necessário, coloque no quadro de giz os resultados encontrados pelos grupos para que fique visível para todos os estudantes. Peça aos estudantes que entreguem ao final da atividade um relatório contendo todas as informações e as conclusões dos debates realizados

MODERNA

na seção **Prática Investigativa** e reforce a importância de os dados estarem organizados em tabelas e gráficos, como pede a atividade.

- **3ª etapa**

Nesta etapa, sugerimos o uso da estratégia *Gallery walk* (Galeria de ideias) para os estudantes aprofundarem seus estudos nos conceitos abordados no Tema 4, bem como para aprimorar a autonomia para aprender e, assim, trabalhar as subdimensões da **Competência Geral 1**.

Essa estratégia requer uma organização prévia da sala de aula de forma que as carteiras dos estudantes formem grupos com 4 ou 5 integrantes. O professor exerce um papel de mediador da atividade; assim, ele deve transitar entre os grupos, acompanhando os diálogos e o desenvolvimento do trabalho, dando indicações do que deve ser feito e sanando dúvidas relativas ao tema a ser estudado. Vale ressaltar que o trabalho em pequenos grupos, compostos de estudantes com diferentes níveis de conhecimento, estimula o desenvolvimento de diferentes habilidades, como a resolução de problemas, a autonomia na construção de seu próprio conhecimento, o respeito aos colegas e às diferentes opiniões apresentadas pelos integrantes do grupo. Essas habilidades favorecem o desenvolvimento da **Competência Geral 9**.

Assim, organize os grupos de trabalho e proponha a produção e a apresentação de cartazes, sistematizando o conteúdo estudado. Informe que cada grupo deverá ficar responsável por um tópico sobre estereoisomeria, e que eles deverão utilizar o material disponível no Livro do estudante, além de textos de divulgação científica. A leitura desses materiais tem o intuito de auxiliar os estudantes na construção do cartaz, além de contribuir para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT303**.

Os tópicos que deverão ser distribuídos aos grupos e os respectivos textos que podem ser utilizados para complementar o material do Livro do estudante estão listados a seguir.

- **Isomeria *cis-trans***
  1) MERÇON, F. O que é uma gordura *trans*? *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 2, 2010. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_2/04-CCD-9509.pdf>.
- **Propriedades físico-químicas de isômeros *cis-trans***
  1) MERÇON, F. O que é uma gordura *trans*? *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 2, 2010. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_2/04-CCD-9509.pdf>.
- **Enantiômeros**
  1) BARREIRO, E. J. *et al*. Substâncias enantiomericamente puras (SEP): a questão dos fármacos quirais. *Química Nova*, v. 20, n. 6, 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v20n6/v20n6a14.pdf>.
  2) COELHO, F. A. S. Fármacos e quiralidade. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 3, 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/03/quiral.pdf>.
- **Propriedades físico-químicas dos enantiômeros**
  1) BARREIRO, E. J. *et al.* Substâncias enantiomericamente puras (SEP): a questão dos fármacos quirais. *Química Nova*, v. 20, n. 6, 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v20n6/v20n6a14.pdf>.
  2) LEONARDI, A. C. Tranquilizante de cavalo vai virar antidepressivo. *Superinteressante*, 2016. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/do-trafico-para-a-farmacia-tranquilizante-de-cavalo-vai-virar-antidepressivo/>.
- **Mistura racêmica e reações estereosseletivas na produção de fármacos**
  1) COELHO, F. A. S. Fármacos e quiralidade. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, n. 3, 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/03/quiral.pdf>.

Acessos em: 4 set. 2020.

Disponibilize ou combine com os estudantes para que eles tragam o material necessário: cartolina ou folhas de papel sulfite, canetas coloridas e lápis de cor. Você pode, ainda, sugerir que elaborem um cartaz digital, na forma de infográfico ou na forma de uma publicação nas redes sociais, para posterior impressão (ferramentas como o *site* Canva podem ajudar; disponível em: <https://www.canva.com/pt_br/graficos/mapa-conceitual/>, acesso em: 4 set. 2020). Atividades como essas podem contribuir para o desenvolvimento parcial da habilidade **EM13CNT104**, bem como das habilidades **EM13CNT306** e **EM13CNT307**. A **Competência Geral 4** também é mobilizada, visto que os estudantes devem utilizar diferentes linguagens para expressar e partilhar as informações e suas ideias.

Indique algumas informações principais que os cartazes devem conter, como a descrição do tópico pelo qual o grupo ficou responsável e a utilização de exemplos de moléculas e suas aplicações biológicas. Enquanto a turma está trabalhando, circule entre os grupos para acompanhar a produção dos materiais e esclarecer eventuais dúvidas. Destaque que todos os membros do grupo deverão ajudar na produção do cartaz e compreender os conceitos envolvidos naquele tópico de estudo porque, ao final da atividade, haverá uma socialização do material produzido por eles, mobilizando a habilidade **EM13LGG301**. A **Competência Geral 10** está diretamente relacionada a esse tipo de atividade, visto que os estudantes precisam agir individual e coletivamente de forma autônoma, com responsabilidade e flexibilidade em relação à opinião do colega.

Para a socialização do material produzido, peça aos grupos que fixem os cartazes em uma parede da sala de aula de modo que os trabalhos dos grupos fiquem espaçados entre si, como se estivessem expostos em uma galeria de arte. Então, enumere os membros do grupo original e forme novos grupos de estudantes com os mesmos números, de forma que haja pelo menos um estudante de cada grupo original nesse novo grupo.

MODERNA

Assim, os novos grupos deverão circular pela sala de aula parando em todos os cartazes. O estudante que participou da elaboração deverá explicar o cartaz aos colegas. Estipule um tempo para cada apresentação (recomendam-se de 10 a 15 minutos) e circule pela classe para acompanhar todas as explicações. Após encerrar as apresentações, peça aos estudantes que voltem para os grupos originais para discutirem, entre eles, as possíveis dúvidas que surgiram. Durante a socialização dos cartazes, os estudantes mobilizam as **Competências Gerais 1 e 4**, além da habilidade **EM13CNT302**.

Como atividade avaliativa, solicite que, ainda em grupos, respondam aos exercícios propostos na seção **Atividades**. A realização desses exercícios pode fornecer informações sobre possíveis dúvidas que persistam. Procure acompanhar os grupos para poder observar se todos os estudantes estão contribuindo igualmente na resolução e também buscando incentivar os estudantes a pensar no que está sendo perguntado em cada exercício.

Finalize o Tema solicitando aos estudantes que pensem sobre a questão do quadro **Reflita sobre seu aprendizado!**, favorecendo o desenvolvimento da subdimensão autoavaliação da **Competência Geral 6** e também da subdimensão metacognição da **Competência Geral 1**.

Tema 5 – Reatividade de compostos orgânicos

Objetivos de aprendizagem

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

- Reconhecer a presença de substâncias bioativas em produtos destinados ao consumo de adultos e às diferentes terapias, identificando os efeitos dessas moléculas no organismo.
- Diferenciar e equacionar as reações de adição, de substituição e de oxirredução que envolvem compostos orgânicos e prever seus produtos.
- Avaliar as características estruturais de reagentes e produtos fazendo relação com a estabilidade das moléculas.
- Identificar e compreender o conhecimento científico envolvido no funcionamento do bafômetro.
- Explicar os princípios da Química Verde e as relações da prática com o desenvolvimento sustentável.

Subsídios para o planejamento

O Tema 5 deve ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Química**. O foco deste Tema é discutir sobre as reações orgânicas de adição, de substituição e de oxirredução como estratégia para a obtenção de substâncias bioativas e sensores. Para trabalhar esse tema, de forma que os estudantes se sintam motivados a se envolver no processo de ensino-aprendizagem, sugere-se utilizar a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Esse tipo de abordagem incentiva os estudantes a aprender a interpretar e relacionar os conceitos teóricos estudados em sala de aula com a prática, utilizando seu conhecimento de forma transdisciplinar na resolução de problemas da sociedade. Na seção *Apoio ao trabalho pedagógico* está indicado o trabalho de Diniz Júnior e Silva (2016), que analisaram o aprendizado dos estudantes do Ensino Médio com a abordagem CTS em um tema de Química Orgânica. O Tema será trabalhado em três etapas principais: um levantamento das concepções iniciais dos estudantes sobre os termos drogas, fármacos, medicamentos e remédios; uma explicação dialogada dos conceitos envolvidos nas reações de adição, de substituição e de oxirredução; e uma intervenção na comunidade escolar, por meio de uma exposição. Além dessas etapas, também é proposta uma atividade complementar a ser realizada pelos estudantes, caso seja possível.

- **1ª etapa**

Comece a aula orientando os estudantes a formar cinco grandes grupos. Cada grupo discutirá os termos drogas, fármacos, medicamentos e remédios, inicialmente com suas ideias prévias e, em seguida, com base na leitura do Livro do estudante. Peça a eles que discutam quais as ideias que têm sobre cada um dos termos, por exemplo: "O que vocês entendem por drogas?"; "O que são fármacos?"; "Como vocês definem o que são medicamentos?"; "Vocês sabem o que são remédios e como podemos defini-los?"; "Todo remédio é uma droga?"; "De maneira geral, como podemos diferenciar os termos: drogas, fármacos, medicamentos e remédios?"; "Citem exemplos de cada um desses conceitos". Em seguida, peça que leiam a introdução do Tema 5 no Livro do estudante. Você também pode sugerir a eles que procurem no restante do texto outras informações sobre os conceitos para estabelecer relações entre eles e as substâncias presentes no cotidiano, como etanol, nicotina, paracetamol etc. Defina um tempo para que os estudantes possam fazer a leitura e organizar a fala do grupo para o restante da turma sobre o que tinham como ideias prévias e o que encontraram no livro. Enquanto os grupos trabalham, circule constantemente pela sala de aula para sanar eventuais dúvidas que possam surgir.

Depois de se certificar de que os estudantes fizeram a busca no livro, solicite aos representantes dos grupos que exponham as ideias iniciais que tinham sobre os conceitos e o que acharam nos livros. Peça aos estudantes que tomem nota durante a exposição/discussão. Organize as ideias levantadas pela turma no quadro de giz e reforce que, apesar de esses termos serem utilizados como sinônimos, existem diferenças em sua classificação e denominação que devem ser consideradas para a sistematização do conhecimento científico. Ou seja, ressalte que o conceito de droga se aplica a qualquer substância com capacidade de causar alterações nas funções do organismo, podendo ser benéficas ou não, e que nem sempre são totalmente conhecidas; o medicamento é o produto final comercializado que contém substâncias com composição química definida, que são chamadas de fármacos, e que é

MOPENA

usado com finalidade terapêutica; os remédios abrangem drogas, medicamentos ou qualquer outra ação ou métodos não convencionais que exerçam ações benéficas sobre as funções biológicas e psicológicas do organismo. Você pode utilizar o artigo intitulado "Todo remédio é uma droga?", de Araújo (2018), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, para auxiliar na discussão. O trabalho com os conceitos escolhidos favorece o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT104** e **EM13CNT307**, ao serem discutidos os benefícios e os riscos à saúde impostos pelo uso de determinadas substâncias, sejam como medicamentos, sejam como drogas.

Essa é uma temática importante e que costuma atrair muito o interesse dos jovens. Disponibilize outras referências para que eles pesquisem e se informem mais sobre o tema, tais como os textos sugeridos no quadro **Fique por dentro**. Além disso, sugira a realização de pesquisas em fontes confiáveis, como por exemplo as plataformas da *Scielo*, *Portal da Capes*, *Revista Química Nova na Escola*, entre outras. Atividades com discussão em grupos, leitura de textos e pesquisas em outras fontes contribuem para o trabalho com as **Competências Gerais 1**, **5 e 7**, pois favorecem o desenvolvimento de argumentos com base em evidências e ainda incentivam o uso de tecnologias digitais para apoiar a aprendizagem. Para finalizar a etapa, peça aos grupos que entreguem um resumo sobre a diferenciação dos termos discutidos no debate.

- **2ª etapa**

Para trabalhar os tópicos relacionados às reações de adição, substituição e oxirredução do Tema 5, será utilizada uma explicação dialogada com o uso da contextualização. Esta etapa deve ser dividida em quatro momentos, com a finalidade de trabalhar o conhecimento científico, além do conhecimento prévio dos estudantes. O uso da contextualização em sala de aula é importante e deve ser feito não apenas para tornar o assunto mais interessante ou mais fácil para os estudantes, mas porque por meio da contextualização eles conseguem compreender a relevância do conhecimento construído em sala de aula para aplicar à própria vida.

Ainda nesta etapa, você pode propor aos estudantes a realização da *Atividade complementar*, indicada a seguir, que tem como objetivo principal evidenciar a reação de obtenção do etanol a partir da sacarose, contribuindo para o desenvolvimento da **Competência Geral 2** e da habilidade **EM13CNT205**, ao proporcionar aos estudantes a oportunidade de realizar uma atividade prática e avaliar os resultados obtidos. Antes de iniciar a atividade, organize a turma em grupos com no máximo cinco integrantes, explique o objetivo da prática e peça a eles que respondam às perguntas propostas na seção **Prepare-se!**. Em seguida, promova um debate geral sobre as respostas dadas às questões e leia a lista de materiais e o passo a passo do procedimento, de modo que os estudantes possam esclarecer eventuais dúvidas. A *Atividade complementar* propicia o desenvolvimento das **Competências Gerais 2 e 7**, pois permite aos estudantes entrar em contato com processos típicos das ciências, bem como incentiva a argumentar com base em evidências.

O **primeiro momento** consiste na leitura individual e completa do texto do Tema 5 no Livro do estudante. No **segundo momento** da atividade, os estudantes deverão fazer uma discussão sobre os tópicos relacionados à leitura do Tema, em duplas ou em trios, com o intuito de elencar as dúvidas que possam surgir. Em seguida, peça que, em pequenos grupos (2 ou 3 estudantes), eles exponham as dúvidas que surgiram e anote-as no quadro de giz.

Promova um debate geral sobre as reações orgânicas utilizando exemplos contextualizados. Você pode utilizar os exemplos do Livro do estudante ou trazer outras reações pelas quais a turma tenha demonstrado interesse. O trabalho com as reações químicas permite que os estudantes desenvolvam a habilidade **EM13CNT101**, ao representarem as transformações que ocorrem em um sistema, utilizando a linguagem própria da Química. Você pode aproveitar o momento para chamar a atenção da turma para os diferentes usos das setas nas reações químicas, que podem indicar o sentido de uma transformação química, uma situação de equilíbrio ou um mecanismo de reação. Por exemplo, quando se trata do mecanismo de uma reação, a seta curva de meia ponta indica o movimento de um único elétron, enquanto a seta curva de ponta cheia indica o movimento de um par de elétrons.

No **terceiro momento**, instrua os estudantes a produzirem um mapa mental para cada tipo de reação orgânica estudada (substituição, adição e oxirredução). Para isso, distribua para cada grupo folhas de sulfite. Os mapas mentais são recursos muito utilizados para sistematizar informações, uma vez que ajudam a representar ideias e conceitos importantes que possam estar relacionados a um tema, estabelecendo conexões que auxiliam no processo de aprendizagem. Se julgar necessário, mostre aos estudantes um mapa mental previamente construído para que eles possam ter uma ideia da estrutura e de como elaborá-lo. Instrua os estudantes a utilizarem a folha na horizontal, peça-lhes que escrevam o tema do resumo no centro da folha e façam as conexões a partir do elemento central. Explique que o ideal é que seja utilizada uma nova seta para cada nova conexão e que diferentes cores, formas e desenhos podem ser utilizados para destacar os pontos importantes.

Para trabalhar o tópico **Química Verde**, recomendamos o artigo "Green Chemistry – Os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa" (Lenardão *et al*., 2003). Você pode apresentar os 12 princípios relatados no artigo à turma e relacioná-los aos que são apresentados no Livro do estudante. Comente que os processos e os produtos fundamentados na Química Verde nem sempre conseguem cumprir todos os critérios, mas utilizam práticas embasadas nesses princípios. Os processos podem ser classificados em três grupos: 1) os que usam fontes de energia renovável; 2) os que aumentam a eficiência dos processos, demandando menos energia para a fabricação/síntese de uma mesma quantidade de produto; 3) os que utilizam reagentes menos nocivos ao ambiente. Esses processos estão relacionados com

MODERNA

práticas sustentáveis, que visam à preservação dos recursos naturais para as gerações futuras. A discussão desse Tema favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT309**, uma vez que examina questões socioambientais, como o uso de fontes de energia renováveis, além das habilidades **EM13CNT203**, **EM13CNT301** e **EM13CNT306**, ao utilizar o conhecimento científico para avaliar riscos e impactos de produtos e processos ao ambiente e propor rotas de síntese mais seguras, eficientes e com menos resíduos.

Para finalizar esta etapa de estudo, o **quarto momento** consiste na resolução das questões da seção **Atividades**. Essa é uma oportunidade importante para que você consiga perceber se os estudantes assimilaram os conceitos estudados, visto que, como apontam Simões Neto *et al.* (2013) no trabalho indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, os estudantes têm dificuldades em compreender a Química Orgânica devido à sua abordagem tridimensional, ou seja, eles não estão acostumados a usar o pensamento abstrato sobre os conteúdos estudados. Este trabalho pode ajudar no preparo das aulas considerando as dificuldades mais comuns dos estudantes no aprendizado de reações químicas envolvendo isômeros.

- **3ª etapa**

A terceira e última etapa tem como foco principal a criação de uma exposição que será feita no mural da escola, sobre os temas que foram estudados ao longo das duas etapas anteriores. Para organizar a exposição, você pode propor uma parceria com o professor do componente curricular Arte, contribuindo para o desenvolvimento das habilidades **EM13LGG301** e **EM13LGG603**. O intuito da exposição é conscientizar a comunidade escolar quanto ao uso de substâncias definidas como drogas, medicamentos, remédios e fármacos, além de contribuir para o aprofundamento da habilidade **EM13CNT104**, ao avaliar os riscos e benefícios do uso dessas substâncias. Essa atividade também favorece o trabalho com as subdimensões expressão, multiletramento e contextualização sociocultural do conhecimento da **Competência Geral 4**.

Peça à turma que se organize em grupos de cinco integrantes. O ideal é que cada grupo fique responsável por produzir uma exposição sobre um dos tópicos estudados. Algumas sugestões são dadas a seguir: Canabidiol; Tabaco; Bebidas Alcoólicas; Analgésicos; Química Verde. Deixe os estudantes livres para escolher também outras substâncias relacionadas ao tema e que não tenham sido tratadas no Livro do estudante, como as penicilinas e a melatonina. Para orientá-los na produção da exposição, se possível, leve-os ao laboratório de informática para que possam realizar pesquisas acerca do tópico pelo qual cada grupo é responsável. Informe que o material deve conter: uma síntese do tema, as reações orgânicas envolvidas no processo de obtenção dessa(s) substância(s) bioativa(s), o efeito dessas moléculas no organismo, os impactos causados na sociedade pelo uso dessas substâncias e propostas de soluções para esses possíveis problemas. Reforce a importância do uso de colagens de manchetes recentes de jornais, como forma de mostrar à comunidade escolar que esses são problemas reais e, no caso da Química Verde, para apresentar a participação ativa dessa área do conhecimento em promover práticas ambientalmente sustentáveis. Esse tipo de atividade pode favorecer o desenvolvimento das **Competências Gerais 2 e 10**, pois estimula a curiosidade intelectual dos estudantes ao fazer relações com os conhecimentos científicos estudados e com o papel da Química para solucionar problemas, além de permitir a tomada de decisões com base em princípios sustentáveis. Disponibilize para os grupos todo o material necessário à produção dos cartazes, como folhas de sulfite, cartolinas, lápis de cor, tesoura de pontas arredondadas, canetas coloridas, cola, entre outros. Quando terminados os cartazes, oriente os grupos a fixá-los no mural da escola ou em um local com maior visualização por toda a comunidade escolar.

Ao finalizar o Tema 5, proponha o trabalho com o quadro **Reflita sobre seu aprendizado!**. Peça aos estudantes que utilizem os materiais produzidos durante o Tema, como o resumo de ideias da etapa 1, o mapa mental da etapa 2 e a exposição feita na etapa 3, além das atividades e da prática realizadas pela turma, para avaliar as dificuldades que tiveram no aprendizado dos conhecimentos abordados. Proporcionar aos estudantes uma reflexão sobre seu processo de aprendizagem colabora com as subdimensões metacognição e autoavaliação das **Competências Gerais 1 e 6**, respectivamente.

Atividade complementar

Fermentação alcoólica

O processo de fermentação acontece na fabricação de bebidas alcoólicas como o vinho, a cerveja e a cachaça e, igualmente, na produção do pão, esse alimento tão simples e universal quanto complexo, em se tratando das reações químicas que o produzem. O fermento biológico é composto de microrganismos que produzem duas enzimas denominadas invertase e zimase. A invertase catalisa a transformação de sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) em glicose ($C_6H_{12}O_6$) e frutose ($C_6H_{12}O_6$), enquanto a zimase catalisa a conversão da glicose e da frutose em etanol (C_2H_5OH) e em dióxido de carbono (CO_2).

A proposta desta atividade experimental, de fácil execução e sem custos elevados, permite discutir alguns dos aspectos químicos da fermentação alcoólica e relacioná-la à produção de pães.

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

Objetivo

- Investigar a reação de obtenção do etanol a partir da sacarose.

EM PDF

Cuidados: segurança e descarte

Não ingerir nada do que for utilizado na atividade.

Nas quantidades indicadas, os resíduos da atividade podem ser descartados diretamente na pia. Os utensílios podem ser limpos e reutilizados em outras atividades.

Material

- 80 mL de água da torneira
- 20 g de açúcar comum
- 20 g de fermento biológico
- Balança ou colher medidora
- Caneta marca vidro ou etiquetas autoadesivas
- Bagueta de vidro ou colher de chá
- 4 béqueres de 100 mL ou copos
- Proveta de 100 mL ou copo medidor
- Cronômetro

Prepare-se!

1. Se você já teve a oportunidade de ver alguém preparar pão, talvez tenha observado que é comum fazer o seguinte procedimento: colocar uma pequena porção da massa, em formato de uma bolinha, em um copo com água. Ela afundará, mas após um certo tempo, ela subirá à superfície e, neste momento, diz-se que a massa do pão está pronta para ser levada ao forno. Levante hipóteses para o fato relatado.
2. Pesquise e compare as características do fermento biológico e do fermento químico.

Procedimentos

- Em um béquer ou copo, adicionem 20 g de fermento biológico e 80 mL de água e mexam a mistura até que ela fique homogênea.
- Utilizando a caneta marca vidro ou as etiquetas, numerem os outros três béqueres ou copos e adicionem 20 mL da suspensão de fermento biológico a cada um.
- Ao béquer 1, adicionem duas colheres de chá (cerca de 10 g) de açúcar comum e mexam a mistura até que ela fique homogênea. Tirem uma foto, façam um desenho ou anotem as características da mistura e deixem-na em repouso em ambiente fresco.
- Ao béquer 2, adicionem duas colheres de chá (cerca de 10 g) de açúcar comum e mexam a mistura até que ela fique homogênea. Tirem uma foto, façam um desenho ou anotem as características da mistura e deixem-na em repouso ao Sol.
- O béquer 3 deve conter apenas a suspensão de fermento biológico.
- Após 15 e 30 minutos, agitem novamente as misturas, observem e registrem o que ocorre.

Discuta com seus colegas

1. Foi observada alguma evidência que indique a ocorrência de fermentação alcoólica, conforme estudado no Tema?
2. Expliquem a função do béquer ou copo que contém apenas fermento biológico e água.
3. O processo de fermentação alcoólica é também denominado "fervura fria". Expliquem, utilizando a equação química desse processo, o que se observa durante a reação que permite essa denominação e se ela é adequada do ponto de vista químico.

Fonte consultada: HESS, S. *Experimentos de Química com materiais domésticos.* São Paulo: Moderna, 1997. p. 92-94.

• Resoluções da atividade complementar

Prepare-se!

1. Espera-se que os estudantes levantem a hipótese de que, como as transformações químicas associadas à fermentação alcoólica levam à formação de dióxido de carbono, esse gás seria o responsável por formar bolhas na massa de pão, aumentando seu volume, o que a torna menos densa do que a água, e por isso ela sobe à superfície.
2. Espera-se que os estudantes compreendam que, embora nos dois casos sejam formados gases por meio de reações químicas, elas são diferentes. O fermento biológico é composto de um ser vivo que no curso de seu metabolismo libera gás carbônico utilizando como reagentes glicídios em reações catalisadas por enzimas. As enzimas, por serem proteínas, têm uma faixa de temperatura em que a atividade é máxima. O fermento químico é uma mistura sólida de hidrogenocarbonato (de sódio, na maioria das vezes) e algum ácido fraco, que, ao serem aquecidos ou entrarem em contato com um líquido, reagem também produzindo gás carbônico. Em consequência, se for utilizado fermento biológico será preciso esperar a massa crescer antes de colocá-la no forno, o que não é o caso do fermento químico.

Discuta com seus colegas

1. Espera-se que os estudantes observem maior liberação de gás carbônico (CO_2) no béquer 2 em relação ao béquer 1 e relacionem essa observação às características do fermento biológico levantadas na questão 2 da seção *Prepare-se!*.
2. O béquer que contém apenas água e fermento serve como referência e também evidencia que é necessária a sacarose para que a reação ocorra. Com isso é possível comparar visualmente o que ocorre no processo de fermentação nos intervalos de tempo determinados.
3. A equação química simplificada que representa o processo de fermentação alcoólica é a seguinte:

$$C_6H_{12}O_6(aq) \longrightarrow 2\ CH_3CH_2OH(aq) + 2\ CO_2(g)$$

Nessa reação há formação e liberação de dióxido de carbono, uma substância gasosa nas condições do experimento. A denominação "fervura fria" deve-se à liberação das bolhas de gás observada no processo, visualmente semelhante à ebulição. O termo "fervura" não é adequado, do ponto de vista científico, para esse processo, pois o que ocorre é a produção de gás a partir de uma transformação química e não uma transição de fase (líquido ⟶ gás).

MODERNA

Tema 6 – Adolescência, puberdade e saúde reprodutiva

Objetivos de aprendizagem

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

- Conhecer a estrutura e a função dos componentes dos sistemas genitais masculino e feminino.
- Compreender o ciclo menstrual e que ele deve ser levado em consideração na adoção de métodos contraceptivos.
- Compreender as causas e as consequências da gravidez não intencional na adolescência.
- Refletir sobre a ação dos anticoncepcionais hormonais no corpo da mulher.
- Conhecer os métodos contraceptivos e algumas infecções sexualmente transmissíveis, como forma de ter autonomia e cuidar da própria saúde.

Subsídios para o planejamento

Este Tema deve ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Biologia**. Propomos uma abordagem a partir de uma situação-problema que envolve gravidez na adolescência usando a metodologia da aprendizagem baseada em problema (ABP). A ABP é uma estratégia de ensino e aprendizagem que envolve a identificação do problema em situações complexas, baseadas na vida real, e a busca de as possíveis soluções (Lopes *et al*. 2019). Essa abordagem visa ao desenvolvimento da capacidade de descobrir e usar informações, permitindo aos estudantes construir o conhecimento e as habilidades para resolver problemas (Borochovicius e Tortella, 2014).

O tema "gravidez na adolescência" é complexo e exige reflexão e discussão por parte dos estudantes, contemplando aspectos da habilidade **EM13CNT301**. Seja o mediador, auxiliando-os a identificar o que devem aprender para alcançar soluções para o problema, possibilitando que assumam a responsabilidade pela própria aprendizagem.

Comente com os estudantes a importância da escolha desse tema. O relatório de 2019 do Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA) afirma que a taxa de fecundidade no Brasil entre meninas de 15 a 19 anos é de 62 a cada mil bebês nascidos vivos, acima da média mundial, que é de 44 a cada mil (UNFPA, 2019). A sub-região América Latina e Caribe é a única com uma tendência ascendente de gravidez entre adolescentes com menos de 15 anos, apresentando a segunda maior taxa de gravidez adolescente do mundo, segundo o UNFPA, e o Brasil está acima da média dessa sub-região. A estimativa é de que, a cada ano, 15% de todas as gestações na região ocorram em adolescentes com menos de 20 anos e 2 milhões de crianças nasçam de mães com idade entre 15 e 19 anos (ONU-Brasil, 2018).

> "[...] A gravidez na adolescência pode ter um efeito profundo na saúde das meninas durante a vida", disse Carissa F. Etienne, diretora da OPAS [Organização Pan-Americana da Saúde].
>
> "Não apenas cria obstáculos para seu desenvolvimento psicossocial, como se associa a resultados deficientes na saúde e a um maior risco de morte materna. Além disso, seus filhos têm mais risco de ter uma saúde mais frágil e cair na pobreza", declarou. [...]
>
> "Muitas meninas e adolescentes precisam abandonar a escola devido à gravidez, o que tem um impacto de longo prazo nas oportunidades de completar sua educação e se incorporar no mercado de trabalho, assim como participar da vida pública e política", disse Marita Perceval, diretora regional do UNICEF [Fundo das Nações Unidas para a Infância]. "Como resultado, as mães adolescentes estão expostas a situações de maior vulnerabilidade e a reproduzir padrões de pobreza e exclusão social". [...]
>
> **Fonte:** Taxa de gravidez adolescente no Brasil está acima da média latino-americana e caribenha. *Nações Unidas Brasil,* 28 fev. 2018. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/taxa-de-gravidez-adolescente-no-brasil-esta-acima-da-media-latino-americana-e-caribenha/>. Acesso em: 7 set. 2020.

Astrid Bant, representante do UNFPA no Brasil, afirma que:

> [...] informação, métodos contraceptivos e serviços em saúde sexual e reprodutiva têm se mostrado, ao longo do tempo e ao redor do mundo, como a estratégia mais eficaz de prevenção a gravidez não intencional ao longo da vida reprodutiva das mulheres. [...]
>
> **Fonte:** BANT, A. Cedo ou tarde, será preciso ter informações sobre sexualidade e direitos. UNFPA Brasil, 5 fev. 2020. Disponível em: <https://brazil.unfpa.org/pt-br/news/artigo-%E2%80%9Ccedo-ou-tarde-ser%C3%A1-preciso-ter-informa%C3%A7%C3%B5es-sobre-sexualidade-e-direitos%E2%80%9D>. Acesso em: 7 set. 2020.

O relatório do UNFPA dá uma série de recomendações para reduzir a gravidez na adolescência, envolvendo desde a criação de leis e normas até trabalhos de educação em níveis individual, familiar e comunitário (UNFPA, 2019).

1ª etapa

Solicite aos estudantes que formem grupos de, no máximo, cinco integrantes.

Apresente a eles as reportagens "Taxa de gravidez na adolescência no Brasil está acima da média mundial, aponta ONU" e "Taxa de gravidez adolescente no Brasil está acima da média latino-americana e caribenha", indicadas na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Peça aos estudantes que após a leitura discutam em grupo as informações que mais lhes chamaram a atenção. Eles devem:

1. Identificar o problema explicitado nos textos, ou seja, as altas taxas de gravidez na adolescência no Brasil.
2. Discutir as principais causas que acreditem que estejam relacionadas a esse problema.
3. Selecionar as informações que julgarem relevantes para resolver o problema identificado, ou seja, determinar que conteúdos precisam ser pesquisados para que possam propor soluções factíveis.

EM MODERAÇÃO

Incentive os estudantes a pensar nas causas desse problema, uma base importante na concepção de possíveis soluções. Nesse momento, faça os seguintes questionamentos: "A causa da gravidez na adolescência seria falta de informação a respeito do funcionamento do próprio corpo?"; "Ou seria a falta de acesso aos métodos contraceptivos ou desconhecimento de como usar ou adquirir?". Em um primeiro momento, peça aos estudantes que utilizem a técnica *brainstorming* (tempestade de ideias) e não censurem nenhuma das ideias de possíveis soluções, anotando todas elas conforme forem surgindo. Em um segundo momento, durante a discussão dentro do grupo, peça a eles que selecionem as ideias que acharem mais pertinentes, considerando até mesmo o alcance que as ações podem ter. É importante que os estudantes sintam a necessidade de incorporar alguns conhecimentos para que tenham condições de propor uma contribuição efetiva para enfrentar a situação-problema.

O desenvolvimento dessa atividade propiciará aos estudantes desenvolver aspectos relacionados à habilidade **EM13CNT301**, visto que terão a oportunidade de construir questões, fazer previsões e interpretar dados, por exemplo, no enfrentamento de uma situação-problema. Reserve um tempo da aula para que os grupos compartilhem as conclusões acerca da situação-problema, as principais causas e as informações importantes para a proposta de uma solução.

- **2ª etapa**

Considerando as necessidades conceituais levantadas pelos estudantes, sugira a eles que façam um estudo autodirigido, que é caracterizado pela aprendizagem individual. Esse processo deve acontecer em período extraclasse. Incentive-os a fazer a leitura do Tema no Livro do estudante, a explorar a sugestão do boxe **Fique por dentro**, que, além de complementar o conteúdo abordado, favorece o trabalho com a **Competência Geral 5**, proporcionando-lhes o uso de tecnologias digitais para apoiar a aprendizagem. Oriente a resolução do tópico **Atividades** como ponto inicial do estudo individual e peça que entreguem as resoluções para correção. Essas questões privilegiam tanto ações cognitivas de baixa ordem, como entender um conceito, quanto as de ordem superior, ao exigir dos estudantes a análise e a avaliação de informações.

Os estudantes devem desenvolver a autonomia na interpretação de dados apresentados tanto em representações, como gráficos e tabelas, como em textos de divulgação; com isso, espera-se que eles construam estratégias de seleção de fontes confiáveis de informação, aspectos relacionados à habilidade **EM13CNT303**. Todavia, é interessante indicar algumas fontes de pesquisa, como:

- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Prevenção de gravidez na adolescência é tema de campanha nacional. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/46276-prevencao-de-gravidez-na-adolescencia-e-tema-de-campanha-nacional>.
- ONU BRASIL. Direitos humanos. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/secao/direitos-humanos/>.
- UNFPA BRASIL. Relatórios sobre a situação da população mundial. Disponível em: <https://brazil.unfpa.org/pt-br/topics/swop2019>.

Acessos em: 7 set. 2020.

Outra fonte que pode contribuir na compreensão do fator social no planejamento familiar é o documentário *O silêncio dos homens*, indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico,* que trata, entre outros assuntos, da corresponsabilidade masculina na prevenção da gravidez não intencional e da paternidade. Ao final do processo de estudo autodirigido, espera-se que os estudantes coletem as informações identificadas como importantes para melhor compreensão da situação-problema e pesquisem estratégias a ser seguidas na resolução do problema para que mais tarde sejam partilhadas e discutidas com os demais integrantes do grupo.

Após o estudo autodirigido e a entrega das atividades, é importante propor um momento para sanar as possíveis dúvidas dos estudantes quanto ao conteúdo do Tema 6 e às outras informações que eles tenham pesquisado. Nesse momento, aproveite para contextualizar que os fenômenos de transformação do corpo humano são naturais, possibilitando o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT202**. É importante também discutir a esfera social inerente à existência humana, distinguindo fatores biológicos de fatores sociais, para evitar argumentos embasados no determinismo biológico.

- **3ª etapa**

Na tentativa de entender melhor as principais causas das altas taxas de gravidez em adolescentes no Brasil, oriente os estudantes a realizar entrevistas com jovens da comunidade escolar e do entorno, que tenham entre 15 e 19 anos.

Para isso, os estudantes devem se reunir com os grupos anteriormente formados e elaborar um roteiro de perguntas. É importante que elas abordem assuntos como o conhecimento do próprio corpo e de formas de evitar uma gravidez não intencional, além de outras causas que eles tenham levantado na discussão inicial sobre a situação-problema. Incentive-os a incluir também perguntas que verifiquem os conhecimentos dos entrevistados acerca das medidas de prevenção contra as IST (infecções sexualmente transmissíveis).

Cada grupo deve entrevistar pelo menos vinte jovens. Eles podem entrevistá-los por vários meios: pessoalmente, por videoconferência ou enviando formulários *on-line* com questões discursivas, solicitando que os entrevistados enviem as respostas por escrito ou em forma de áudio. Independentemente do meio escolhido, deverá ser utilizado o mesmo formulário de perguntas para todos os entrevistados. Isso permitirá a organização e comparação das respostas. Se a opção for realizar a entrevista pessoalmente ou por videoconferência, os estudantes devem estar atentos aos seguintes aspectos: 1) escolher uma forma de registrar a entrevista (anotações, vídeo, áudio) para posterior análise das respostas; 2) o local deve ser silencioso; 3) ter paciência e atenção para compreender as respostas.

EM MODERNA

Auxilie os estudantes na elaboração das questões tendo em mente os objetivos da entrevista. Ajude-os a refletir, por exemplo, sobre como as informações acerca do gênero e da idade dos entrevistados podem melhorar as análises das respostas, permitindo comparações, entre outras, por gênero ou faixa etária.

Os estudantes devem estar cientes e informar aos entrevistados que os dados pessoais não serão divulgados. Assim, estes se sentirão mais confortáveis para responder às perguntas. Depois de entrevistar os jovens, o grupo deve transcrever as respostas, organizá-las e analisá-las em categorias comuns.

Se julgar interessante, proponha aos grupos que formulem o questionário juntos, unindo as perguntas que acharem mais importantes, e usem a mesma metodologia de entrevista. Assim, ao final do levantamento dos dados por toda a turma, será possível analisar os resultados de todas as entrevistas de forma conjunta, o que dará uma ideia mais acurada do conhecimento dos jovens da comunidade quanto à prevenção da gravidez na adolescência. Essa estratégia permite desenvolver a habilidade **EM13CNT207**, uma vez que os estudantes são convidados a refletir sobre os desafios a que estão expostos, a conhecer histórias diferentes das deles e pensar em ações preventivas para a promoção da saúde e do bem-estar.

Para organização e análise dos dados, incentive-os a utilizar tabelas, gráficos e outros recursos pertinentes, favorecendo, assim, o trabalho com a **Competência Geral 4**, ao permitir o desenvolvimento das linguagens matemática, científica e verbal. Se achar necessário, peça a contribuição do professor do componente curricular Matemática, para a análise dos dados.

É importante conversar com os estudantes sobre como a entrevista apresenta a situação dos jovens da comunidade escolar e do entorno, em particular. É possível que ela não seja representativa da realidade dos jovens de todo o Brasil. Assim, apesar de auxiliar nas análises dos estudantes, não é possível fazer uma correlação direta entre os dados coletados com as entrevistas e a situação-problema apresentada, que se refere a todo o país.

- **4ª etapa**

Nesta etapa, os estudantes deverão se reunir com seus grupos e, usando os dados da entrevista e os novos conhecimentos, produzir uma reportagem que veicule as informações que eles julgarem mais relevantes para conscientizar os jovens da comunidade escolar e do entorno sobre como evitar uma gravidez não intencional.

Ajude os estudantes a identificar as esferas em que eles podem atuar para promover essa mudança (comunidade escolar e unidade básica de saúde próxima à escola, por exemplo). A reportagem poderá ser veiculada em forma de um vídeo divulgado em suas redes sociais e nas redes sociais da escola, um produto gráfico *on-line* (*post*) ou até mesmo um produto gráfico impresso para ser afixado na escola e em outros locais adequados, se possível.

Dessa forma, os estudantes poderão realizar essa intervenção em públicos variados, elaborando textos, gráficos e símbolos por meio de diferentes linguagens e mídias, desenvolvendo aspectos da **Competência Geral 4** e da habilidade **EM13CNT302**, e as habilidades relacionadas à área de Linguagens e suas Tecnologias **EM13LGG305** e **EM13LP17**. Assegure-se de que os estudantes compreendem que, para a produção dessa intervenção, deve-se levar em consideração o público-alvo; por isso, o produto precisa ser elaborado em meio de divulgação e linguagem apropriado para os jovens.

Ao longo dos trabalhos, oriente os grupos a produzir um roteiro da reportagem, incluindo nele todas as informações que desejam compartilhar e a ordem em que elas devem aparecer. Incentive-os a usar imagens e a escolhê-las com atenção para que transmitam a ideia que desejam e não reproduzam estereótipos ou preconceitos.

Chame a atenção para que a abordagem de prevenção da gravidez não seja direcionada apenas ao público feminino. Fale sobre a corresponsabilização masculina. Incentive a associação da prevenção da gravidez (com o uso de anticoncepcionais de barreira) à prevenção de IST, avaliando os potenciais riscos decorrentes da relação sexual não protegida. Assim, os estudantes poderão mobilizar aspectos da habilidade **EM13CNT306**. Ajude-os a relacionar a situação-problema com a falta de informação sobre o próprio corpo. Nesse contexto, se houver alguma intervenção com essa abordagem, incentive produções com foco no autoconhecimento masculino e feminino.

Tratar da saúde reprodutiva permite o desenvolvimento de aspectos da habilidade **EM13CNT207**, pois, com esse estudo, é possível identificar, analisar e discutir as vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos, considerando seus aspectos físicos, psicoemocionais e sociais. Um fator importante a comentar com os estudantes, quando eles forem abordar os contraceptivos hormonais, é ressaltar que estes são uma das possibilidades de controle de natalidade e que o uso deve ser feito apenas com indicação e supervisão médica. Essa abordagem permite o desenvolvimento das **Competências Gerais 8 e 10** e da habilidade **EM13CNT104**, porque, por meio dela, os estudantes terão oportunidade de resgatar os conceitos de drogas e medicamentos, ponderando sobre as vantagens e as desvantagens do uso de anticoncepcionais hormonais. A compreensão geral dos diferentes métodos contraceptivos e, também, da importância de um planejamento familiar e de prevenção das infecções sexualmente transmissíveis contribui para o desenvolvimento da **Competência Geral 10**.

Se os estudantes optarem por veicular a reportagem em uma unidade básica de saúde do bairro, oriente-os a, primeiro, agendar uma visita ao local, explicar a proposta, conhecer as ações da unidade a respeito do assunto e pesquisar como eles podem contribuir com essa intervenção. Essa proposta estimula o desenvolvimento da habilidade

REPRODUÇÃO PROIBIDA

EM13CNT310, pois os estudantes vão investigar e analisar os efeitos de um programa de saúde e a relação com as demandas locais.

- **5ª etapa**

Para finalizar, programe o momento em que os estudantes vão expor o trabalho. Promova uma troca de experiências com base nas seguintes questões: "Como foi o processo de desenvolvimento da intervenção?"; "Quais foram os maiores desafios enfrentados?"; "O processo permitiu o descobrimento de habilidades entre os integrantes do grupo na divisão das tarefas?"; "Na sua opinião, o processo contribuiu para o conhecimento acerca da sua saúde reprodutiva?". Conduza, em uma roda de conversa, uma discussão com a turma perguntando sobre os principais desafios enfrentados nessa nova configuração de aula. Fique atento às falas dos estudantes, conferindo se, de fato, eles compreenderam os conceitos trabalhados.

Finalize o estudo do Tema incentivando os estudantes a preencher o quadro **Reflita sobre seu aprendizado!**, que favorece o desenvolvimento da subdimensão autoavaliação da **Competência Geral 6**, além da subdimensão metacognição da **Competência Geral 1**.

Reflexões sobre a ciência

Objetivos de aprendizagem

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

- Refletir sobre a importância da pesquisa científica para o desenvolvimento social.
- Avaliar como o uso de novas tecnologias auxilia nas descobertas científicas.
- Explicar os procedimentos de tratamento e imunização da população no aparecimento de novas doenças.
- Diferenciar testes *in vitro* e *in vivo*.
- Argumentar sobre os requisitos necessários à ética e à valorização da vida nos procedimentos de testes científicos.
- Sistematizar elementos relevantes no desenvolvimento de novos tratamentos.

Subsídios para o planejamento

Esta seção tem por intuito apresentar aos estudantes a classificação, as etapas e os tipos de ensaios realizados nas pesquisas científicas que envolvem o desenvolvimento de novos medicamentos e vacinas (*in vivo*, *in vitro*, simples-cego e duplo-cego), usando como contexto os esforços da comunidade científica no combate e na erradicação dos surtos e epidemias causados por algumas variantes dos vírus *Influenza* e coronavírus. Assim, a seção pode ser conduzida pelos professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias que se sentirem mais confortáveis com a temática proposta.

Inicialmente, questione a turma sobre as notícias que foram veiculadas na mídia acerca da incidência de novos vírus no ano de 2020, destacando os avanços e os retrocessos. Incentive-os a relatar como foi esse período: número crescente de casos; medidas de isolamento social; uso indiscriminado de medicamentos; falta de padronização entre os procedimentos de tratamento; confiabilidade em usar ou não um determinado medicamento (a exemplo da hidroxicloroquina e ivermectina); inovações científicas que facilitam o diagnóstico da doença (desenvolvimento de testes rápidos). Em seguida, leia o título, peça aos estudantes que registrem suas ideias iniciais e promova uma breve discussão, com base nas respostas apresentadas, sobre as expectativas em relação ao texto, questionando qual é a informação que esperam encontrar nele.

Conduza os estudantes a lerem o texto da seção orientando-os a prestar atenção às palavras novas, aos exemplos dados e ao objetivo central. Depois, eles devem compartilhar as impressões com um colega, retomando as ideias a respeito da questão do título para apresentarem à turma. Esse procedimento favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 9**, uma vez que os estudantes exercitam a discussão entre pares com respeito, valorizando diversos pontos de vista. A leitura do texto favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT310** e das **Competências Gerais 1 e 2**, visto que os estudantes são convidados a compreender os procedimentos que a Ciência realiza diante de ameaças de novos vírus, em busca de melhorias de saúde para a população. A **Competência Geral 6** também é mobilizada, pois os estudantes passam a ter uma visão sobre os aspectos da profissão científica e suas peculiaridades, ao abordar uma das tarefas envolvidas, que é a etapa de pesquisa para o desenvolvimento de medicamentos ou vacinas, intrinsecamente ligada às competências para a realização de ensaios clínicos.

Em uma roda de conversa, solicite às duplas que apresentem suas conclusões e aproveite a oportunidade para enriquecer a discussão, mostrando dados que explicam a diferença entre surto, endemia, epidemia e pandemia, de acordo com o tempo de incidência de cada doença (curto, sazonal, acima do esperado, grave e de alcance mundial, respectivamente), ressaltando como afetaram a vida da população, o curso de desenvolvimento da Ciência e o tempo entre a descoberta e a imunização da população. É importante apresentar exemplos sobre as enfermidades que caracterizam essa escala, como a febre amarela, que foi considerada um surto em Minas Gerais em 2017, mas, na região Norte do Brasil, a mesma doença é considerada endêmica (típica dessa região). Já a dengue no estado da Bahia, em 2020, foi considerada uma epidemia. Note que essa enfermidade já tem classificação de endemia na região do sul da Bahia. Por fim, cite a Covid-19, que foi classificada como pandemia nesse mesmo ano. Por ser uma doença infecciosa de influência global, a Covid-19 afetou o desenvolvimento econômico e científico da sociedade: evidenciou uma busca exacerbada

MODERNA

por alguns produtos ditos essenciais, sobrecarregando setores de produção e resultando no aumento significativo no preço (foi o caso do álcool em gel e das máscaras de proteção); apresentou diversas políticas públicas adotadas no mundo e regionalmente; gerou diferentes impactos na saúde mental dos indivíduos; e inseriu novas características no cotidiano, como as atividades remotas, a popularização do *home office*, o uso obrigatório de máscaras e a redução das aglomerações. Ao propor uma discussão que retome o processo histórico do conhecimento para entender e explicar a realidade, trabalha-se, sobretudo, a subdimensão contextualização sociocultural do conhecimento da **Competência Geral 1**. Além disso, essa discussão mobiliza o desenvolvimento da **Competência Geral 7** ao tratar de aspectos relacionados à Ciência, permitindo aos estudantes que utilizem argumentos embasados em informações confiáveis para se posicionarem em relação às temáticas desenvolvidas. O artigo de Henriques e Sampaio (2002), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, apresenta uma abordagem científica para o desenvolvimento de vacinas e medicamentos. O trabalho pode ser utilizado diretamente com os estudantes ou você pode coletar as principais informações para debater com eles.

Se achar interessante, estabeleça parceria com os professores da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas para aprofundar a discussão acerca das transformações sociais, históricas, científicas e tecnológicas no mundo contemporâneo e seus desdobramentos nas atitudes e nos valores de indivíduos e da sociedade e, assim, desenvolver as habilidades **EM13CHS101** e **EM13CHS504**. Pode-se observar o presente, entendendo como a população se comporta diante das ameaças à sua saúde, e revisitar o passado, tentando compreender as atitudes da sociedade diante de situações similares, associando-as a épocas mais próximas, como os problemas causados pela malária, pelo ebola e pela dengue, ou a épocas mais distantes ainda, como o caso do tifo.

Depois das discussões, peça aos estudantes que, em duplas, respondam às questões 1, 2 e 3 propostas na seção. Em relação à primeira, selecione diferentes exemplos de mapas conceituais para apresentá-los aos estudantes. Comente que, nesses diagramas, os conceitos são indicados em balões ou caixas interligadas. As relações entre as caixas podem ser rotuladas para deixar evidente a hierarquia entre as ideias, que podem partir de um conceito geral, indo para os assuntos mais específicos, ou seguir o caminho contrário. Comente também que os mapas são facilmente construídos no caderno e mostre que há diversas ferramentas gratuitas *on-line* que podem ser usadas para esse fim. Antes de inserir os conceitos na ferramenta escolhida, e para facilitar a confecção do mapa conceitual, é importante que as ideias já estejam hierarquizadas. Esse exercício promove o desenvolvimento das **Competências Gerais 4 e 5**, pois incentiva os estudantes a mobilizar a linguagem científica, bem como fazer uso de ferramentas digitais de forma significativa para a construção do mapa conceitual.

Durante a correção das questões, é necessário incentivar os estudantes a expressar suas ideias e o entendimento sobre a classificação, as etapas e os tipos de ensaios realizados nas pesquisas científicas, principalmente nos procedimentos adotados nos testes com o intuito de melhorar as etapas de tratamento e imunização da população. Para o trabalho com a questão 2, esclareça que, na pesquisa experimental ou na fase pré-clínica, os pesquisadores realizam testes em células e em animais. Já na pesquisa clínica, o objetivo principal é testar a segurança e a eficácia de um novo medicamento ou vacina em seres humanos. Além disso, promova uma reflexão sobre a necessidade de haver ética na profissão do pesquisador ao utilizar os seres vivos em testes na buscapor um bem maior para a humanidade. Fomente uma discussão baseando-se no direito à vida e como podemos valorizá-la sem ultrapassar os limites estabelecidos pela ética, promovendo, então, o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT304**. Para isso, você pode realizar os seguintes questionamentos: "Qual é a sua opinião sobre testes de substâncias químicas em animais?"; "Substituir as espécies utilizadas como cobaias nos testes pré-clínicos (ratos e camundongos, por exemplo) resultaria em alguma mudança na ação da substância química aplicada no teste clínico?"; "Você considera viável o uso de alternativas inovadoras que utilizam o conhecimento de interações moleculares em simulações de pesquisas científicas?".

Se julgar necessário, indique aos estudantes os textos a seguir, para que eles possam argumentar com base em dados e fontes confiáveis:

- CARVALHO, E.; LENHARO, M. Argumentos a favor e contra o uso de animais em pesquisas científicas. *Portal G1*, 2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/debate-pesquisa-animais/platb/>.
- FREIRE, D. Testes em animais são reduzidos com novos ensaios in vitro e simulações. Revista *Pesquisa Fapesp*, 6 abr. 2015. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/testes-em-animais-sao-reduzidos-com-novos-ensaios-in-vitro-e-simulacoes/20928/>.
- RIVERA E. A. B. Ética na experimentação animal. *In*: ANDRADE, A., PINTO, S. C.; OLIVEIRA, R. S. (org.) Animais de Laboratório: criação e experimentação. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2002. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/sfwtj/pdf/andrade-9788575413869-05.pdf>.

Acessos em: 31 ago. 2020.

Se desejar ampliar seus conhecimentos quanto ao uso de animais para ensino e a pesquisa, acesse o *Guia brasileiro de produção, manutenção ou utilização de animais em atividades de ensino ou pesquisa científica* (BRASIL, 2016), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

O trabalho com a questão 3 mobiliza a habilidade **EM13CNT303**, ao pedir aos estudantes que diferenciem o que cada teste significa e o que está sendo testado em cada pesquisa, por meio da interpretação de textos científicos. Além disso, a questão 3 pode servir de gancho para discutir

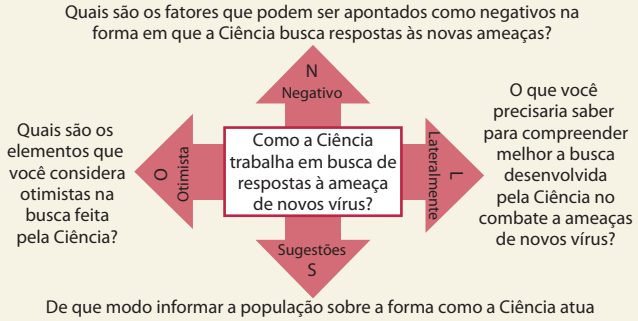
MODERNA

as probabilidades de erro e incerteza dentro desses testes, favorecendo o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT205**.

Antes de conduzir os estudantes para a resolução da questão 4, proponha a tarefa descrita a seguir, baseada na rotina de pensamento *Compass Points* (Pontos de bússola), que favorece o aprimoramento das **Competências Gerais 1 e 2** e das habilidades **EM13CNT304** e **EM13CNT310** e promove o trabalho com as **Competências Gerais 4, 5, 7 e 10**.

Orientações da tarefa

- Reúnam-se em pequenos grupos.
- Discutam a pergunta "Como a Ciência trabalha em busca de respostas à ameaça de novos vírus?" e anotem a opinião do grupo a partir dos pontos cardeais, conforme a figura a seguir.
- Compartilhem as conclusões do grupo com toda a turma.



ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Respostas da tarefa

- Negativo

Resposta variável. Espera-se que os estudantes apontem as dificuldades em isolar, replicar e identificar os vírus, ou o embate tempo de pesquisa × aumento dos índices de mortalidade devido à incidência do vírus, por exemplo.

- Otimista

Resposta variável. Espera-se que os estudantes apontem o avanço dos recursos científicos e a melhoria na qualidade de vida.

- Lateralmente

Resposta variável. Os estudantes podem citar a padronização dos tratamentos médicos; as informações pertinentes para a identificação dos vírus; e as condições favoráveis à imunização e a criação de vacinas, por exemplo. Eles também podem citar os procedimentos e os protocolos necessários para uniformizar a pesquisa científica; um exemplo claro disso é a validação de resultados por meio da publicação de artigos científicos com o produto da pesquisa.

- Sugestão

Resposta variável. Espera-se que os estudantes apliquem seus conhecimentos construídos ao longo da seção para informar à população a maneira pela qual a Ciência consegue agir em situações de emergência de saúde pública. Os estudantes podem produzir cartazes informativos digitais ou analógicos, mapas mentais ou conceituais, *podcasts*, postagens, campanhas publicitárias, entre outros.

Pensamento crítico e argumentação

Objetivos de aprendizagem

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

- Interpretar textos de divulgação científica, estabelecendo relações de intertextualidade para explicitar, sustentar e qualificar posicionamentos.
- Compreender, analisar e avaliar criticamente discursos presentes em textos de opinião, assimilando suas características linguísticas e considerando o contexto em que foram produzidos.
- Analisar as práticas relacionadas à experimentação animal e suas origens, levando em consideração princípios éticos.
- Argumentar, diante de contextos controversos, com base em informações confiáveis e consistentes, para defender pontos de vista e posicionamentos éticos que respeitem os cuidados com outras espécies.
- Recorrer à reflexão e à análise crítica científicas para formular argumentos embasados na ética e na Bioética para produzir um texto de opinião.

Subsídios para o planejamento

A seção pode ser conduzida pelos professores dos componentes curriculares **Biologia**, **Química** ou **Física**. As habilidades e as competências exploradas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias estão em consonância com as áreas de Linguagens e suas Tecnologias, como **Língua Portuguesa**. Um trabalho em diálogo com professores dessas áreas poderá enriquecer as discussões sobre o artigo de opinião como gênero textual. Complementarmente, a temática da Bioética que perpassa a discussão de algumas das questões propostas é também uma oportunidade de incluir reflexões que tradicionalmente são aprofundadas em áreas das Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, como a **Filosofia**.

Ao longo do trabalho nesta seção, é importante considerar que o tema da experimentação com cobaias pode ser delicado para alguns estudantes que estão mais familiarizados com as discussões sobre os direitos dos animais e simpatizantes da causa animal. A leitura do texto de Oliveira e Dias (2018), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, traz reflexões que podem contribuir para a ampliação do repertório para o trabalho dessa temática em sala de aula.

Inicie a discussão com uma exposição dialogada sobre a recorrência dos artigos de opinião na mídia. Pergunte aos estudantes o que sabem sobre o tema e onde já viram esse tipo de gênero textual. Prossiga a discussão pedindo contribuições para começar a formalizar as características das três partes que compõem um artigo de opinião (introdução, desenvolvimento e conclusão). Ao longo dessa exposição, escreva no quadro de giz as respostas, procurando motivá-los a contribuir para a construção de um esquema em conjunto. Note que essa exposição tem o objetivo de levantar conhecimentos prévios e

MODERNA

introduzir o tema. Não é preciso se aprofundar no formato do artigo de opinião, pois isso será feito na primeira questão. Para ajudar na preparação dessa explicação introdutória e também nas discussões das questões da unidade, recomendamos a leitura do texto de Boff, Köche e Marinello (2009), também indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Organize os estudantes em duplas e peça-lhes que leiam o texto introdutório da seção e respondam à primeira questão. Após o tempo acordado para realizar parte da atividade, prossiga com a correção coletiva dos itens, orientando-se pelas respostas esperadas que constam nesse Suplemento. É importante completar o esquema iniciado no quadro de giz com as palavras-chave em destaque nos itens dessa questão. Assim, procure incluir no quadro de giz as características de cada uma das seções do artigo de opinião.

Para responder a cada um dos itens da segunda questão, oriente as duplas a lerem o fragmento do texto. Durante a correção e o debate da questão, peça a diferentes duplas que compartilhem com a turma as respostas que formularam. Na questão 2, as alternativas "a", "b" e "c" estão diretamente relacionadas à estrutura apresentada na primeira questão. A alternativa "d" tem o objetivo de facilitar a compreensão geral do texto e da apresentação da tese defendida pela autora, contribuindo para as respostas das alternativas "e" e "f". Procure orientar-se pelas respostas esperadas, atentando ao fato de que o principal objetivo da questão é a compreensão das características desse gênero textual. Assim, ao longo das discussões dos itens, é favorecido o trabalho com as habilidades **EM13LGG101**, **EM13LGG103**, **EM13LP13** e **EM13LP44**.

A terceira questão traz mais dois fragmentos, com opiniões sobre a experimentação com animais que complementam o cenário abordado na questão anterior. Os posicionamentos contrários trazidos nesta questão permitem que os estudantes acessem novos argumentos e contra-argumentos relacionados à temática, fornecendo-lhes mais elementos para que se posicionem nas questões seguintes. Para a correção desses itens, prossiga de forma semelhante à utilizada na questão anterior: peça às duplas que ainda não participaram que compartilhem suas respostas com o restante da turma. Durante a correção orientada pelas respostas esperadas, procure certificar-se de que os estudantes compreendem a estrutura e as características do texto, bem como o contexto teórico. Se julgar necessário, peça que construam um glossário individual no caderno com os termos novos para eles. As discussões dos itens da questão permitem que as habilidades **EM13CNT303** e **EM13LP04** sejam mobilizadas.

A quarta questão é um passo importante para preparar os estudantes para a construção autoral no último item da seção. Por esse motivo, recomendamos o foco tanto na discussão das justificativas apresentadas pelos estudantes que dizem respeito à estrutura do artigo de opinião quanto naquelas relacionadas à natureza do conteúdo textual por eles apresentadas. Depois de retomar aspectos relativos à forma do artigo de opinião, a discussão pode ser encaminhada para os aspectos do tema – uso dos animais em pesquisa – abordando a Bioética e possibilitando, assim, trabalhar a **Competência Geral 10** e a habilidade **EM13CHS304**. Os textos de Oliveira e Dias (2018) e de Franco *et al.* (2014), indicados na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, também contribuem para essas discussões, favorecendo o trabalho com a **Competência Geral 7** e a habilidade **EM13CNT304**.

Embora a elaboração de um artigo de opinião não seja o foco desta seção, a produção sugerida na quinta questão é uma oportunidade de exercitar os conceitos debatidos ao longo das questões anteriores. Além disso, convida os estudantes a utilizar as linguagens científica e verbal para expor argumentos, em um debate aprofundado e de qualidade, com empatia e respeito mútuo, sobre a temática da ética com a experimentação animal, favorecendo o desenvolvimento das **Competências Gerais 4, 7 e 9** e da habilidade **EM13CNT304**. Para preparar-se para essa discussão, sugerimos a leitura do texto de Franco *et al.* (2014), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico.*

Uma parceria com o professor do componente curricular **Filosofia** pode ajudar a profundar o debate sobre a temática da Bioética. Os textos de Kaz (2020) e Batalha (2017), sugeridos na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, trazem reflexões complementares, bastante pertinentes e que podem ser usadas para enriquecer as discussões com a turma e prepará-la para a produção textual autoral. Para ajudar os estudantes nessa produção, se julgar oportuno, compartilhe as reportagens de Carvalho & Lenharo (2013), de Balakrishnan (2018) e a notícia do Portal Terra intitulada "Alternativas para evitar testes com animais" (2015), todas indicadas na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Ao final, peça aos estudantes, se eles se sentirem confortáveis, que compartilhem com a turma a forma como estruturaram seus textos e quais foram os argumentos que usaram. O trabalho ao longo desta questão permite desenvolver as **Competências Gerais 2, 4 e 7**, tendo em vista que os estudantes são convidados a comunicar suas ideias por meio da linguagem científica, baseados em fontes e dados confiáveis. Nesse contexto, vale contar com o apoio do professor do componente **Língua Portuguesa** para mobilizar a habilidade **EM13LP42**.

Valores e atitudes

Objetivos de aprendizagem

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

- Avaliar a influência das medicações no bem-estar individual e coletivo.
- Explicar quais são os principais sintomas que levam à automedicação.
- Avaliar as motivações e os riscos associados à automedicação.
- Elaborar argumentos e ações fundamentados na promoção da saúde.

MODELO

- Refletir sobre os impactos gerados pelo consumo irresponsável de medicamentos.
- Avaliar políticas públicas que regulamentam o uso de medicamentos na região onde vive.

Subsídios para o planejamento

O tema abordado nesta seção pode ser conduzido pelos professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Se julgar interessante, na ocasião do planejamento, procure uma parceria com os professores da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, visto que o assunto permite refletir sobre as implicações econômicas, políticas e sociais da disponibilidade de medicamentos e do hábito da automedicação.

Para iniciar a discussão, pergunte aos estudantes se algum deles tem algum remédio para dor na mochila. A ideia não é fazer uso da medicação em sala de aula, mas refletir sobre a disponibilidade quase que imediata que temos para oferecer ou pedir uma medicação sem avaliar os riscos associados ao seu uso. Nesse momento, sugerimos que compartilhe com a turma o vídeo do Centro de Pesquisa em Doenças Inflamatórias, CEPID CRID, intitulado *Automedicação*, indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Esse primeiro passo mobiliza as **Competências Gerais 1**, **7**, **8 e 10** porque possibilita aos estudantes refletir sobre o uso dos conhecimentos historicamente construídos para um cuidado com a própria saúde e a do outro, além da habilidade **EM13CNT306**. Organize os estudantes em duplas e incentive-os a refletir sobre as informações apresentadas no vídeo, listando quais as principais motivações e os riscos associados à automedicação, possibilitando, dessa maneira, o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT207**.

Em seguida, peça que leiam o trecho introdutório desta seção e interpretem o gráfico sobre os principais sintomas que levam à automedicação. Questione os estudantes e discuta com eles as razões que aparecem mais frequentemente no cotidiano, deles e de seus familiares, que conduzem ao uso de medicamentos. Em seguida, solicite que respondam, individualmente, à questão 1.

A questão 2 propõe que os estudantes realizem entrevistas com as pessoas da comunidade sobre automedicação. Para isso, reserve um tempo em sala de aula e peça-lhes que, organizados em grupos, discutam e componham o roteiro das perguntas que farão durante as entrevistas, de forma que uniformizem e gerem dados informativos para a segunda parte da questão, que é propor soluções e estratégias para alertar a população dos perigos da prática de automedicação. Atente-os para a importância de pedir a autorização dos entrevistados para a utilização das respostas neste trabalho. Com os dados, discuta com os estudantes qual seria o melhor meio de comunicação para produção e veiculação do material. Ele pode ser apresentado na forma de cartazes para a comunidade escolar, por exemplo, ou por meio de plataformas digitais, produzindo um *podcast* ou um *post* nas redes sociais da escola. O trabalho com a questão 2 mobiliza as **Competências Gerais 4, 5 e 9**, pois incentiva os estudantes a utilizar as linguagens oral e escrita, bem como as ferramentas digitais para a gravação da entrevista, a análise dos dados coletados e a produção de material de divulgação sobre automedicação, permitindo o trabalho de maneira conjunta, o que promove a empatia e a cooperação.

Solicite aos estudantes que respondam, individualmente, às questões 3 e 4, indicando que eles devem utilizar fontes confiáveis, como *Scielo* e revista *Pesquisa Fapesp*, para a pesquisa sobre os impactos do descarte irregular de medicamentos sobre o ambiente. Essas questões trabalham o autocuidado e o cuidado com o ambiente, respectivamente, mobilizando, assim, as **Competências Gerais 8 e 10.** Além disso, a **Competência Geral 1** pode ser trabalhada em todas as questões desta seção, pois os estudantes são convidados a buscar informações confiáveis a respeito da automedicação e do impacto ambiental quanto ao descarte incorreto de medicamentos. Assim, as subdimensões busca por informações e aplicação do conhecimento são favorecidas.

Para finalizar o trabalho com esta seção e avaliar o aprendizado dos estudantes, organize a turma em quatro grupos para a realização de um Júri Simulado, estratégia lúdica de ensino para a abordagem da temática, que possibilita a aprendizagem para além da diversão do jogo, mobilizando a **Competência Geral 7**, uma vez que esta atividade demandará o uso de argumentos com base em fatos e conhecimentos científicos, assim como as habilidades **EM13CNT207** e **EM13CHS103**. De acordo com Albuquerque (2013), o Júri Simulado é uma ferramenta educativa que contribui para a construção do conhecimento, através do desenvolvimento da argumentação, da criatividade e do trabalho realizado coletivamente no processo de atuação no jogo. A referência do artigo está indicada na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Cada grupo será uma das seguintes partes do júri: defesa, acusação, testemunhas e jurados. O réu e o juiz devem ser escolhidos de grupos distintos no início de cada rodada. O jogo será realizado em quatro rodadas, intercalando as equipes que compõem o júri e sorteando as razões para a automedicação, de acordo com as que foram listadas no quadro de giz ou estão apresentadas na seção. Os grupos de defesa e de acusação podem solicitar a ajuda da equipe de testemunhas, recrutando alguns voluntários para interpretar papéis que corroborem com seus argumentos. O limite de testemunhas e de tempo de argumentação será definido de acordo com a necessidade e o tempo disponível na aula.

Promova rotatividade entre as equipes para que todos os grupos consigam refletir com base em diferentes perspectivas, evitando um ciclo vicioso nas respostas, enriquecendo sobretudo o desenvolvimento da **Competência Geral 7**, por possibilitar a argumentação considerando diferentes concepções de mundo e ideais. Após o jogo, proponha uma discussão sobre como os estudantes se sentiram desempenhando cada papel, por meio da rotina de pensamento *Circle of Viewpoints* (Círculo de pontos de vista). Conduza a discussão com base nos seguintes questionamentos: "Que novas ideias você tem

MODERNA

agora sobre o tema?" e "Quais foram as novas perguntas que surgiram depois do jogo?". Essa discussão permitirá a autocrítica sobre o desempenho nas atividades propostas e, principalmente, avaliar se foi possível aprender por meio da escuta do outro e da valorização dos seus argumentos e, assim, promoverá o desenvolvimento da **Competência Geral 9**.

Se julgar oportuno, sugira aos estudantes que realizem uma pesquisa complementar sobre a regulamentação, notificação e normatização de medicamentos pelos órgãos públicos no Brasil, além do acompanhamento de uso e descarte dessas substâncias no território nacional. É possível trazer como exemplos as iniciativas de participação social na regulamentação dos medicamentos por meio das consultas públicas, mobilizando a **Competência Geral 10**, dado que esta temática evocará a necessidade de refletir sobre ação pessoal e coletiva com base em princípios éticos e solidários, e as habilidades **EM13CNT310** e **EM13CHS104**. O *site* da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), também indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, pode ser uma excelente fonte de informações.

Para dar fechamento ao trabalho com a Unidade, proponha a reflexão sobre as duas questões do tópico **Revise e amplie!**. Essas questões, que são metacognitivas, têm por objetivo a autoavaliação da aprendizagem e o aprofundamento sobre a temática estudada. Dessa forma, o trabalho com esta seção proporciona a mobilização da subdimensão metacognição da **Competência Geral 1** e da subdimensão autoavaliação da **Competência Geral 6**.

Apoio ao trabalho pedagógico

- ALBUQUERQUE, F. M. A. S.; FARIAS, C. R. O.; ARAÚJO, M. L. F. O Uso educativo do Júri Simulado no Ensino Médio: Estratégias para o estudo de uma temática socioambiental controversa. *XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX*, UFRPE, 2013. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1842906/mod_resource/content/1/juri%20simulado%20%28abordagem%20mais%20simples%29.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2020.

  Este trabalho descreve a aplicação do método Júri Simulado numa turma de Ensino Médio a partir da perspectiva da Educação ambiental.

- Alternativas para evitar testes com animais. *Portal Terra*, 6 out. 2015. Disponível em: <https://www.terra.com.br/amp/noticias/ciencia/alternativas-para-evitar-testes-com-animais,ecfeef42a3cbb89160b5dcd677c4c26cv0fn7kfl.html%23aoh=15836168915822&referrer=https://www.google.com&amp_tf=Fonte:%20%251$s>. Acesso em: 31 ago. 2020.

  O texto apresenta potencialidades e limitações de quatro alternativas ao uso de animais: produção artificial, impressão 3D, *kit* pele e simulações.

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Acompanhamento dos temas: Medicamentos. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/2017-2020/medicamentos>. Acesso em: 13 jul. 2020.

  Portal da Agência Nacional de Vigilância Sanitária que contém diversas informações sobre a regulamentação dos medicamentos.

- ARAÚJO, D. Todo remédio é uma droga? *Guia dos Entusiastas da Ciência*, v. 1, n. 4, p. 7, 2018. Disponível em: <http://proec.ufabc.edu.br/gec/o-que-que-a-ciencia-tem/todo-remedio-e-uma-droga/>. Acesso em: 31 ago. 2020.

  O artigo traz uma breve síntese sobre o uso de medicamentos pela humanidade através das décadas, bem como um breve resumo sobre a diferença dos termos droga, fármaco, medicamento e remédio.

- ARAÚJO, T. Verdades inconvenientes sobre a indústria dos remédios. *Super Interessante*, 2018. Disponível em: <https://super.abril.com.br/saude/verdades-inconvenientes-sobre-a-industria-dos-remedios/>. Acesso em: 7 set. 2020.

  Reportagem sobre a indústria dos remédios.

- CARVALHO, E.; LENHARO, M. Argumentos a favor e contra o uso de animais em pesquisas científicas. *Portal G1*, 2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/debate-pesquisa-animais/platb/>. Acesso em: 31 ago. 2020.

  Texto em tópicos com argumentos baseados em quatro diferentes critérios que justificam posicionamentos contra e a favor da experimentação com animais.

- AVALIAÇÃO DA ESTEREOGNOSIA – Semiologia em foco. *YouTube*, 2019. (29 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=j1Gen4lkzoo>. Acesso em: 7 set. 2020.

MODERNA

No vídeo é apresentada de forma sucinta a Estereognosia, que é a habilidade de reconhecer e identificar diferentes objetos apenas pelo tato, percebendo tamanho, forma e textura, sem o auxílio da visão.

- BALAKRISHNAN, V. S. O futuro dos testes científicos em animais. *Deutsche Welle*, 2018. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/o-futuro-dos-testes-cient%C3%ADficos-em-animais/a-42510453>. Acesso em: 31 ago. 2020.

A autora apresenta opiniões de pesquisadores sobre como humanizar os testes em animais, apontando as dificuldades em encontrar uma legislação internacional padronizada e apresentando brevemente algumas alternativas ao sacrifício animal.

- BATALHA, E. Uso de animais em pesquisa abrange desafios éticos e compromisso com novas tecnologias. *Portal Fiocruz*, 2017. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/uso-de-animais-em-pesquisa-abrange-desafios-eticos-e-compromisso-com-novas-tecnologias>. Acesso em: 31 ago. 2020.

A autora apresenta os critérios que regem a escolha pelo uso da experimentação animal, além de falar dos desafios éticos que circundam o tema. As referências ao final desse texto também podem ser usadas para um aprofundamento no tema.

- BOFF, O. M. B.; KÖCHE, V. S.; MARINELLO, A. F. O gênero textual artigo de opinião: um meio de interação. *ReVEL*, vol. 7, n. 13, 2009. Disponível em: <http://www.revel.inf.br/files/artigos/revel_13_o_genero_textual_artigo_de_opiniao.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2020.

As autoras apresentam as características gerais do gênero textual artigo de opinião, além de considerações sobre a relevância e o uso desse gênero. O exemplo de análise presente ao final do artigo ajuda a visualizar as diferentes partes e funções do gênero em questão.

- BOROCHOVICIUS, E.; TORTELLA, J. C. B. Aprendizagem Baseada em Problemas: um método de ensino-aprendizagem e suas práticas educativas. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 22, n. 83, p. 263-294, abr./jun. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ensaio/v22n83/a02v22n83.pdf>. Acesso em: 7 set. 2020.

O artigo trata de informações sobre os pressupostos teóricos da aprendizagem baseada em problemas, a análise documental e entrevistas com professores que trouxeram suas experiências de sala de aula.

- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Gabinete do Ministro. Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. *Guia brasileiro de produção, manutenção ou utilização de animais em atividades de ensino ou pesquisa científica*: fascículo 4: primatas não humanos mantidos em instalações de instituições de ensino e pesquisa científica [recurso eletrônico]/ coordenador: José Augusto Pereira Carneiro Muniz; Alcides Pissinatti ... [*et al.*]. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2016. Disponível em: <http://www.uel.br/comites/ceua/pages/arquivos/Fasciculo4%20CONCEA%20-%20Primatas%20nao%20humanos.pdf>. Acesso em: 10 set. 2020.

O documento apresenta uma reflexão crítica ao uso dos animais, a percepção da relação custo-benefício e o valor intrínseco aos resultados pretendidos em projetos de pesquisa e atividades didáticas.

- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. *Política nacional de práticas integrativas e complementares no SUS*; Atitude de ampliação de acesso. 2. ed. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2015. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_praticas_integrativas_complementares_2ed.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2020.

Este documento trata das medidas para a implementação das práticas integrativas no SUS, tornando disponíveis opções preventivas e terapêuticas aos seus usuários.

- CARABETTA JÚNIOR, V. A utilização de mapas conceituais como recurso didático para a construção e interrelação de conceitos. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 37, n. 3, p. 441-447, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbem/v37n3/17.pdf>. Acesso em: 7 set. 2020.

No texto os autores abordam aspectos teóricos de como os mapas conceituais podem contribuir como uma estratégia pedagógica de grande relevância para a construção de conceitos científicos, ajudando os estudantes a integrar e relacionar informações e atribuir significado ao que estão estudando.

- CEPID CRID. Automedicação. *YouTube*, 2017. (3 min 16 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dcAY47UWBik>. Acesso em: 31 ago. 2020.

O vídeo aborda de forma didática os perigos da automedicação.

- COSTA, M. S. M. *et al.* Estudo comparativo do tempo de reação humana entre indivíduos da mesma faixa etária. *Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT*, 2014. Disponível em: <http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/JyQ7eD831rIXpux_2014-4-22-19-45-25.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2020.

Os autores colocam em prática e discutem os resultados de um experimento simples que permite estimar o tempo de reação humana.

- DINIZ JÚNIOR, A. I.; SILVA, J. R. R. T. Isômeros, funções orgânicas e radicais livres: Análise da aprendizagem de alunos do Ensino Médio segundo a abordagem CTS. *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 1, p. 60-69, 2016. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_1/11-EQF-47-14.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2020.

O artigo analisa a aprendizagem de estudantes das três séries do Ensino Médio de Química Orgânica utilizando a abordagem metodológica ativa CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).

- FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA J. Q.; QUEIROZ, S. L.; Método Cooperativo de Aprendizagem *Jigsaw* no Ensino de Cinética Química. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 3, p. 161-168, 2010. Disponível em: <http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc32_3/05-RSA-7309_novo.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2020.

O trabalho descreve como o método *Jigsaw* foi utilizado no estudo de cinética química com estudantes do 2º ano do Ensino Médio.

- FERREIRA, G. A. L. *et al.* Bafômetro: um modelo demonstrativo. *Química Nova na Escola,* n. 5, p. 32-33, 1997. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc05/exper2.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2020.

O artigo faz a proposta do experimento da construção do bafômetro.

- FRANCO, A. L. *et al.* Pesquisas em animais: uma reflexão bioética. *Acta Bioethica*, v. 20, n. 2, p. 247-253, 2014. Disponível em: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/abioeth/v20n2/art12.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2020.

Com uma série de questões usadas como guia, os autores apoiam-se na literatura de Bioética e na legislação nacional e internacional para tecer argumentos acerca dos modelos de experimentação animal atuais, sem deixar de lado considerações sobre a relevância deles para a Ciência.

- FUNDO DE POPULAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (UNFPA). Um trabalho inacabado: a busca por direitos e escolhas para todos e todas. Relatório sobre a Situação da População Mundial, 2019. Disponível em: <https://brazil.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/situacao_da_populacao_mundial_final.pdf>. Acesso em: 7 set. 2020.

O relatório do ano de 2019 do Fundo de População das Nações Unidas faz um levantamento histórico, baseado em dados e evidências, mostrando que a liberdade e os direitos reprodutivos são uma realidade para algumas mulheres e, no caso de outras, ainda há uma série de desafios e barreiras para o pleno exercício desses direitos.

- GURGEL, I. Elementos de uma poética da ciência: fundamentos teóricos e implicações para o ensino de ciências. *Tese* (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-09092010-105921/publico/IVA_GURGEL.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2020.

Tese em que o autor discute o papel das narrativas no pensamento científico e para o ensino de Ciências. Além de apresentar fundamentos teóricos, também propõe algumas práticas, envolvendo assuntos diversos da Física.

- HENRIQUES, M. G. M. O.; SAMPAIO, A. L. F. Alternativas para Animais de Laboratório: sistemas *in vitro*. *In*: ANDRADE, A.; PINTO, S. C.; OLIVEIRA, R. S. (org.). Animais de Laboratório: criação e experimentação. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2002. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/sfwtj/pdf/andrade-9788575413869-41.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2020.

O artigo apresenta um contexto histórico do uso de animais para a produção de medicamentos e vacinas.

- INOVAÇÃO SEBRAE. Três exemplos de *elevator pitch* para você aprender a fazer o seu. Disponível em: <https://inovacaosebraeminas.com.br/3-exemplos-de-elevator-pitch-para-voce-aprender-a-fazer-o-seu/>. Acesso em: 7 set. 2020.

O *site* apresenta um guia para compreender e realizar um *pitch*.

MODERNA

- KAZ, R. O fim das cobaias: será possível deixar de sacrificar animais em nome da Ciência? *Revista Piauí*, 137, 2018. Disponível em: <https://piaui.folha.uol.com.br/materia/o-fim-das-cobaias/>. Acesso em: 31 ago. 2020.

O texto, ao estilo do jornalismo literário, traz relatos, episódios, informações históricas e dados atuais sobre o uso de animais nas diversas áreas da Ciência e alternativas recentemente propostas para a redução do uso de cobaias.

- LENARDÃO, E. J. *et al.* "Green chemistry" – Os 12 princípios da Química Verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol26No1_123_19.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2020.

O artigo discute os princípios e fundamentos da Química Verde, além de fazer uma abordagem histórica do tema e indicar áreas de atuação.

- LOPES, R. M.; SILVA FILHO, M. V.; ALVES, N. G. (org.). *Aprendizagem baseada em problemas*: fundamentos para a aplicação no Ensino Médio e na Formação de Professores. Rio de Janeiro: Publiki, 2019. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/432641/2/APRENDIZAGEM%20BASEADA%20EM%20PROBLEMAS%20-%20fundamentos%20para%20a%20sua%20aplica%C3%A7%C3%A3o%20no%20Ensino%20M%C3%A9dio%20e%20na%20Forma%C3%A7%C3%A3o%20de%20Professores.pdf>. Acesso em: 7 set. 2020.

Esse livro traz informações detalhadas de como usar a aprendizagem baseada em problemas na organização curricular com a aplicação na educação básica e para a formação de professores.

- MALBERGIER, A.; AMARAL, R. A. do. *Conceitos básicos sobre o uso abusivo e dependência de drogas*. Universidade Federal do Maranhão. São Luis, 2013. Disponível em: <https://ares.unasus.gov.br/acervo/html/ARES/2046/3/Mod%2003%20UNIDADE%2001.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2020.

O material apresenta os padrões individuais de uso de drogas, a classificação das substâncias psicoativas de acordo com os efeitos no sistema nervoso central, bem como alguns dados epidemiológicos referentes à prevalência de dependência de álcool etílico e drogas na população brasileira.

- MANGUEIRA, S. O. *et al*. Promoção da saúde e políticas públicas do álcool no Brasil: revisão integrativa da literatura. *Psicologia & Sociedade*, n. 27, v. 1, p. 157-168, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/psoc/v27n1/1807-0310-psoc-27-01-00157.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2020.

O artigo investiga a inserção da promoção da saúde no contexto das políticas públicas contra o alcoolismo no Brasil.

- O FÍSICO. Direção de Philipp Stölzl. Produção de Wolf Bauer e Nico Hofmann. Estados Unidos e Alemanha, 2013. (150 min), son., color.

Esse filme, baseado no romance homónimo de Noah Gordon, trata de um período da história que não era permitida a prática de dissecação de cadáveres humanos no Ocidente, mas isso acontecia em hospitais do Oriente. O filme ajuda a entender como a Ciência era tratada na Idade Média.

- O JARDINEIRO FIEL. Direção de Fernando Meirelles. Roteiro de Jeffrey Caine. Estados Unidos. 2005. (129 min), son., color.

O filme trata da atuação de uma indústria farmacêutica inglesa na África, polemizando quanto vale uma vida humana para uma indústria que movimenta bilhões de dólares.

- O SILÊNCIO DOS HOMENS. Ian Leite e Luiza Oliveira, 60 min, 2019. Disponível em: <https://papodehomem.com.br/o-silencio-dos-homens-documentario-completo/>. Acesso em: 7 set. 2020.

Nesse documentário, fruto de uma pesquisa com mais de 40 mil pessoas, são abordadas as dores, as qualidades, as omissões, bem como processos de mudança no comportamento dos homens, inclusive relacionados à paternidade.

- OLIVEIRA, F. A. G.; DIAS, M. C. Educação, Ética Animal e Ambiental: destituindo o paradigma antropocêntrico. *Revista Espaço do Currículo*, v. 11, n. 3, p. 370-377, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rec/article/view/ufpb.1983-1579.2018v3n11.40557/21923>. Acesso em: 31 ago. 2020.

Os autores trazem considerações do campo da ética acerca do modo como o ensino formal aborda tradicionalmente a temática dos direitos dos animais. O texto aponta conceitos básicos sobre a ética ambiental e animal, apresentando ponderações pedagógicas sobre o tema.

MODERNA

- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). *Management of substance abuse*/Gestão do abuso de substâncias. Disponível em: <https://www.who.int/substance_abuse/safer/en/>. Acesso em: 31 ago. 2020.

  O *site* apresenta as cinco estratégias de alto impacto para reduzir o uso nocivo de bebidas alcoólicas.

- PACCA, J. L. A. *et al*. Corrente elétrica e circuito elétrico: algumas concepções do senso comum. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 20, n. 2, p. 151-167, 2003. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6541/6033>. Acesso em: 21 jul. 2020.

  Artigo em que os autores propõem duas questões para avaliar o modelo de corrente elétrica e de circuito elétrico que os estudantes do Ensino Médio têm. As conclusões indicam a dificuldade de compreender o que são os condutores elétricos e como funciona o seu interior.

- Para reduzir o uso nocivo do álcool e suas consequências, OPAS/OMS lança iniciativa SAFER no Brasil. *Organização Pan-Americana da Saúde*, 7 out. 2019. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6043:para-reduzir-uso-nocivo-do-alcool-e-suas-consequencias-opas-oms-lanca-iniciativa-safer-no-brasil&Itemid=839>. Acesso em: 31 ago. 2020.

  A reportagem apresenta informações acerca da SAFER no Brasil.

- SIMÕES NETO, J.; CAMPOS, A.; MARCELINO JÚNIOR, C. Abordando a isomeria em compostos orgânicos e inorgânicos: uma atividade fundamentada no uso de situações-problema na formação inicial de professores de Química. *Investigações no Ensino de Ciências*, v. 18, n. 2, p. 327-346, 2013. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/download/133/93>. Acesso em: 31 ago. 2020.

  O estudo busca investigar a compreensão que os estudantes tiveram sobre conceitos relacionados à química orgânica, após o uso de uma abordagem com foco em situação-problema.

- SOUZA, N. A.; BORUCHOVITCH, E. Mapas conceituais: estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa. *Educação em Revista*, v. 26, n. 3, p. 195-218, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/edur/v26n3/v26n3a10.pdf>. Acesso em: 7 set. 2020.

  As autoras apresentam a utilidade do mapa conceitual sob diferentes perspectivas – daquele que ensina e daquele que aprende – e apresentam os mapas conceituais como ferramenta avaliativa.

- Taxa de gravidez na adolescência no Brasil está acima da média mundial, aponta ONU. *Nações Unidas Brasil*, 20 fev. 2020. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/taxa-de-gravidez-na-adolescencia-no-brasil-esta-acima-da-media-mundial-aponta-onu/>. Acesso em: 7 set. 2020.

  No texto é apresentada uma audiência pública que ocorreu no início de 2020 para discutir políticas distritais sobre a gravidez não intencional na adolescência, com base nos dados do último relatório do Fundo de População da ONU (UNFPA), que aponta que a taxa de fecundidade entre meninas de 15 a 19 anos no Brasil é maior que a média mundial.

- Taxa de gravidez adolescente no Brasil está acima da média latino-americana e caribenha. *Nações Unidas Brasil*, 28 fev. 2018. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/taxa-de-gravidez-adolescente-no-brasil-esta-acima-da-media-latino-americana-e-caribenha/>. Acesso em: 7 set. 2020.

  Nesse texto são abordados os índices de gravidez na adolescência na América Latina e no Brasil, comparados com os do restante do mundo, apontando causas dos altos números nessas regiões e possíveis soluções.

- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. e-Aulas : Portal de videoaulas. Disciplina PRG0011 – Álcool, Saúde e Sociedade. Disponível em: <http://eaulas.usp.br/portal/video.action?idItem=8629>. Acesso em: 31 ago. 2020.

  A plataforma disponibiliza diversas videoaulas que permitem o aluno a refletir sobre o consumo de bebidas alcoólicas e sua relação com a saúde e a sociedade.

- UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE. Uma breve história da Anatomia Humana. Disponível em: <https://www.ufcspa.edu.br/vida-no-campus/doacao-de-corpos/museu-de-anatomia/historia-da-anatomia>. Acesso em: 18 ago. 2020.

  O texto apresenta de forma breve a evolução dos estudos e da construção do conhecimento em Anatomia.

- VIDAL, X. C.; MANZANO, R. C.; O LHC ajudando a entender conceitos de eletrostática. *Física na Escola*, v. 11, n. 2, p. 16-21, 2010. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol11-Num2/a061.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2020.

  O artigo apresenta uma proposta de ensino a qual pretende aproximar estudantes do conceito de eletrostática através do LHC, o mais potente dos aceleradores de partículas e a maior máquina já construída pela ciência e a tecnologia.

MODERNA

UNIDADE 2

Vida saudável

Abertura

Objetivos de aprendizagem

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

- Identificar e discutir as situações de vulnerabilidade alimentícia e de qualidade de vida a que diferentes populações, de diferentes faixas etárias, estão sujeitas, levando em consideração as várias dimensões do conceito de saúde.
- Analisar tabelas nutricionais e mapas com informações populacionais, compreendendo suas escalas e estabelecendo relações entre os dados apresentados entre si e entre esses dados e o conhecimento científico.
- Refletir sobre os estilos de vida e as situações da vida cotidiana que reforçam as desigualdades, os preconceitos e a discriminação, identificando ações favoráveis à tolerância e ao respeito às diferenças.
- Usar as diferentes linguagens para dialogar e expressar pontos de vista sobre a saúde, pautando-se em princípios embasados nos Direitos Humanos.

Subsídios para o planejamento

As reflexões oportunizadas por esta abertura permitem discutir a ideia de saúde de forma ampla, usando a obesidade como pano de fundo para olhar para as múltiplas dimensões da vida dos indivíduos. As atividades propostas podem ser conduzidas pelos professores de Ciências da Natureza, mas professores do componente curricular **Biologia** podem se sentir mais confortáveis para realizar as discussões. Os temas abordados possibilitam um planejamento em conjunto com as equipes da área de Matemática, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas e Linguagens.

Inicie a abertura perguntando aos estudantes o que eles entendem por saúde. Converse brevemente sobre o tema a fim de levantar conhecimentos prévios. Na sequência, exiba o vídeo do canal Série SUS (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=q5DXMr5v48k>. Acesso em: 4 set. 2020.), instruindo os estudantes previamente a fazerem anotações individuais em seus cadernos com o intuito de responder à pergunta: "Qual o conceito de saúde é apresentado no vídeo?". Após a exibição, peça que alguns estudantes se voluntariem para responder oralmente à questão e registre pontos-chave das respostas no quadro de giz. Durante a discussão, procure incentivar as respostas e recuperar a ideia explicitada no vídeo de que a saúde, além de ser um direito de todos, não significa ausência de doença. Segundo as ideias apresentadas no vídeo, saúde é o resultado direto de garantias que estão relacionadas à qualidade de vida das pessoas. Essas garantias incluem, por exemplo, alimentação de qualidade e em quantidade adequada, moradia digna, saneamento básico, emprego e renda compatível com o bem-estar, acesso a serviços de educação, cultura, saúde e lazer. As reflexões promovidas ao longo dessa etapa possibilitam o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT207**. Se julgar necessário aprofundar o tema, consulte a referência do livro de Almeida Filho (2018) indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Na sequência, passe o vídeo do canal Drauzio Varella (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eUwSZZF5-eI>. Acesso em: 28 ago. 2020.). Peça aos estudantes que se reúnam em grupos e, com base no vídeo, respondam às seguintes questões: "Segundo o vídeo, quais são os fatores relacionados à obesidade?"; "Como as alterações na forma de vida da humanidade podem influenciar no sobrepeso?"; "Como esse vídeo se relaciona com o conceito de saúde expresso no vídeo anterior?". Depois, faça uma discussão com a turma para o compartilhamento das respostas. Para auxiliar na condução dessa discussão, fundamente-se no texto de Brewer (2018), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Ao longo da discussão certifique-se de que os grupos entenderam que a saúde é decorrente de fatores genéticos, da forma como as pessoas vivem e que isso inclui estilo de vida, condições de trabalho e vida, condições socioeconômicas, ambientais e culturais. Assim, é importante que entendam que a obesidade é resultante de um conjunto de fatores. Ao longo desses apontamentos e das reflexões coletivas dessa etapa, aprimora-se a habilidade **EM13CNT207** e mobilizam-se as subdimensões autoconsciência e cuidados com saúde e desenvolvimento físico da **Competência Geral 8**.

Peça aos estudantes que discutam com os colegas do grupo o texto de abertura da Unidade. Na sequência, discuta coletivamente com a turma a leitura dos dados apresentados no mapa. Pergunte a eles, por exemplo: "Qual o significado das cores?"; "Como elas mudaram entre os gráficos de 1975 e 2016?"; "A obesidade ocorre igualmente entre meninos e meninas?". A discussão desses pontos favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13MAT102**.

Na sequência, disponibilize para os grupos o Capítulo 2 – A escolha dos alimentos – do Guia alimentar para a população brasileira (Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf>. Acesso em: 4 set. 2020.). Com base nele, os grupos deverão responder aos seguintes questionamentos: "O que são alimentos *in natura* ou minimamente processados? Cite exemplos."; "O que são alimentos processados e ultraprocessados? Cite exemplos."; "Por que os alimentos *in natura* ou minimamente processados são considerados mais saudáveis?".

Ao realizar a discussão coletiva, certifique-se de que os estudantes compreenderam as implicações dos alimentos processados e ultraprocessados na qualidade de vida das pessoas. Aproveite a oportunidade para destacar que o excesso de alimentos ultraprocessados também pode levar a problemas de saúde, reforçando assim o trabalho com a habilidade **EM13CNT207**.

Após essa discussão, para certificar-se de que os estudantes compreenderam as diferenças entre as categorias de alimentos e as implicações delas para a saúde, forneça aos grupos as três tabelas alimentares presentes no texto de Zorzetto (2018), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Os grupos devem

REPRODUÇÃO

analisar a tabela do abacaxi *in natura*, do abacaxi em calda e da gelatina de abacaxi e responder ao seguinte: "Segundo o que discutimos sobre as categorias de alimentos do Guia alimentar para a população brasileira, compare as tabelas nutricionais que seu grupo recebeu. Quais são as diferenças nutricionais entre esses alimentos?; O que essas diferenças têm a ver com o processamento do abacaxi?". Para auxiliá-lo na condução da discussão com a turma, além do texto de Zorzetto (2018) que contém as tabelas, também indicamos na seção *Apoio ao trabalho pedagógico* o texto de Zorzetto (2019). A resolução das questões, realizadas no contexto das análises dos dados das tabelas, permite um aprofundamento da habilidade **EM13MAT102**.

Após as discussões sobre saúde, qualidade de vida e tipos de alimento, os estudantes terão maior repertório para responder, com base em informações e dados científicos, à pergunta de abertura da Unidade e assim mobilizar as **Competências Gerais 1 e 7**. Antes de pedir que respondam à questão individualmente, peça que os estudantes compartilhem oralmente com a turma as impressões (sobre a composição, as cores, os alimentos representados, as proporções usadas, etc.) que tiveram da obra "O homem hambúrguer". Essa etapa propicia o desenvolvimento da habilidade **EM13LGG204**, bem como da **Competência Geral 3**, pois os estudantes entram em contato com uma obra de arte para analisá-la de modo a estabelecer relações com o cenário evidenciado pelos mapas. Depois dessa conversa, peça que formalizem a questão individualmente no caderno, levando em consideração os próprios hábitos alimentares e os pontos discutidos com a turma nas atividades. Para a discussão final, após a formalização das respostas dos estudantes, certifique-se de que eles estabeleceram a relação entre o excesso de consumo de alimentos ultraprocessados, característica do sistema alimentar da sociedade atual, e o aumento da prevalência da obesidade no mundo. Além disso, verifique se os estudantes relataram em suas respostas que o bem-estar físico e mental tem estreita relação com a forma como nos alimentamos e bebemos, contribuindo, assim, para um aprofundamento com o trabalho da habilidade **EM13CNT207**, e da **Competência Geral 8**.

- **Objetivos e avaliação diagnóstica**

As questões presentes no boxe **Pense nisso!** visam a levantar os conhecimentos prévios dos estudantes e estão relacionadas às habilidades do Ensino Fundamental que serão importantes ao trabalhar os Temas presentes nesta Unidade. Além disso, as questões, que servem como avaliação diagnóstica, permitem conhecer as dificuldades e as reais necessidades dos estudantes, o que contribui no planejamento de intervenções pedagógicas para garantir a aprendizagem dos conceitos que serão desenvolvidos nos Temas. Assim, as respostas obtidas nessa sondagem devem ser compartilhadas entre os professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

A questão proposta para o **Tema 1** tem o intuito de identificar o conhecimento dos estudantes acerca das transformações ocorridas em diferentes sistemas, em particular aqueles que possuem diferenças de temperatura, como também das soluções tecnológicas empregadas na indústria alimentícia para a preservação e o transporte de alimentos, mobilizando assim os conhecimentos vinculados às habilidades **EF04CI02** e **EF05CI05**. Essas aprendizagens são fundamentais para avançarem em relação ao estudo das transformações gasosas.

Em conexão com o Tema anterior, a questão proposta para o **Tema 2** foca nos tipos de materiais que podem ser usados para a conservação e o transporte dos alimentos. Ao pensar nas propriedades desses materiais, os estudantes precisarão utilizar os conhecimentos associados à habilidade **EF07CI03**, reconhecendo nesses materiais as capacidades de isolar e de conduzir calor. Essas aprendizagens são fundamentais para compreender os conceitos de Termodinâmica.

A questão do **Tema 3** está fundamentada na habilidade **EF05CI08** e tem como objetivo verificar a aprendizagem dos estudantes em relação às diferentes características presentes nos grupos alimentares (cereais, frutas, leguminosas, hortaliças, óleos e gorduras, etc.) e em relação ao papel de cada um deles para o corpo humano. Esses conhecimentos servem de base para os estudantes conseguirem explorar os aspectos estruturais e as propriedades físico-químicas dos nutrientes e de alguns aditivos alimentares para fazerem escolhas de uma alimentação saudável.

A questão do **Tema 4** mobiliza os conhecimentos associados à habilidade **EF05CI06**, que aborda as funções e o funcionamento do sistema digestório, bem como à habilidade **EF06CI02**, cujo foco está nas transformações químicas. Essas aprendizagens contribuem para os estudantes compreenderem a teoria de Brønsted-Lowry para o caráter ácido-base, assim como o conceito de equilíbrio químico em sistemas-tampões.

Para o **Tema 5**, a questão elaborada visa a identificar a aprendizagem dos estudantes acerca dos diferentes tipos de distúrbio nutricional, conteúdo relacionado à habilidade **EF05CI09**. Essa compreensão oferece subsídios para a ampliação do conhecimento em relação ao conceito abrangente de nutrição, que perpassa os sistemas que se encarregam de abastecer as células do corpo com nutrientes e oxigênio, de coletar resíduos metabólicos, eliminando-os para o meio externo, e também para uma escolha mais adequada dos alimentos que consumimos.

A questão proposta para o **Tema 6** tem como base a habilidade **EF07CI09** e como objetivo sondar a compreensão dos estudantes acerca dos conceitos relacionados à epidemiologia e a questões de saúde pública. Ou seja, de que certas doenças podem ser evitadas pela vacinação e que há vários fatores associados à saúde das populações. Esses conhecimentos são pré-requisitos para o aprofundamento proposto nesse Tema, cujo conteúdo aborda o sistema imunitário, as vacinas e os soros.

Tema 1 – Transformações gasosas

Objetivos de aprendizagem

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

- Diferenciar os conceitos de temperatura e calor dentro do estudo da Termologia e a partir de textos de divulgação científica.
- Identificar as principais escalas termométricas existentes (°C, °F e K) e suas relações e realizar conversão de valores de uma escala para outra.
- Descrever os principais aspectos relacionados à teoria cinética molecular dos gases ideais, inclusive o processo histórico de sua fundamentação na Ciência.
- Identificar e distinguir as variáveis de estado dos gases – pressão, volume e temperatura –, compreendendo suas inter-relações e sua importância para o estudo das transformações gasosas.

EM MOBILIZAÇÃO

- Definir o conceito de transformação isotérmica, isobárica e isovolumétrica, identificando qual variável de estado se mantém constante e como se dá a relação entre as outras variáveis no processo.
- Utilizar simulador digital para analisar o comportamento dos gases quando uma ou mais variáveis de estado são alteradas.
- Descrever as transformações gasosas utilizando os postulados da teoria cinética molecular dos gases ideais.
- Identificar situações em que as três variáveis de estado variam concomitantemente, de modo a utilizar, nesses casos, as relações trazidas pela equação de Clapeyron.
- Descrever a lei geral dos gases ideais, compreendendo a sua importância no estudo das relações entre as variáveis de estado de uma porção de massa de um gás ideal.

Subsídios para o planejamento

Este tema pode ser abordado pelo professor do componente curricular **Física** e também ser articulado com o professor de **Química**, que se ocupa com o estudo dos gases ideais.

Para facilitar a organização das aulas, dividimos o estudo do Tema em quatro etapas.

• 1ª etapa – Temperatura e calor

Esta etapa visa levantar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca dos conceitos de temperatura e calor por meio de um mural de fotografias, conforme indica o trabalho de Barbosa (2018), e também trabalhar as escalas termométricas. Assim, informe aos estudantes que, no período extraclasse, eles devem fotografar dois acontecimentos do seu cotidiano que representem sua concepção acerca de temperatura e outro que represente sua concepção acerca de calor. Caso eles não tenham condições para imprimir ou revelar as fotografias, peça apenas que fotografem ou que selecionem imagens na internet próximas à realidade deles e, na própria escola, façam a impressão do material.

Na aula, solicite aos estudantes que criem uma legenda para cada foto, apresentando suas concepções acerca do tema de maneira relacionada à situação exposta na fotografia. Para a confecção do mural, disponibilize papel kraft grande, cola e canetinhas coloridas. Peça aos estudantes que façam um mural criativo com as fotografias de toda a turma, juntamente com as legendas. Após a finalização do mural, convide cada estudante para apresentar sua situação cotidiana e a legenda, e explicar o porquê dessa escolha. Essa abordagem mobiliza a habilidade do Ensino Fundamental **EF07CI02**, cujo objeto de conhecimento se pauta na diferenciação dos conceitos de temperatura e calor e favorece o desenvolvimento de três subdimensões da **Competência Geral 4**: contextualização sociocultural do conhecimento, ao compartilhar informações e construir coletivamente o conhecimento; expressão e multiletramento, quando os estudantes comunicam o que já aprenderam por meio de linguagens verbais, artísticas e científicas.

Neste momento, ouça atentamente as colocações dos estudantes, pois pode haver confusão conceitual entre os termos temperatura e calor. É muito comum os estudantes utilizarem esses conceitos como sinônimos, a exemplo de frases como "hoje está muito calor" e "a temperatura da água passa para o corpo". Ainda é possível que os estudantes concebam temperatura como quantidade de calor. Concepções similares foram encontradas no trabalho de Kohnlein e Peduzzi (2002) por meio de uma revisão sobre as concepções alternativas dos estudantes. Caso julgue necessário aprofundar seus conhecimentos, acesse o artigo que está indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Com as falas dos estudantes, apresente as principais diferenças entre temperatura e calor. Calor é a energia trocada entre os corpos devido a uma diferença de temperatura entre eles; e temperatura se caracteriza como uma medida do grau de agitação das partículas que compõem um corpo; tanto temperatura quanto calor são grandezas mensuráveis. Em seguida, peça aos estudantes que formem grupos de cinco integrantes e realizem as seguintes tarefas:

- Leitura do texto "O termômetro das grandes transformações", da revista *Ciência Hoje* (Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/coluna/o-termometro-das-grandes-transformacoes/>. Acesso em: 7 set. 2020.), e resolução dos questionamentos: "Por que a temperatura de ebulição da água no Rio de Janeiro é maior que em São Paulo?"; "Por que a panela de pressão cozinha o alimento mais rápido?"; "Quais unidades de medida da temperatura são citadas no texto?".
- Leitura do Livro do estudante, tópicos: **Temperatura** e **Escalas termométricas** e resolução do exercício 1, na seção **Atividades**.

Ao trabalhar com o texto da revista *Ciência Hoje*, os estudantes têm a oportunidade de compreender e interpretar textos de divulgação científica e, assim, desenvolver aspectos importantes da habilidade **EM13CNT303**. A resolução do exercício da seção **Atividades** mobiliza a habilidade **EM13CNT301**, já que os estudantes serão levados a estudar situações em que instrumentos de medição são empregados, além de interpretar modelos explicativos.

Após a finalização das tarefas, convide os grupos a compartilharem suas respostas para cada questionamento e exercício, realize intervenções, caso considere necessário. Verifique se os estudantes compreenderam a importância das escalas termométricas e também se reconhecem a existência de várias delas: no Brasil utilizamos o grau Celsius (°C), mas alguns países usam o Fahrenheit (°F), já artigos científicos costumam usar o Kelvin (K), que é uma escala termométrica absoluta.

Se julgar interessante, construa novas escalas termométricas apenas fixando valores correspondentes às temperaturas de fusão e de ebulição de uma substância. Solicite a cada estudante que construa uma escala termométrica que terá a inicial do seu primeiro nome; por exemplo, a estudante fictícia "Ana" será a proprietária da escala termométrica "°A" (grau A), enquanto o estudante "Bruno" será o proprietário da escala termométrica "°B" (grau B). Cada estudante deverá escolher valores aleatórios para serem os pontos de fusão e de ebulição de suas escalas termométricas. Peça a eles que formem duplas e relacionem as suas escalas termométricas para converter valores de uma escala para outra. Os valores atribuídos podem ser positivos ou negativos, contanto que o ponto de fusão seja menor que o ponto de ebulição.

Por exemplo, os estudantes Ana e Bruno podem se juntar e construir uma equação de equivalência entre as suas escalas termométricas. Considere que Ana tenha escolhido 10 °A como temperatura de fusão e 60 °A como temperatura

REPRODUÇÃO PROIBIDA

de ebulição da água; ao passo que Bruno tenha escolhido −5 °B como temperatura de fusão e 5 °B como temperatura de ebulição. Sendo assim, cada um deles tem a sua equação termométrica, que, nesse caso, é a equação 1 para Ana e a equação 2 para Bruno:

$$\frac{A - 10}{50} \quad (1)$$

$$\frac{B + 5}{10} \quad (2)$$

em que A e B são valores de temperatura nas respectivas escalas termométricas.

Assim, a equação de equivalência entre as escalas termométricas criadas por esses dois estudantes é:

$$\frac{A - 10}{50} = \frac{B + 5}{10} \quad (3)$$

A partir da equação 3, os estudantes podem exercitar a conversão de medidas de temperatura, apenas utilizando valores aleatórios dos dois lados da igualdade. Além disso, você poderá utilizar informações do texto motivador, utilizando medidas que lá aparecem em grau Celsius e pedindo que os estudantes convertam para as suas respectivas unidades de medida. Você pode, ainda, usar como exemplo temperaturas conhecidas, como a temperatura normal do corpo humano, a temperatura média nos países mais gelados do mundo, a temperatura do Sol, a temperatura ambiente do dia em que a atividade está sendo realizada etc.

• 2ª etapa – O estudo dos gases ideais

Esta etapa é direcionada ao tratamento dos tópicos **Gases e a teoria cinética**; **Propriedades gerais dos gases**; e **Gases e suas variáveis de estado** do Livro do estudante.

Inicie a etapa contextualizando como o estudo dos gases ideais foi elaborado ao longo da história. Na seção *Apoio ao trabalho pedagógico,* são sugeridos dois textos sobre os cientistas Charles e Clayperon, importantes colaboradores para o conhecimento do comportamento dos gases. Essa perspectiva colabora para o desenvolvimento da **Competência Geral 1** ao valorizar e utilizar os saberes historicamente construídos, porque ajuda a desmistificar a ideia de Ciência como instituição dogmática e a-histórica. No caso especial da teoria cinética molecular, que foi postulada pelo físico e matemático suíço Daniel Bernoulli (1700-1782), no século XVIII, apresente informações acerca desse século, que foi influenciado fortemente pela Revolução Científica, ocorrida entre o século XVI e o século XVIII. A Revolução Científica foi a responsável por uma grande mudança de paradigmas na Ciência, tanto no aspecto cosmológico – com a aceitação da teoria heliocêntrica – quanto em outros aspectos, como com o surgimento da Mecânica Newtoniana. A teoria cinética dos gases foi desenvolvida ao longo dos séculos XVIII e XIX, com a contribuição dos cientistas James Joule (1818-1889), Rudolf Clausius (1822-1888), James Maxwell (1831-1879) e Ludwig Boltzmann (1844-1906), influenciados pelo estudo da teoria cinética molecular de Bernoulli. Por isso é extremamente importante que este momento dedicado à história da Ciência ocorra de maneira articulada à exposição dos conceitos científicos relacionados ao desenvolvimento da teoria cinética dos gases. É importante salientar que a abordagem histórica no ensino de Física não pode se limitar à biografia dos cientistas envolvidos no estudo em questão; ao contrário, deve ir além, apresentando, sobretudo, o contexto social, político e cultural da época em que esses estudos foram elaborados, trazendo os principais fatores que impulsionaram o surgimento do interesse desses cientistas por essas questões e as implicações desses estudos na sociedade como um todo.

Caso tenha acesso ao laboratório de informática ou a alguma sala com recurso audiovisual, utilize o simulador Phet "Gases: introdução" indicado no **Fique por dentro** do Livro do estudante. Nesse simulador, os estudantes podem visualizar o processo de difusão de gases com diferentes massas molares num recipiente, o tempo que o gás leva para ocupar todo o volume disponível, além de relacionar a pressão do gás com a quantidade de partículas e verificar o número de colisões na parede do recipiente. Você pode sugerir que eles façam algumas simulações e anotem os valores encontrados da pressão, da temperatura e do volume para, mais adiante, relacionar as mudanças nas variáveis com as leis dos gases. Além disso, é interessante também que os estudantes utilizem as diferentes unidades das variáveis de estado na simulação e façam simulações variando o número de partículas e o volume, prestando atenção na quantidade de colisões das partículas com as paredes do recipiente. O uso dos simuladores é um aspecto importante para o desenvolvimento da **Competência Geral 5**, pois propõe compreender e utilizar tecnologias digitais de informação de forma crítica, significativa e reflexiva para produzir conhecimentos e resolver problemas. Além disso, também favorece a habilidade **EM13CNT101** ao utilizar aplicativos/simuladores digitais para avaliar e representar as transformações que ocorrem em um sistema gasoso.

• 3ª etapa – As transformações gasosas

Neste momento, ao abordar as transformações gasosas, serão desenvolvidas as habilidades **EM13CNT302** e **EM13CNT306**. A primeira habilidade citada se refere à comunicação para públicos variáveis de resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, de modo a elaborar e interpretar gráficos, dados, tabelas, equações, por meio de diferentes linguagens, favorecendo o diálogo e o debate acerca de questões científicas pertinentes ao tema. A segunda habilidade citada diz respeito à avaliação de riscos em atividades cotidianas a partir do conhecimento científico. Além dessas habilidades, essa etapa também favorece a **Competência Geral 4** e a habilidade **EM13CNT101**, pois os estudantes deverão compreender e se apropriar da linguagem científica e matemática expostas no Livro do estudante para explicar as transformações gasosas fazendo uso de gráficos e equações.

Para trabalhar no desenvolvimento da habilidade **EM13CNT302**, divida a turma em três grupos, um para cada transformação gasosa. O grupo 1 ficará encarregado de abordar as transformações isotérmicas; o grupo 2, as isobáricas; e o grupo 3, as isovolumétricas. Cada grupo será orientado a explicar as principais características da transformação gasosa de que ficou encarregado; além disso, deverá trazer exemplos de fenômenos do cotidiano de tais transformações, bem como apresentar uma situação em que essas transformações nos auxilia na análise de riscos, o que favorece o trabalho com a habilidade **EM13CNT306**. Os estudantes deverão apresentar gráficos, equações e resultados, ainda que de simulação, relacionados à sua temática. O grupo 1 deve apresentar gráficos da pressão em função do volume, uma vez que a temperatura se mantém constante nas transformações isotérmicas; o grupo 2, gráficos da temperatura em função do volume, uma vez que a

PROIBIDA

pressão se mantém constante nas transformações isobáricas; e o grupo 3, gráficos da pressão em função da temperatura, uma vez que o volume se mantém constante nas transformações isovolumétricas.

Durante as apresentações de cada grupo, os demais estudantes que não estejam apresentando devem elaborar uma síntese com as principais características expostas pelo grupo que apresentou; isso fará com que eles se mantenham concentrados na apresentação de todos os grupos e ajudará na avaliação da aprendizagem deles. É importante salientar que neste momento você deve participar tecendo questões relevantes, fazendo correções das falas dos estudantes quando julgar necessário e incentivando o pensamento crítico e reflexivo deles. Nessa etapa, eles serão avaliados tanto nas explicações dadas por seu grupo quanto nas sínteses requeridas sobre a apresentação dos outros grupos. Atente aos questionamentos feitos pela turma durante as apresentações, observando se os conceitos estão sendo bem colocados, se foram trazidos exemplos corretos das transformações estudadas e se eles fizeram uso dos postulados da teoria cinética dos gases para explicar as transformações. Fazer referência aos postulados demonstra uma boa apropriação dos conhecimentos tratados ao longo do Tema, relacionando-os na elaboração de explicações mais fundamentadas, o que colabora para aprofundar a habilidade **EM13CNT301**.

Em outro momento, você deverá trazer à tona os casos em que as três variáveis de estado variam concomitantemente, mostrando, nesses casos, a aplicação da equação de Clapeyron. Aproveite esse momento para resolver pelo menos quatro exercícios diferentes em sala de aula, uma para cada transformação gasosa, incluindo-se aqui o caso em que as três variáveis de estado variam juntas. Isso permitirá aos estudantes o domínio das equações trazidas ao longo deste Tema o que desenvolverá a habilidade de resolução de problemas.

- **4ª etapa – A lei geral dos gases ideais**

Novamente você pode utilizar o simulador Phet, indicado no **Fique por dentro**. Desta vez, utilize a opção de trabalhar com as leis dos gases. Nessa simulação, os estudantes podem fixar um valor constante para uma variável e avaliar o efeito da variação das demais. Durante a simulação você pode pedir que eles expliquem o efeito da variação de pressão, volume e temperatura, utilizando os postulados da teoria cinética dos gases. Por exemplo, ao se estabelecer volume constante, o aumento da temperatura leva a um aumento da pressão. Essa relação é representada pela razão: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$. Normalmente, os estudantes explicam a situação por meio da equação, dizendo que, "se a temperatura aumenta, a pressão deve aumentar para que a razão se mantenha constante". Note que essa fala não explica o fenômeno em si, apenas explica a relação matemática. Por isso, é importante incentivar os estudantes a utilizar os postulados da teoria cinética dos gases nas suas explicações, o que desenvolve a habilidade **EM13CNT301** e a **Competência Geral 2**, por estimulá-los a recorrer ao raciocínio científico em suas justificativas. Assim, espera-se que eles expliquem que o aumento da temperatura é resultado do aumento da energia cinética média das partículas; uma vez que elas se movimentam com mais energia e que a pressão é resultado da colisão das partículas do gás com as paredes do recipiente, as colisões ocorrerão com uma energia muito maior, ocasionando o aumento da pressão do gás. As demais situações também podem ser explicadas utilizando os postulados da teoria cinética, inclusive as situações em que todas as variáveis se alteram simultaneamente. Como a equação dos gases pode ser usada para fazer previsões de como o sistema se comportaria em uma transformação que envolve a mudança das variáveis, como temperatura, pressão, volume e número de partículas, os estudantes desenvolvem a habilidade **EM13CNT102**.

Para reforçar o ensino da lei geral dos gases ideais de modo a desenvolver a interação entre os estudantes e demonstrar a importância dos conceitos ensinados para a vida de cada um, você poderá realizar uma minigincana após um momento de aula expositiva sobre a temática. Para isso, divida a turma em grupos, de preferência trios e quartetos; cada grupo será uma equipe e será desafiado a resolver alguns problemas relacionados à lei geral dos gases ideais. Você poderá elaborar alguns problemas, ou utilizar os exercícios propostos na seção **Atividades** no Livro do estudante, em que diferentes variáveis de estado se mantêm constantes, para que os estudantes possam resolver as questões em grupo, comunicando e explicando o desenvolvimento de seus resultados para a turma. A lei dos gases ajuda a fazer essas previsões sobre sistemas térmicos, considerando a sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, favorecendo assim o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT102**.

Caso uma equipe não consiga resolver o problema proposto, outra equipe poderá se disponibilizar a ajudá-la, o que contribuirá para desconstruir a ideia de competição acirrada entre os estudantes. Você pode trabalhar com pontuações e construir um *ranking* entre as equipes para estimular a ludicidade e a relação com o jogo. Todavia, tal estímulo deve ocorrer de maneira sadia, sem que eles se sintam piores ou melhores que os outros. Por essa razão, é extremamente importante que tanto a função lúdica quanto a função educativa da atividade aconteçam de forma conjunta.

Para dar fechamento ao trabalho com o Tema e avaliar as aprendizagens, sugira a reflexão proposta no **Reflita sobre seu aprendizado!** Nesse momento, eles podem pensar sobre as dificuldades encontradas para a compreensão dos conceitos, das relações e das análises feitas durante o estudo dos gases. Sugira que se recordem das dificuldades que tiveram nas atividades ao longo do Tema, como o trabalho com as fotografias, o uso do simulador, a resolução dos exercícios e a explicação dos fenômenos com as próprias palavras. Incentive-os a registrar a reflexão realizada com a finalidade de auxiliá-los a concretizar os aprendizados e a identificar as lacunas de compreensão, estabelecendo estratégias para resolvê-las. O exercício da reflexão sobre o aprendizado favorece o desenvolvimento da subdimensão autoavaliação da **Competência Geral 6**, como também da subdimensão metacognição da **Competência Geral 1**.

Tema 2 – Primeira lei da Termodinâmica

Objetivos de aprendizagem

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

- Calcular o trabalho realizado por um gás ideal sobre o meio externo, assim como o trabalho realizado pelo meio sobre o gás.

REPRODUÇÃO

- Empregar o conceito de energia interna de uma partícula no cálculo da energia interna de átomos e moléculas do gás ideal.
- Identificar – por meio do estudo do sinal algébrico das grandezas calor, energia interna e trabalho – as possíveis variações de estado de um gás ideal.
- Citar e explicar aplicações da Primeira lei da Termodinâmica no cotidiano.
- Analisar 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.
- Realizar previsões e avaliar intervenções de sistemas térmicos, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento.
- Analisar questões, elaborar hipóteses e previsões usando conceitos da Termodinâmica, além de interpretar dados para obter conclusões a respeito de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Subsídios para o planejamento

Este tema deverá ser abordado pelo professor do componente curricular **Física** e será dividido em três etapas: a primeira dedicada à discussão sobre o trabalho realizado por um gás ideal, a segunda dedicada ao conceito de energia interna de átomos e moléculas de um gás e, por último, a terceira etapa, que será dedicada à abordagem da primeira lei da Termodinâmica.

• 1ª etapa - Trabalho realizado por um gás

Este momento é de aproximação dos estudantes com os conceitos da Termodinâmica, e de realizar um levantamento de seus conhecimentos prévios. Para isso, sugerimos algumas questões que deverão iniciar as discussões em pequenos grupos de três ou quatro estudantes. Em seguida, proponha uma dinâmica em que os grupos vão conduzindo as discussões e anote as principais ideias no quadro.

1. O que é a Termodinâmica?
2. O que são máquinas térmicas?
3. O que é trabalho?
4. Como um gás consegue realizar trabalho?
5. O que é compressão e expansão de um gás?

As respostas dos estudantes lhe permitirão conhecer as suas principais concepções, já que é provável que eles conheçam os termos de estudos anteriores, e isso possibilitará direcionar melhor o desenvolvimento da aula. Aproveite as respostas dos estudantes e, quando possível, faça mediações para inserir termos do vocabulário científico ou para aprofundar o conteúdo que será abordado. Tente não dar respostas prontas, mas incentivar a dúvida e o questionamento. Quando este primeiro instante finalizar, sugira que os estudantes leiam o tópico **Trabalho realizado por um gás** do Livro do estudante e, em seguida, explique no quadro os principais conceitos apresentados.

Disponibilize aos estudantes algumas seringas sem agulhas e oriente-os a observarem-nas ao máximo, tentando captar todas as suas funcionalidades, realizando anotações que considerarem importantes e elaborando duas perguntas sobre elas. Peça a alguns estudantes que apresentem suas perguntas e veja se alguém da sala sente-se apto a respondê-las. Com base nessas perguntas, considere tratar as ideias abaixo, na ordem em que são apresentadas, inserindo, com base nas observações do objeto os conceitos destacados a seguir:

1. A região ocupada pelo gás no interior do cilindro da seringa delimitado pelo êmbolo se caracteriza como um **sistema termodinâmico**.
2. A região exterior ao cilindro é denominada **ambiente**.
3. A força que é exercida sobre a área do êmbolo se caracteriza como uma **pressão**.
4. Quando uma força é exercida sobre o êmbolo, este realiza **trabalho** sobre o gás em seu interior.

A partir dessas ideias, retome a relação já apresentada entre trabalho e pressão, com base na ideia de compressão e expansão do gás. Peça aos estudantes que tampem a saída de ar da seringa com certa quantidade de ar no interior do cilindro. Em seguida, peça-lhes que pressionem o êmbolo e descrevam o que observam. Nesse momento, aborde a ideia de **trabalho exercido pelo ambiente sobre o gás** e de **trabalho exercido pelo gás sobre o ambiente**. Isso pode ser facilmente visto por meio do movimento do êmbolo da seringa porque, quando é pressionado (ou seja, quando o meio externo realiza trabalho sobre o gás), há uma compressão do gás armazenado. Porém, como a saída de ar está tapada, o êmbolo retorna à sua posição inicial quando for solto, caracterizando uma expansão do gás. Essa expansão é uma forma de trabalho exercido pelo gás sobre o ambiente.

Vale a pena reservar um tempo para explicar o que significa um trabalho positivo – quando é realizado pelo gás – e um trabalho negativo – quando é realizado sobre o gás. Este último conceito pode ser pouco intuitivo para os estudantes, especialmente porque trabalho e energia são grandezas escalares. Além disso, utilizando os exemplos do Livro do estudante, mostre como o trabalho pode ser obtido a partir de um diagrama *pV*, calculando a área sob a curva.

Na sequência, peça aos estudantes que formem duplas e respondam aos exercícios desse conteúdo da seção **Atividades**. Verifique se o conceito de trabalho foi compreendido e solucione eventuais dúvidas.

A discussão sobre trabalho envolvendo um sistema termodinâmico contribui para o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT102**, ao realizar previsões, avaliar intervenções de sistemas térmicos considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, e **EM13CNT301**, pois permite analisar questões, elaborar hipóteses e previsões usando conceitos da Termodinâmica, além de interpretar dados para obter conclusões a respeito de situações-problema sob uma perspectiva científica.

• 2ª etapa - Energia interna

Sugira aos estudantes que pesquisem o que são os gases ideais. Ao verificar as respostas, garanta que as características principais sejam apresentadas: não há interação entre as partículas; os gases são monoatômicos, portanto formados por átomos de um só elemento químico; a energia cinética associada é apenas de translação, desconsiderando outros tipos de movimentos realizados pelas partículas destes tipos de gás. Explique brevemente cada uma dessas características, garantindo que os estudantes entendam o conceito e se apropriem do vocabulário científico.

EM MODERNA

Em seguida, apresente a expressão para a energia interna (U) de um gás ideal e discuta o que significa a sua variação. Depois, peça aos estudantes que leiam o tópico **Energia interna** do Livro do estudante e elaborem uma lista de tópicos com as informações que considerarem mais relevantes, pois eles só poderão consultar esse material para a dinâmica que ocorrerá na sequência.

Para essa dinâmica, você poderá utilizar o aplicativo "Socrative" (Disponível em: <https://www.socrative.com/>. Acesso em: 7 set. 2020.), que permite a interação entre professores e estudantes por meio de seus aparelhos *smartphones*, desde que conectados à internet. Nesse aplicativo, o professor pode fazer perguntas por meio de um questionário elaborado previamente e executá-lo durante a aula, assim pode visualizar e avaliar a compreensão do estudante em tempo real. Para mais informações, veja o "Guião do Socrative", disponível na seção de *Apoio ao trabalho pedagógico*. Caso não seja viável fazer a dinâmica em sala, usando os celulares, sugerimos que use o laboratório de informática, ou adapte o jogo para que os estudantes respondam em uma folha de papel. A cada afirmativa, eles deverão dizer se ela está "Certa" ou "Errada".

As sentenças são as seguintes:

1. Quando um gás expande, ele realiza trabalho negativo sobre o ambiente.
   Resposta: Errada, o trabalho exercido pelo gás sobre o ambiente é positivo.
2. A energia interna de um gás ideal monoatômico não varia.
   Resposta: Errada, a energia interna de um gás monoatômico varia com a temperatura.
3. Um gás é comprimido quando o meio externo realiza trabalho sobre ele; esse trabalho, por sua vez, é positivo.
   Resposta: Errada, o trabalho exercido pelo ambiente sobre um gás é negativo.
4. A energia interna de um gás ideal monoatômico depende apenas da sua energia cinética de translação.
   Resposta: Certa, a energia interna de um gás não leva em consideração outras formas de energia, apenas a energia cinética de translação.
5. A energia interna de um gás diminui com o aumento da temperatura.
   Resposta: Errada, a energia interna aumenta quando a temperatura do sistema termodinâmico aumenta.
6. Quando guardamos uma garrafa cheia de ar no congelador e, após certo tempo, a retiramos, reparamos que ela está contraída, isso porque a energia interna do sistema diminuiu.
   Resposta: Certa, a energia interna de um sistema diminui quando há diminuição da temperatura.
7. A energia interna de um gás é medida em Kelvin no Sistema Internacional de Unidades (SI).
   Resposta: Errada, a energia interna de um gás ideal é medida em Joule (J) no SI.
8. Durante as transformações isotérmicas, a energia interna de um gás pode aumentar ou diminuir, dependendo da pressão do sistema termodinâmico.
   Resposta: Errada, a energia interna de um gás não varia em transformações isotérmicas, porque depende da temperatura.
9. A energia interna contida em 2 mols de um gás monoatômico ideal a 300 K de temperatura é de aproximadamente 7.000 J.
   Resposta: Errada. Isso porque:
   $U = \frac{3}{2}nRT \Rightarrow U = \frac{3}{2}2 \cdot (8{,}37) \cdot 300 \therefore U = 7.533$ J
10. A energia interna de um gás ideal monoatômico depende da quantidade de mols do gás e da sua temperatura absoluta, dada em Kelvin.
    Resposta: Certa, a energia interna de um gás monoatômico é dada pela expressão $U = \frac{3}{2}nRT$, em que n é o número de mols do gás e T a temperatura em que este se encontra.
11. O trabalho exercido por um gás ideal sobre o meio externo é inversamente proporcional à variação de seu volume.
    Resposta: Errada, o trabalho exercido por um gás ideal sobre o meio externo é diretamente proporcional a seu volume.
12. Quando são colocados 12 mols de um gás em um recipiente com êmbolo que mantém a pressão igual à da atmosfera, inicialmente ocupando 2 m³, ao empurrar-se o êmbolo, o volume ocupado passa a ser 1 m³. Considerando a pressão atmosférica igual a 100.000 N m^{-2}, o trabalho realizado sobre o gás será negativo.
    Resposta: Certa. Isso porque:
    $\mathcal{C} = p \cdot \Delta V$
    $\mathcal{C} = 100.000 \cdot (1 - 2) = -100.000$ J
    Logo, o trabalho realizado é negativo.
13. É possível descobrir o trabalho realizado por um gás ao calcular a área sob a curva do gráfico que relaciona pressão e volume.
    Resposta: Certa, o trabalho pode ser encontrado por meio da análise gráfica, uma vez que o trabalho é numericamente igual a área sob a curva do gráfico da pressão em função do volume.
14. Um gás ideal de volume 12 m³ sofre uma transformação, permanecendo sob pressão constante igual a 250 Pa. O volume do gás, quando o trabalho realizado por ele for 2 kJ, é de 20 m³.
    Resposta: Certa. Isso porque:
    $\mathcal{C} = p \cdot \Delta V \Rightarrow 2.000 = 250 \cdot (V - 12) \Rightarrow$
    $\Rightarrow 2.000 = 250V - 3.000 \Rightarrow 5.000 = 250V$
    $\therefore V = 20$ m³
15. Ao esquentar um balão cheio de ar, este explodirá devido ao aumento da energia interna do sistema.
    Resposta: Certa, com o aumento da temperatura há um aumento da energia interna das partículas do gás contido no balão, o que provoca sua expansão e a consequente explosão.

Espere a finalização da dinâmica para começar uma discussão sobre a atividade. Além de apresentar se a afirmação está certa ou errada, peça a alguns estudantes que justifiquem a resposta. Nesse momento, é importante que as dúvidas sejam esclarecidas. Aproveite para identificar as concepções equivocadas dos estudantes. Ao final, veja o resultado do desempenho deles no aplicativo ou peça que calculem sua pontuação; isso possibilitará a cada estudante conhecer o próprio desempenho relacionado à discussão deste tema.

MODERNA

A discussão sobre energia interna e as situações propostas no jogo contribuem para o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT102**, ao realizar previsões e avaliar intervenções de sistemas térmicos considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, e **EM13CNT301**, pois permite analisar questões, elaborar hipóteses e previsões usando conceitos da Termodinâmica, além de interpretar dados para obter conclusões a respeito de situações-problema sob uma perspectiva científica.

- **3ª etapa – Primeira lei da Termodinâmica**

A primeira lei da Termodinâmica merece um tratamento especial e histórico. Isso porque o desenvolvimento da Termodinâmica foi fortemente influenciado pelos trabalhos de Joule e Mayer e ocorreu por meio de um longo processo, que durou séculos, iniciando-se com a criação das primeiras máquinas térmicas no século XVII.

Se desejar aprofundar ainda mais na questão histórica, a *Atividade Complementar* apresenta a leitura de parte do artigo "'*Flogisto*','*Calórico*' & '*Éter*'" (BRITO, 2008), que aborda o desenvolvimento do conceito de calor como substância, desde a Grécia Antiga até o século XX, contemplando as contribuições de diversos cientistas para a Termodinâmica. Nesse caso, sugira a leitura individual e que os estudantes marquem as ideias principais e anotem as palavras desconhecidas, que deverão ser pesquisadas na sequência. Em seguida, em grupos de três estudantes, eles deverão responder às questões propostas. Ao final, promova uma roda de conversa, discutindo as respostas dadas e verificando a compreensão deles sobre a atividade proposta. A atividade promoverá o desenvolvimento da **Competência Geral 1**, enfocando na valorização e utilização dos conhecimentos historicamente construídos acerca do mundo físico, social, cultural e digital, para entender e explicar a realidade. A história da Ciência contribui para o entendimento da atividade científica ao longo da História e de como se desenvolve o processo de construção do conhecimento científico.

Caso opte por não realizar a *Atividade complementar*, ainda assim sugerimos uma breve discussão sobre alguns tópicos históricos relacionados a esse tema, que são apresentados a seguir. Nesse caso, os artigos de Brito (2008) e de Passos (2009) poderão servir como fontes de informações mais aprofundadas e suas referências completas estão disponíveis na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. A seguir, apresentamos alguns desses tópicos.

- O princípio de conservação de energia foi estabelecido por volta da metade do século XIX, mas, antes disso, já existiam registros de muitas patentes dos chamados "motores perpétuos" – tentativas de invenções capazes de reproduzir movimentos eternos com base na conservação de energia – que, de certa forma, acabaram por contribuir para o estabelecimento da primeira lei da Termodinâmica.
- Embora tenham surgido por volta do século XVII e substituído, ainda que lentamente, as rodas-d'água e os rotores eólicos em diversas atividades, provocando uma revolução na esfera industrial, as máquinas térmicas devem seu advento às engenhocas já propostas desde três séculos antes, quando a força motriz era de origem animal, eólica ou mesmo hidráulica.
- No século XIX, já era possível encontrar diferentes trabalhos de cientistas relacionados à conversão de energia, como era o caso da pilha de Volta, inventada em 1800, que convertia energia química em elétrica; da descoberta do efeito Seebeck, que relaciona a energia térmica a uma tensão elétrica; e da relação existente entre Eletricidade e Magnetismo, que também se desenvolveu na mesma época.
- Nesse mesmo século, Julius Robert Mayer, em 1840, ao estudar a condição sanguínea de pessoas de diferentes regiões, conseguiu identificar o princípio de conservação da energia, ao afirmar que a oxidação interna deve balancear-se com a perda de calor do corpo de acordo com a atividade física que esse corpo desempenha.
- Sobre a conservação da energia, Poincaré, em 1902, afirma que rejeitar a primeira lei da Termodinâmica implica aceitar o movimento perpétuo.
- A questão do equivalente mecânico do calor foi de interesse de muitos cientistas do século XIX, como Mayer, Joule, Colding, Helmholtz, Sadi Carnot, Boltzmann, Faraday, entre outros. De acordo com Poincaré, já em 1892, era muito difícil saber a quem pertencia o mérito da descoberta da equivalência entre calor e trabalho mecânico.
- É possível falar em um pioneirismo de Rumford e do "azar" de Mayer. Isso porque Benjamin Thompson, conhecido como conde de Rumford, ao observar a fabricação de canhões, percebeu que o aquecimento gerado pelo atrito entre a broca e o cano do canhão poderia gerar calor. Essa ideia contribuiu para o afastamento da ideia de calor como substância finita contida em um corpo, que antigamente era conhecida como calórico. Isso porque Rumford utilizou um sistema capaz de girar o canhão por meio da força de cavalos, percebendo que a energia térmica liberada era ilimitada. Em relação ao "azar" de Mayer, ele está relacionado ao fato de que, embora ele tenha sido o primeiro a publicar um trabalho sobre o equivalente mecânico e sobre a conservação de energia, foi Joule quem foi homenageado no SI com a unidade de medida que carrega seu nome.
- O principal experimento de James Prescott Joule foi dedicado a determinar o equivalente mecânico do calor. O experimento dependia da precisão dos valores do calor específico de várias substâncias. Na tentativa de encontrar um método de determinação dessa grandeza com bastante precisão, Joule utilizou um método baseado na dissipação de calor em um corpo atravessado por uma corrente elétrica. O experimento contribuiu, sobretudo, para o desenvolvimento da Eletrodinâmica, em especial, para o entendimento da dissipação de energia em resistores elétricos. Nessa etapa, se possível, incentive os estudantes a explorar a sugestão de material do **Fique por dentro**. Trata-se de um texto que aprofunda o entendimento do que foi o experimento de Joule. Além de complementar o conteúdo abordado, o texto favorece o trabalho com a **Competência Geral 5**, pois utiliza tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa e reflexiva.

A abordagem histórica do conteúdo pode ocorrer por meio de uma aula expositiva utilizando *slides* como recurso para evidenciar os conceitos que podem ter contribuído para o desenvolvimento da Termodinâmica em cada um dos momentos elencados acima.

Após apresentar vários aspectos históricos importantes acerca da Termodinâmica, sugira aos estudantes que leiam o tópico **Primeira lei da Termodinâmica** e complemente a

EM PROPOSTA

leitura apresentando seus diferentes enunciados, a exemplo das formulações de Poincaré, de Carathéodory e de Keenan e Shapiro. Todas essas formulações e outras informações relevantes encontram-se no artigo de Passos (2009). Após este momento, mostre como Q (quantidade de calor), $\mathcal{C}$ (trabalho) e ΔU (variação da energia interna) se relacionam segundo este princípio.

Por fim, enfatize a ideia de conservação de energia existente na primeira lei da Termodinâmica. Apresente o estudo de sinais das grandezas Q, $\mathcal{C}$ e ΔU, informando como é o comportamento de um gás ideal submetido a diferentes valores para essas grandezas. Proponha, em grupos de dois ou três estudantes, a resolução dos problemas, a partir do exercício 2, da seção **Atividades**. Circule entre os grupos, verificando o entendimento dos conceitos e eventuais dúvidas que ainda persistam. Por meio da resolução dos problemas propostos e com a discussão sobre a primeira lei da Termodinâmica e sobre a conservação da energia, será trabalhada a habilidade **EM13CNT101**, ao sugerir que os estudantes analisem 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.

Na sequência, proponha aos estudantes que, individualmente, elaborem um mapa conceitual, relacionando os principais conceitos trabalhados neste Tema. Para isso, você pode utilizar a rotina de pensamento "Gerar, Classificar, Conectar e Elaborar: mapas conceituais" (em inglês, *Generate*, *Sort*, *Connect*, *Elaborate*). Oriente-os na elaboração seguindo estes passos:

- Liste ideias, palavras, termos, conceitos e pensamentos que estejam relacionados ao conceito da primeira lei da Termodinâmica.

Verifique se aparecem os termos: conservação da energia, energia interna, calor e trabalho.

- Organize sua lista de acordo com a importância que você acha que esses termos têm. Coloque as ideias mais importantes perto do centro da página e as ideias menos importantes para fora da página.
- Conecte as ideias, as palavras, os termos, os conceitos e os pensamentos desenhando linhas de conexão entre aqueles que você acha que têm algo em comum. Escreva uma frase curta explicando por que fez essa conexão.
- Reelabore seu mapa, a qualquer momento, adicionando novas ideias, palavras, termos, conceitos e pensamentos que expandam os conceitos estudados.

Ao final, peça a alguns estudantes que mostrem seus mapas conceituais. Para ajudar na orientação desse conteúdo, leia o artigo de Aguiar e Correia (2013), que apresenta os conceitos centrais na elaboração de mapas conceituais, bem como propostas de treinamento e exemplos do que são considerados bons mapas.

Após a apresentação dos mapas e uma breve discussão sobre os conceitos aprendidos no desenvolvimento deste Tema, proponha aos estudantes que realizem uma autoavaliação, com base na seção **Reflita sobre seu aprendizado!** Solicite a eles que destaquem o que mais chamou a atenção deles durante o estudo do Tema e quais foram as dificuldades. Essa estratégia favorece o desenvolvimento das subdimensões metacognição e autoavaliação das **Competências Gerais 1 e 6**, respectivamente.

Atividade complementar

Acesse o artigo de Brito (2008), intitulado "Flogisto", "Calórico" & "Éter" (Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/ctm/v20n3-4/v20n3-4a08.pdf>. Acesso em: 7 set. 2020). O texto está em português de Portugal, portanto pode ser que algumas palavras tenham uma grafia diferente da habitual.

Leia o tópico 2: "Lavoisier repudia o 'Flogisto' mas adopta o 'Calórico'". Anote as palavras que desconhece e marque as partes consideradas principais para o entendimento do texto.

Em grupos, façam uma pesquisa sobre as palavras desconhecidas e compartilhem o que vocês entenderam do texto. Em seguida, responda às questões propostas abaixo.

1. Construa uma linha do tempo com os principais fatos históricos que modificaram a visão de calor ao longo do tempo.
2. O que é calórico e como ele é entendido hoje pela Ciência?
3. Qual é a diferença entre o conceito de calor e o conceito de calórico?
4. Qual foi o processo até se chegar ao enunciado da primeira lei da Termodinâmica?
5. Como você analisa o trabalho dos cientistas a partir desse episódio?
6. Como os estudos científicos sobre Termodinâmica influenciaram a Revolução Industrial? Cite um exemplo de transformação social que surgiu a partir desses estudos.

• Resoluções da atividade complementar

1. A linha do tempo pode contemplar mais ou menos fatos. Mencionaremos alguns considerados mais importantes:
   - 550-322 a.C. – Antiguidade

     Empedócles (495-430 a.C.): a matéria é constituída pelos quatro elementos.

     Heráclito (550-480 a.C.): o fogo é o princípio primeiro de todas as coisas.

     Aristóteles (384-322 a.C.): define fogo como o movimento de partículas extremamente pequenas.
   - 1200-1750

     1214-1630: Roger Bacon (1214-1294) e Johannes Kepler (1571-1630) intuíram que o calor seria devido ao movimento de partículas internas da matéria.

     1564-1727: Galileu (1564-1642) e Newton (1642-1727) entendiam calor como um fluido, assim como Aristóteles.

     Início da análise quantitativa do calor. Vislumbraram o calor como matéria, o que levou ao pensamento de que poderia ser pesado. Tempos depois, houve a verificação de que corpos aquecidos não pesavam mais do que corpos frios.
   - 1750-1850

     De meados do século XVIII até meados do século XIX: Calórico era a matéria do calor ou um fluido térmico. Possuía características difíceis de compreender em relação a outras entidades já conhecidas naquela época. Ele era classificado como indestrutível, imponderável, dotado de grande elasticidade, e autorrepulsivo, já que tinha a capacidade de penetrar em todos os corpos. O calórico explicava alguns fenômenos – calores específicos das diferentes substâncias eram explicados considerando que o calórico era atraído de modo desigual pela matéria; por sua vez, a dilatação térmica era explicada pela autorrepulsão do calórico; a água era uma combinação do

PÉ-MODERNA

gelo com calórico em uma determinada proporção etc.

1761: Joseph Black estuda as mudanças de fase entre líquidos e sólidos, definindo o conceito de calor latente. Distingue os termos de calor e temperatura. Apoiava-se na hipótese do calórico para explicar os fenômenos.

Lavoisier (1743-1794) insere o calórico como um dos elementos da tabela periódica.

1783: Lavoisier e Laplace (1749-1827) definem o calor como sendo um fluido que penetra nos corpos que dependem da sua temperatura e da sua capacidade para retê-lo e que tem como resultado a agitação das partículas constituintes da matéria.

1760–1840: Revolução Industrial – muitos estudos sobre o calor.

Sucessivos trabalhos de Benjamin Thompson (1753--1814), Humphrey Davy (1778-1829), James Prescott Joule (1818-1889), Julius Robert von Mayer (1814--1878), Rudolf Julius Emmanuel Clausius (1822 -1888).

Definem a temperatura de um corpo como uma consequência da maior ou menor agitação das moléculas constituintes desse corpo.

1798: Thompson (Conde de Rumford) investigou experimentalmente a produção de calor por atrito em uma fábrica de canhões de Munique. Verificou que o atrito de duas peças era capaz de elevar a temperatura da água e que o peso dos corpos não se alterava durante o processo. Elimina o conceito de calórico e preconiza a primeira lei da Termodinâmica.

1812: Davy publicou igualmente os resultados de experiências baseadas também na fricção, concluindo que "a causa imediata dos fenômenos caloríficos é o movimento".

1824: Sadi Carnot (1796-1832) ainda usa o calórico ao elaborar o que mais tarde seria a segunda lei da Termodinâmica, considerando que uma potência motriz (trabalho) só poderia ser produzida em uma máquina por uma "queda de calórico" de um corpo quente para um corpo frio. Reconheceu posteriormente o erro no conceito de calórico.

1835: Joule começa a estudar as relações entre calor e eletricidade – que mais tarde ficam conhecidas como Efeito Joule.

1840: Experimento da conversão de trabalho em calor. O experimento consiste em agitar com pás um recipiente com água, verificando o aumento da temperatura da água. A partir disso, determinou o equivalente calorífico do trabalho.

1840: Mayer cria o primeiro enunciado claro da equivalência entre calor e trabalho, com uma precisa determinação do equivalente mecânico do calor, dando os passos no sentido de uma interpretação do calor próxima ao que sabemos hoje. Seu trabalho foi realizado em seu consultório médico e ignorado pela comunidade científica.

1842: disputa sobre a prioridade das descobertas de Joule (britânico) e Mayer (alemão), com contornos mais nacionalistas que científicos, uma vez que as pátrias dos dois cientistas se rivalizavam politicamente.

Cientistas e projetistas de máquinas tinham aderido incondicionalmente ao princípio de Carnot, alicerçado no conceito de calórico.

1850: Clausius propõe que calor e trabalho são manifestações de um mesmo fenômeno: energia. Propõe que a conversão de um tipo de energia em outra não afetava a energia total do Universo, que permanecia constante.

- A partir de 1900

  1921: Max Born formula um novo enunciado do primeiro princípio da Termodinâmica, estabelecendo uma definição precisa de quantidade de calor que resulta da energia cinética global das moléculas de um corpo – a energia interna.

2. Calórico era considerado uma partícula – a partícula do calor – e mais tarde passa a ser entendido como um fluido térmico. Era indestrutível, imponderável, dotado de grande elasticidade e autorrepulsivo, tinha a capacidade de penetrar em todos os corpos. Os cientistas, por muitos anos, procuraram evidenciar a sua existência buscando verificar experimentalmente se objetos aquecidos ficavam mais pesados. A dificuldade em mantê-lo enquanto teoria começou quando se percebeu que trabalho era capaz de gerar calor. A partir daí, vários cientistas procuravam compreender como o calórico poderia se converter em trabalho e vice-versa, até entenderem que a teoria não fazia sentido. Atualmente, sabe-se que o calor e o trabalho são duas manifestações de energia e, portanto, não se usa mais o conceito de calórico.

3. Calórico era compreendido como matéria – fosse partícula ou fluido –, que era uma propriedade dos corpos e podia ser transferida entre eles. O calor é entendido como energia, que se transfere de um corpo a outro, pode se transformar em outros tipos de energia (mecânica, elétrica, etc.) e se conserva em relação ao sistema total.

4. O processo para chegar à primeira lei da Termodinâmica começou com Thompson (também conhecido como Conde de Rumford), por volta de 1798, quando realizou experimentos que verificaram que o atrito era capaz de gerar calor, relacionando assim o movimento ao calor. Por volta de 1840, Joule e Mayer falavam sobre a equivalência entre calor e trabalho – chamado de equivalente mecânico do calor. Em 1850, Clausius compreende que calor e trabalho são duas faces do mesmo fenômeno: a energia. Em 1921, Born formula o novo enunciado da primeira lei, considerando agora a energia cinética das moléculas ou energia interna.

5. A partir desse episódio, a Ciência se mostra passível de falhas, inacabada e como um processo em constante construção. O episódio retrata que o conhecimento sobre calor demorou muitos e muitos anos para ser desenvolvido e, ainda assim, não está acabado. As teorias são aceitas na medida em que podem explicar os fenômenos e começam a ser colocadas em dúvida quando novas interpretações começam a despontar no cenário científico. Esse episódio mostrou a participação de inúmeros cientistas que trabalhavam colaborativamente e também em processo de disputas pela aceitação de suas ideias. Alguns nomes importantes acreditavam nessa teoria e usavam o calórico para construir suas explicações, mostrando que, embora hoje seja considerado errôneo, foi um importante conceito para o desenvolvimento científico.

6. A Revolução Industrial trouxe à tona uma necessidade social de aumentar a produção e diminuir o trabalho humano, por meio das máquinas. Com isso, cientistas e

MODELO

engenheiros trabalhavam na produção de máquinas que eram aperfeiçoadas para melhorar seu rendimento. A relação estabelecida entre a Revolução Industrial e a Ciência foi dialética, pois, na medida em que as máquinas melhoravam do ponto de vista tecnológico, o entendimento científico se ampliava, e, ampliando-se, podia melhorar ainda mais as máquinas. Parte disso pode ser observada na linha do tempo, em que os maiores avanços no conceito de calor acontecem junto com a Revolução Industrial. As locomotivas a vapor são um bom exemplo de como as máquinas térmicas transformaram as relações sociais, pois facilitaram o transporte de cargas e de pessoas.

Tema 3 – Nutrientes e aditivos alimentares

Objetivos de aprendizagem

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

- Relacionar a composição química dos macro e micronutrientes presentes nos alimentos com suas propriedades e funções metabólicas.
- Identificar os alimentos como fontes de nutrientes, diferenciando os macronutrientes e os micronutrientes.
- Reconhecer a importância dos nutrientes para o organismo.
- Reconhecer algumas interações biológicas exercidas por micronutrientes.
- Conhecer os aditivos alimentares e sua função nos alimentos processados.
- Avaliar os riscos causados à saúde pela ingestão de aditivos alimentares ou da má alimentação.

Subsídios para o planejamento

O Tema 3 deve ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Química**. Nele, é abordada a composição química dos macro e micronutrientes presentes nos alimentos, bem como suas propriedades e funções metabólicas. Uma possibilidade para abordar esse Tema é utilizar o método cooperativo *Jigsaw*, no qual os estudantes participam ativamente do seu processo educativo e trabalham em grupo, conforme demonstrado na pesquisa de Fatareli, Ferreira, Ferreira e Queiroz (2010), indicada na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

A sequência didática sugerida foi dividida em quatro etapas: pré-teste individual, pré-julgamento de proposições dos grupos de base, estudo dos subtópicos pelos grupos de especialistas e, por fim, retorno aos grupos de base para compartilhar o que foi apreendido e apresentar as conclusões com o julgamento final das proposições.

1ª etapa – Pré-teste individual

Na etapa do pré-teste individual, os estudantes devem responder a questionamentos iniciais e julgar proposições pertinentes ao tema como Verdade (V) ou Mito (M). Isso será realizado individualmente e sem consulta aos materiais, com o intuito de investigar as concepções prévias acerca do tema.

Dessa forma, peça aos estudantes que respondam, no caderno, aos seguintes questionamentos: "Você tem uma alimentação saudável? Por quê?", "Por que existe quase 8 bilhões de pessoas em uma sociedade marcada pela produção em excesso de bens alimentícios?", "Do que você acha que os alimentos são constituídos?", "O que você sabe a respeito dos macro e micronutrientes dos alimentos, como, por exemplo, glicídios (carboidratos), proteínas, lipídios (gorduras), vitaminas e minerais?" e "E sobre as funções desempenhadas por esses nutrientes?". Depois, peça que compartilhem suas respostas e escreva no quadro as palavras-chave e os pontos em comum. Explique que o Tema abordará os nutrientes dos alimentos e os aditivos alimentares, ajudando-os a entender melhor sua alimentação.

Faça uma breve introdução utilizando os parágrafos de abertura, anteriores à seção dos lipídios. Pergunte aos estudantes se têm o hábito de ler os rótulos dos alimentos industrializados que consomem e explique que essa leitura é muito importante, pois ela pode contribuir um pouco para a melhora da alimentação. Os rótulos mostram as tabelas de informação nutricional dos alimentos, assim como os Valores Diários de referência (%VD) para os macro e micronutrientes. É neles que também estão compilados os ingredientes, inclusive informações sobre a presença de alergênicos, como o glúten e as proteínas do leite.

Após essa conversa inicial, peça que julguem as seguintes proposições acerca do tema como V ou M.

1. Os termos "*light*", "*diet*" e "zero" nos rótulos de alimentos significam a mesma coisa.
2. Todos os aditivos alimentares, como, por exemplo, gelificantes e estabilizantes, fazem mal à saúde e não trazem nenhum benefício para as pessoas.
3. O açúcar mascavo contém mais nutrientes que o açúcar refinado, mesmo que ambos sejam glicídios.
4. A ingestão de fibras alimentares (um tipo de polissacarídeo, como a celulose, a lignina e a pectina) ajuda no funcionamento intestinal.
5. Pessoas que não consomem produtos de origem animal, como carne, leite e ovos, não conseguem obter proteínas de nenhum outro alimento, senão pela ingestão desses.
6. A manteiga é mais saudável que a margarina (contendo gordura *trans*), pois a gordura *trans* não é bem metabolizada pelo organismo e gera acúmulos nas membranas celulares e doenças cardiovasculares.
7. É pela ingestão de macronutrientes (glicídios, proteínas e lipídios) que obtemos a maior parte da energia necessária para manter diversas funções do nosso organismo.
8. Quanto mais micronutrientes, como vitaminas e sais minerais, ingerirmos, melhor. Não há nenhum perigo nisso e não é preciso orientação médica para consumi-los na forma de comprimidos ou bebidas concentradas para a suplementação.
9. A ingestão de algumas vitaminas pode retardar o envelhecimento e o aparecimento de diversas doenças, como o câncer.
10. O mineral cálcio, presente em leite e derivados, além de sardinha e frutos do mar, previne a osteoporose.

As proposições foram elaboradas com base em afirmações do cotidiano sobre alimentos fundamentadas no senso comum e nas concepções alternativas, de forma a exemplificar e abordar todos os tópicos principais do tema, como:

EM OBRA

tabelas de informação nutricional, ingredientes e aditivos alimentares, macro e micronutrientes, glicídios, proteínas, lipídios, vitaminas e minerais. Nas próximas etapas, os estudantes devem discutir sobre elas em grupos e, após lerem o Tema 3 e outros materiais específicos do assunto, chegar a uma resposta final. A investigação das proposições em fontes de pesquisa confiáveis e materiais sugeridos promove a argumentação com base em dados científicos e estimula o desenvolvimento das **Competências Gerais 2 e 7** e da habilidade **EM13CNT303**. Ao longo da sequência didática, serão sugeridos materiais para conduzir o estudo do tema e que ofereçam um panorama das concepções alternativas acerca da temática.

- **2ª etapa - Pré-julgamento de proposições dos grupos de base**

Nesta etapa, peça aos estudantes que formem seis grupos, de quatro a seis integrantes cada um, e estabeleçam papéis e funções a cada membro, entre mediador (aquele que medeia a comunicação entre pessoas com diferentes argumentos, com o objetivo de chegar a um consenso), redatores (aqueles que escreverão as respostas do grupo), relatores (responsáveis por expor as conclusões do grupo para a turma) e porta-voz (aquele que tira dúvidas com o professor). Além disso, nesta etapa também deverão discutir as proposições iniciais entre o grupo e, após chegarem a um consenso, os relatores vão classificá-las no quadro em V ou M e explicar por que o grupo chegou àquela conclusão. Esta etapa valoriza a subdimensão expressão da **Competência Geral 4**, ao passo que os estudantes compartilham informações e constroem coletivamente o conhecimento, como também as subdimensões diálogo, convivência e colaboração da **Competência Geral 9**, visto que o trabalho será realizado em grupo.

- **3ª etapa - Estudo dos subtópicos pelos grupos de especialistas**

Inicie esta etapa explicando que todos os integrantes dos grupos de base serão divididos em seis grupos de especialistas. Nesse novo grupo, os estudantes devem estudar um assunto em específico com a finalidade de responder às proposições iniciais; depois retornam ao grupo de base, no qual discutirão o que aprenderam e julgarão cada proposição novamente. Nesse momento, os estudantes são levados a construir e incorporar estratégias para obter informações confiáveis e a conquistar autonomia, subdimensões importantes da **Competência Geral 1**.

Divida então os grupos de base em grupos de especialistas e forneça a cada grupo uma letra, de A a F, relacionada ao tema que deverá ser estudado por seus integrantes. O grupo de especialistas A deverá colher informações sobre as funções metabólicas dos nutrientes; o grupo B se especializará na composição química dos alimentos, nomenclatura e propriedades; o grupo C, na tabela nutricional e ingredientes; o grupo D, nos exemplos de alimentos com determinados nutrientes; o grupo E, nos malefícios para a saúde decorrentes da má alimentação; e, por fim, o grupo F, na ingestão diária recomendada, alimentação e hábitos saudáveis.

Inicialmente, cada grupo de especialistas deve ler o Tema 3 do Livro do estudante focando principalmente em responder aos tópicos apresentados e que se atenham à sua especialidade, mas prestando atenção em todo o conteúdo. Cada grupo também deverá realizar pesquisas, em fontes confiáveis, em outros materiais sobre os tópicos que envolvam sua especialidade. Dessa forma, se for possível, reserve o laboratório de informática da escola para que possam realizar pesquisas na internet e em fontes recomendadas. O uso dessa ferramenta favorece o trabalho com a **Competência Geral 5**, proporcionando ao estudante uma forma de aprendizagem *on-line* confiável. Aproveite e incentive os estudantes a explorar as sugestões de materiais do **Fique por dentro**, que, além de complementar o conteúdo abordado, aprimora o trabalho com a **Competência Geral 5**. Todas as informações obtidas deverão ser organizadas por escrito para a apresentação ao grupo de base na próxima etapa, assim como em uma folha avulsa para entrega ao professor.

- Grupo de especialistas A

Este grupo ficará responsável por analisar e elencar as funções metabólicas dos nutrientes, ou seja, como a ingestão de macro (glicídios, proteínas e lipídios) e micronutrientes (vitaminas e sais minerais) auxilia no funcionamento do corpo humano, o que favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT202**. Peça ao grupo que apresente também as estruturas e a função das macromoléculas no organismo vegetal, destacando as diferenças funcionais dessas moléculas na planta e no corpo humano. Você pode sugerir que eles organizem a apresentação em forma de mapas mentais, mostrando as relações entre nutrientes e funções.

- Grupo de especialistas B

Entregue ao grupo B as representações estruturais de moléculas que servem de exemplo para cada nutriente estudado no Tema 3. Entregue também o nome dessas moléculas e frases relacionadas a elas. Atente-se para o fato de que todos os itens devem ser entregues de modo aleatório, sendo função dos estudantes formar o trio "estrutura – nome – frase". Peça que identifiquem as funções orgânicas presentes em cada molécula. Se preferir, em vez de imprimir as estruturas e as frases, você pode desenhá-las e escrevê-las no quadro para que copiem. Todas as moléculas citadas estão no Livro do estudante, e algumas deverão ser relacionadas em conjunto com a frase. Após identificar as funções orgânicas, eles podem sistematizar em uma tabela como é feita a sua nomenclatura geral e como as moléculas se comportam em relação à variação da temperatura de fusão e de ebulição (fase a 25 °C) e em relação à variação da solubilidade com o aumento da quantidade de átomos de carbono na cadeia, de substituintes e da intensidade das forças intermoleculares. O objetivo desta atividade é possibilitar aos estudantes que reconheçam a composição química dos nutrientes e suas propriedades físico-químicas, favorecendo o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT101** e **EM13CNT307**. Abaixo, a lista com os textos descritores de cada representação estrutural.

— Aspartame: Adoçante utilizado como aditivo alimentar; apresenta as funções ácido carboxílico, amina, amida e éster.
— D-glicose e D-frutose: Monossacarídeos isômeros de função, classificados em aldoses e cetoses, que, quando ligados, formam a sacarose. São poliálcoois.
— Sacarose: Dissacarídeo formado pela ligação glicosídica entre a D-glicose e a D-frutose, apresentando as funções álcool e éter. É um glicídio presente no açúcar comum.

ENCYCLOPEDIA

— Álcool cumarílico: Uma das três moléculas que são encontradas na lignina (tipo de fibra alimentar, um polissacarídeo), a qual apresenta as funções orgânicas éter, fenol e álcool em sua estrutura.
— Glicina: Aminoácido não essencial obtido pela hidrólise de proteínas, denominado ácido aminoacético e que pode realizar ligações de hidrogênio, ou, ainda, ligações peptídicas para formar amidas. Apresenta as funções ácido carboxílico e amina.
— Ácido elaídico e ácido oleico: Ácidos graxos isômeros espaciais (*cis* e *trans*) presentes no azeite. São um tipo de lipídio. Apresentam a função ácido carboxílico.

- Grupo de especialistas C

Instrua o grupo C a pesquisar os rótulos de alimentos que apresentem versões original, *diet*, *light* e zero. Eles devem também buscar por rótulos de açúcar mascavo e refinado. Depois, deverão observar a tabela nutricional e os ingredientes descritos, comparar as informações apresentadas e descrever as semelhanças e diferenças encontradas. Além disso, devem anotar quais ingredientes acreditam ser aditivos alimentares e quais são as suas funções. Nesse momento, há mobilização das subdimensões autoconsciência e cuidados com saúde e desenvolvimento físico da **Competência Geral 8**.

- Grupo de especialistas D

O grupo D deve pesquisar três exemplos de alimentos que sejam fontes de cada nutriente estudado, entre eles, glicídios, proteínas, lipídios, vitaminas e minerais. Eles também devem procurar exemplos de aditivos alimentares usados nos alimentos. Depois, devem sistematizar as informações encontradas em uma tabela e observar quais nutrientes estão presentes nos alimentos citados nas proposições. Nesse momento, há mobilização das subdimensões autoconsciência e cuidados com saúde e desenvolvimento físico da **Competência Geral 8**.

- Grupo de especialistas E

O grupo E deverá discutir e realizar anotações sobre o uso de aditivos alimentares e como a má alimentação está associada com as doenças cardiovasculares, o diabetes, o câncer, a obesidade e a osteoporose. A matéria da *Revista Pesquisa Fapesp* "Alimentos que engordam" (ZORZETTO, 2019), indicada na seção *Apoio ao trabalho pedagógico,* pode auxiliar nessa discussão. Avaliar os riscos causados pelos aditivos e pela má alimentação favorece a habilidade **EM13CNT104**, bem como a **EM13CNT202**.

- Grupo de especialistas F

O grupo F deverá ler a resolução da Anvisa nº 360/2003, que dispõe sobre os Valores Diários de referência e de ingestão diária recomendada, relacionando-os com a hipervitaminose e a interação entre micronutrientes. Além disso, também deverá elencar hábitos saudáveis de vida a partir da leitura da matéria "Hábitos saudáveis poderiam evitar 27% dos casos de câncer no Brasil" (ZIEGLER, 2019). Essas referências estão indicadas na seção *Apoio ao trabalho pedagógico.* É importante que este grupo também se preocupe em entender que essas recomendações nutricionais não chegam a toda a população. Os hábitos alimentares também são delineados pelas desigualdades sociais presentes no país. Percebemos essas desigualdades quando constatamos, por exemplo, que, nos supermercados brasileiros, mais de 50% dos alimentos são descartados por motivos banais, ao mesmo tempo que muitos não têm o que comer. Tais leituras favorecem o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT202** e **EM13CNT207**, dada a abundante existência de conhecimento nutricional e, paradoxalmente, a falta de alimento para determinadas populações.

- **4ª etapa – Retorno aos grupos de base e julgamento final das proposições**

Após terem colhido informações e aprendido sobre um assunto específico do tema nos grupos de especialistas, os estudantes deverão voltar aos grupos iniciais e compartilhar o que foi aprendido durante o estudo de seu subtópico. Eles devem realizar um novo julgamento das proposições dadas na 1ª etapa, aplicando os conhecimentos construídos anteriormente. Ao realizar a discussão, deverão agir conforme os papéis que lhes foram estabelecidos. Em seguida, os relatores de cada grupo farão a exposição oral para a turma sobre como desenvolveram cada proposição, e se ela é Verdade (V) ou Mito (M).

Trabalhe as proposições uma de cada vez, e, ao mostrar a resolução, aproveite a sua temática para se aprofundar nos assuntos. A resolução das proposições é a seguinte:

1. (M). Os termos têm significados diferentes. *Light* significa que o alimento apresenta redução mínima de 25% de algum nutriente ou caloria, seja de sódio, glicídios, proteínas ou lipídios, comparado ao alimento original. O termo *diet* indica que o alimento tem restrição de algum nutriente. Eles são destinados a grupos populacionais específicos, como para hipertensos, que devem controlar a quantidade de sódio. Por fim, o alimento "zero" indica a isenção de algum nutriente, por exemplo, o refrigerante zero açúcar ou o leite zero lactose. Nesse caso, para ser considerado zero, o produto deve ser isento ou ter no máximo 0,5 g do nutriente em 100 g do alimento pronto para o consumo.
2. (M). Os aditivos alimentares são utilizados para melhorar as propriedades dos alimentos, como o tempo de conservação ou seu valor nutricional. Não devem ser associados aos contaminantes de alimentos, e o seu consumo não necessariamente acarreta efeitos colaterais aos seres humanos. Entretanto, alguns deles são comprovadamente nocivos ou causam severas reações em determinados grupos de pessoas, como o aspartame e o BHT.
3. (V). O açúcar mascavo é submetido a menos etapas de processamento, preservando os minerais e as vitaminas presentes na matéria-prima empregada para sua obtenção.
4. (V). Além de contribuir para a sensação de saciedade durante uma refeição, elas promovem o crescimento de bactérias necessárias para o bom funcionamento do intestino grosso.
5. (M). Outros alimentos de origem vegetal, como cereais e soja, são fontes ricas em proteínas.
6. (V). A gordura *trans* presente na margarina não é bem metabolizada pelo organismo e acumula-se nas membranas celulares. Esse acúmulo é responsável por aumentar os níveis de lipoproteínas de baixa densidade na corrente sanguínea e por reduzir os níveis de lipoproteínas de alta densidade, o que aumenta o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

EM MODERNA

7. (V). A maior parte da energia de que nosso corpo precisa é obtida por meio da ingestão de macronutrientes. Cada grama de glicídio e de proteína é capaz de liberar 17 kJ de energia, em média, ao passo que um grama de lipídio libera 38 kJ, em média. Além de fornecer energia, os nutrientes também desempenham funções importantes, como catalisadores, hormônios, isolantes térmicos, neurotransmissores, etc.
8. (M). Não se devem consumir vitaminas acima da IDR, pois as lipossolúveis tendem a ser estocadas no tecido adiposo, o que pode causar a hipervitaminose. O mesmo ocorre para os minerais, como, por exemplo, o sódio, cujo excesso na alimentação está associado à hipertensão. Além disso, a ingestão dos minerais não está associada unicamente à quantidade consumida, mas também à biodisponibilidade do elemento. Dessa forma, deve-se buscar por um profissional para receitar a suplementação na forma de comprimidos ou bebidas concentradas.
9. (V). Essas substâncias podem combater os radicais livres e, portanto, o envelhecimento ou doenças como o câncer.
10. (V). O cálcio é extremamente importante na prevenção e combate à osteoporose, pois é essencial na constituição dos ossos e na contração muscular.

Atente-se às concepções alternativas e dúvidas ao longo da exposição. Diferencie os termos na proposição 1, aos quais muitas vezes são atribuídos significados iguais. Com relação aos aditivos alimentares apresentados na proposição 2, Andrade (2018) relata que os estudantes tendem a generalizá-los como substâncias maléficas à saúde, não reconhecendo seus benefícios e possíveis usos, como a conservação de um alimento por um tempo maior. Além disso, como mostrado por Mussolini (2012), muitas vezes eles podem utilizar o termo alimento como sinônimo de nutriente, podendo não reconhecer os processos de digestão que ocorrem no corpo humano para que este se torne disponível a partir dos alimentos. Da mesma forma, é importante que consigam distinguir os processos de formação dos macronutrientes a partir de monossacarídeos, ácidos graxos e aminoácidos, propiciando o estímulo da habilidade **EM13CNT202**. Sendo assim, utilize as proposições 3, 4 e 5 para distingui-los e aprofundar o conhecimento acerca de suas reações. As referências completas dos artigos mencionados podem ser encontradas na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Outro aspecto importante é que os estudantes podem reconhecer o malefício das gorduras *trans*, mas não conseguem identificá-las ou apresentam dificuldades para comparar as diferentes isomerias, como a isomeria constitucional e a diastereoisomeria. Para tal, você pode utilizar a proposição 6 e a seção **Prática investigativa** para comparar os ácidos graxos saturados e insaturados. Antes de executar o experimento, peça aos estudantes que respondam às questões do tópico **Prepare-se!**. Esta é uma etapa importante que subsidiará conhecimentos essenciais para o seu entendimento e conclusão. Ressalte que os óleos são constituídos predominantemente por triglicerídios formados a partir de ácidos graxos insaturados, enquanto as gorduras contêm predominantemente triglicerídios formados a partir de ácidos graxos saturados. Portanto, o que diferenciará essas duas amostras, em função de suas propriedades físicas e químicas, é a abundância relativa de triglicerídios derivados de ácidos graxos saturados e de ácidos graxos insaturados em suas constituições. Na atividade, recomendamos que você seja o responsável por manipular os tubos de ensaio durante o banho-maria, mas oriente os estudantes a participar das demais etapas e, sobretudo, a observar atentamente cada etapa do experimento e a registrar as características e as evidências. A realização dessa prática investigativa favorece o trabalho com a **Competência Geral 2**, uma vez que os estudantes recorrem à abordagem própria das Ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, bem como elaboram e testam hipóteses. Também mobiliza as **Competências Gerais 4, 7 e 9**, pois os estudantes são convidados, no tópico **Discuta com seus colegas**, a desenvolver opiniões e argumentos, com base em dados e evidências, além de exercitar o diálogo a partir da linguagem científica e a cooperação durante a atividade.

Mussolini (2012) também destaca as concepções alternativas que atribuem aos nutrientes a função única de fonte energética. Dessa forma, vale destacar nas proposições 7 e 8 as funções variadas dos nutrientes, além de diferenciar os macros dos micronutrientes. Atente-se também às concepções do senso comum destacadas nas proposições de 8 a 10, que incluem a ausência de conhecimento sobre a biodisponibilidade dos minerais e a interação entre micronutrientes, além do não reconhecimento da importância de profissionais como nutricionistas e da discussão sobre os malefícios de ingerir nutrientes em excesso.

Nesse momento, reserve um tempo da aula para discutir com os estudantes quais são as classes de alimentos presentes na culinária típica brasileira. Espera-se que eles reconheçam a diversidade de nutrientes encontrada nos pratos da nossa cultura. Promova a leitura coletiva do boxe + do Livro do estudante. A discussão sobre os aspectos históricos do desenvolvimento da culinária brasileira valoriza as influências de diferentes povos e culturas e, portanto, mobiliza a **Competência Geral 3**.

Peça, então, que resolvam os exercícios da seção **Atividades** e faça uma correção coletiva, convidando os estudantes a explicar como chegaram à resposta de cada questão.

Por fim, leve os estudantes a refletir sobre todo o conteúdo e sobre seu modo de vida, por meio da escrita de um parágrafo sobre o que aprenderam com o tema e como isso impactará na sua alimentação e nas práticas de vida saudáveis, estimulando-os a cuidar de sua saúde. Esse exercício pode favorecer o desenvolvimento das **Competências Gerais 8 e 10**, já que possibilita a análise da própria situação e reflexões sobre autocuidado e responsabilidade. Além disso, incentive-os a refletir sobre a questão da seção **Reflita sobre seu aprendizado!**, pois favorece o desenvolvimento da subdimensão metacognição da **Competência Geral 1**, como também da subdimensão autoavaliação da **Competência Geral 6**.

É importante ressaltar que esta sugestão de trabalho tem como objetivo maior fazer um levantamento de concepções prévias, paralelamente ao questionamento de tais concepções, por meio do aprofundamento inicial, dado pelos estudantes, nos conteúdos de Química. Sugere-se, portanto, que não abdique de desenvolver sucessivas aulas, dentro do tempo de que dispuser, para dar profundidade aos conteúdos de Química que suscitaram o questionamento das concepções prévias.

EDIÇÃO PRÓPRIA

Tema 4 – Equilíbrio químico e sistema-tampão

Objetivos de aprendizagem

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

- Compreender os conceitos associados ao equilíbrio químico e como as perturbações desse equilíbrio influenciam nas reações.
- Prever o comportamento de reações reversíveis a partir da constante de equilíbrio.
- Interpretar o comportamento ácido-base de acordo com a teoria de Brønsted-Lowry, confrontando-a com a de Arrhenius.
- Avaliar a força de ácidos e bases em função das constantes de equilíbrio químico e do grau de ionização ou dissociação.
- Relacionar o caráter ácido-base de um sal em solução com a constante de hidrólise (K_h).
- Analisar os processos de dissolução e precipitação em termos da constante de equilíbrio (K_s).

Subsídios para o planejamento

O Tema 4 deve ser trabalho pelo professor do componente curricular **Química**, pois aborda o estudo dos equilíbrios químicos, como o equilíbrio ácido-base e de autoionização da água, além de apresentar conceitos e relações qualitativas e quantitativas acerca desse conteúdo.

Para trabalhar esse Tema, sugerimos como abordagem didática o uso de uma experiência demonstrativa-investigativa embasada na metodologia de Silva, Machado e Tunes (2010). A experiência é de baixo custo, acessível, não gera resíduos nocivos ao ambiente e pode ser realizada na sala de aula. Usando a "experiência do ovo", você conseguirá conduzir a aula de forma que os estudantes possam observar os fenômenos que ocorrem e relacioná-los com a teoria. A forma como as situações de aprendizagem foi proposta leva ao exercício da curiosidade e instiga a reflexão dos estudantes, propiciando o desenvolvimento da **Competência Geral 2**. Essa experiência vai relacionar como ocorre a formação de cárie pela interferência no equilíbrio químico desmineralização/mineralização da hidroxiapatita com os conceitos de equilíbrios ácido-base e soluções-tampão, e foi adaptada de Gaspar (2017) e Sampaio (2014). As referências completas dos artigos mencionados podem ser encontradas na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

• 1ª etapa – Formulação da pergunta inicial e realização da atividade prática

Inicie a atividade pedindo aos estudantes que formem grupos de 4 a 6 integrantes. Depois, apresente a pergunta problematizadora que deverá ser discutida por eles: "Qual é a função dos íons fluoreto na prevenção de cáries dentárias?". Então, explique que neste Tema vão aprender os conceitos da Química que contribuem para cuidar da saúde bucal a fim de evitar o aparecimento de cáries, o que possibilita a eles cuidar de sua saúde física e conhecer o funcionamento do corpo humano, como pretendido na **Competência Geral 8** e na habilidade **EM13CNT202**.

Na sequência, explique aos grupos que vão realizar um experimento inicial que é análogo à formação de cáries e do efeito de proteção do flúor nos dentes. Entregue a cada grupo o roteiro a seguir para a preparação do experimento e o "Kit do experimento do ovo". Recomendamos o máximo de 3 kits para que não sejam gerados tantos resíduos pela turma, mesmo que mais de dois grupos acompanhem o mesmo experimento.

Material para cada kit

- 5 cascas de ovos cortadas na metade em tamanhos semelhantes (previamente lavadas com água e secas)
- 5 béqueres de 250 mL ou copos
- Água (se possível destilada)
- 400 mL de vinagre
- Flúor gel tópico (1,23% NaF) ou gel dental (1100 ppm NaF)
- Balança
- Pinça
- Caneta marcadora permanente
- Tesoura ou compasso
- Pincel ou escova de dente macia
- Papel toalha ou guardanapo

Cuidados: segurança e descarte

Antes de iniciar a atividade, peça à turma que se reúna em grupos, leia todo o procedimento e consulte o infográfico **Segurança no laboratório**, no início do Livro do estudante. É recomendado que o professor faça o orifício nas cascas de ovo. Caso o vinagre entre em contato com as mãos, lavem-nas imediatamente com água em abundância. O descarte de vinagre poderá ser feito normalmente na pia e as cascas de ovo podem ser jogadas no lixo orgânico.

Procedimentos

1ª parte

- Afira a massa (m_1) de quatro cascas e anote-as identificando como "Branco", A_1, A_2 e A_3. Espere o tempo necessário até que o valor na balança esteja constante, evitando erros.
- Mergulhe a casca "Branco" em um recipiente com 100 mL de água e cada uma das cascas A_1, A_2 e A_3 em um recipiente com 100 mL de vinagre.
- Após 30 minutos, retire as cascas da solução com a pinça, lave-as cuidadosamente com água e seque-as com o papel toalha.
- Após a secagem, afira a massa (m_2 após imersão) de cada casca individualmente Branco, A_1, A_2 e A_3 e anote-as.

2ª parte

- Faça um pequeno orifício com a tesoura na parte interna côncava e mais profunda da metade da casca de ovo que sobrou. Esse orifício servirá apenas para que a casca permaneça no fundo do recipiente posteriormente.
- Usando a caneta marcadora permanente, divida a face externa da metade da casca em duas, traçando uma linha reta. Marque um ponto em uma das superfícies.
- Com um pincel, espalhe uma camada de flúor em gel apenas no lado marcado com o ponto.

MODERNA

- Deixe secar o flúor e remova o excesso com o papel, tomando cuidado para não quebrar a casca nem expor o flúor ao outro lado da metade da casca de ovo que sobrou.
- Posicione a casca de ovo no fundo do recipiente e preencha com 100 mL de vinagre até cobri-la.
- Desenhe e anote o que ocorreu e aguarde por mais instruções do professor.

Durante a realização da atividade, conduza os três níveis de conhecimento químico de forma a desenvolvê-los e relacioná-los entre si:

1. **Observação macroscópica**: Guie os estudantes, pedindo que descrevam o que estão visualizando durante a realização de cada parte da atividade. Peça que desenhem e escrevam em uma folha avulsa possíveis explicações para o fenômeno observado em cada lado das cascas de ovo. Em seguida, cada grupo vai compartilhar com a turma suas conclusões. A observação macroscópica dessa atividade consiste em perceber que houve formação de bolhas e perda de massa em relação ao valor inicial nas cascas de ovo que foram embebidas em vinagre, mas não na casca marcada como "Branco". Por fim, ao imergir a casca dividida pela linha feita com a caneta permanente, será observado que apenas no lado que estava sem flúor há formação de bolhas de gás (do outro lado a formação de bolhas é insignificante).

Nesse momento, fique atento às ideias prévias dos estudantes; por exemplo, eles podem imaginar que também há liberação de gás na formação de cáries. Deixe claro que é um experimento análogo e não igual. Entre as ideias e os argumentos que ouvir por parte dos estudantes, use aquelas que não se diferem muito do conhecimento científico aceito para introduzir a interpretação submicroscópica (conteúdo teórico planejado para a aula). Para as ideias e os argumentos que se difiram, apresente contrapontos na forma de pergunta, possibilitando que os estudantes, por meio do diálogo, exerçam habilidades argumentativas e reformulem as ideias prévias. As questões-chave a serem feitas nesse momento são: "Por que a casca de ovo, formada principalmente por carbonato de cálcio, $CaCO_3$, foi escolhida para simular os dentes? Há algo parecido em suas composições químicas?"; "Por que o vinagre (solução de ácido acético) foi usado para fazer o papel da saliva no processo de formação de cárie?" e "Por que, na última parte da atividade, o vinagre reagiu de diferentes maneiras com as duas metades da casca do ovo?". Essas questões permitirão construir uma relação entre o nível de observação macroscópico e a interpretação submicroscópica. A atividade simula o que ocorre no dente quando exposto a ácidos e aos fluoretos. O $CaCO_3$ é solúvel em meio ácido como a hidroxiapatita presente no dente e o vinagre tem acidez comparável a da saliva após o consumo de doces.

2. **Interpretação submicroscópica**: Peça aos estudantes que leiam o Tema 4 do Livro do estudante no período extraclasse, como subsídio para responder às questões levantadas na observação macroscópica. Oriente-os para que, em uma folha avulsa, realizem os cálculos explicativos presentes no Livro, anotando as ideias principais de cada tópico e suas dúvidas. Em sala de aula, em grupos, permita que compartilhem suas anotações, aprendizagens e dificuldades acerca da leitura. Depois, o grupo deve organizar todas as dúvidas em comum e respostas às perguntas para compartilhar com a turma. Peça que respondam a uma pergunta de cada vez, e utilize-as para trabalhar todo o Tema. Após ouvir todos os grupos sobre a primeira questão, utilize as respostas que mais se assemelhem ao esperado para trabalhar os diferentes assuntos abordados.

Dessa forma, em relação à primeira questão, os grupos devem responder que a biocerâmica dentária é constituída de hidroxiapatita $Ca_5(PO_4)_3(OH)$ e que, nesse experimento, ela foi representada pelo $CaCO_3$ presente na casca de ovo, pois ambos têm cálcio em sua composição (mesmo cátion).

Em seguida, para trabalhar os conceitos da segunda questão, inicie com a leitura do texto "Por que os índios praticamente não tinham cárie?" (disponível em: <https://www.terra.com.br/vida-e-estilo/saude/saude-bucal/problemas-comuns/por-que-os-indios-praticamente-nao-tinham-carie,19580ab29e58f6c4923f7aac86334cacotl0y5ll.html>; acesso em: 11 set. 2020.) para direcioná-los a refletir sobre como a ingestão de certos alimentos, aliada à má higienização bucal, aumenta a chance de formação da cárie. Assim, os estudantes devem concluir que a alta ingestão de glicídios ou de alimentos cítricos diminuem o pH da saliva, efeito representado pelo vinagre, o que afeta o equilíbrio de desmineralização/mineralização da hidroxiapatita. Esses conceitos permitem aos estudantes avaliar os riscos à saúde bucal atrelados à ingestão de glicídios e propiciam o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT104**.

Utilizando como ponto de partida a classificação do ácido acético, discuta o tópico **Equilíbrios ácido-base**, iniciando pela inserção de aspectos históricos a respeito das teorias ácido-base de Arrhenius e Brønsted-Lowry, que podem ajudar os estudantes a realizar um paralelo das suas ideias com aquelas vigentes na época do conceito formulado. Nesse caso, mostre como o conceito científico de ácido-base se modificou a cada novo estudo, assim como as limitações de cada teoria. Por exemplo, os cientistas Brønsted e Lowry a partir das limitações da teoria de Arrhenius, ampliaram as definições de ácido-base. O artigo de Souza e Aricó (2017), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, pode ser um importante recurso nessa abordagem, pois os autores fazem uma análise histórica da construção dessas teorias, além de mencionar as contribuições de outros cientistas nesse processo. Enfatize que há várias outras teorias ácido-base, e que elas continuam se modificando, o que permite aos estudantes perceber como produções científicas são condicionadas ao momento em que foram produzidas, propiciando o desenvolvimento da **Competência Geral 1** e da habilidade **EM13CNT201**. Diferencie ambas as teorias usando exemplos do Livro do estudante, e tome cuidado com as concepções alternativas dos estudantes a respeito da classificação das substâncias em ácido e base. Conforme relatado por Lima, Sá e Vasconcelos (2019), estudantes tendem a identificar as substâncias como ácido se apresentarem hidrogênio e base se apresentarem oxigênio e hidrogênio. Dessa forma, ignoram a teoria de Brønsted-Lowry, que mostra que as substâncias podem se comportar tanto como ácido quanto como base, dependendo das outras espécies químicas presentes no meio.

Nesse tópico, também são abordados conceitos que dizem respeito ao equilíbrio químico e à reversibilidade das reações. Machado e Aragão (1996) mostram que os estudantes podem entender o equilíbrio químico como algo estático, em que as quantidades de reagentes e produtos se tornam iguais, com ausência de alterações no sistema, como

se a reação cessasse por completo. Além disso, eles tendem a compartimentalizar os reagentes e produtos, ou seja, imaginar que a reação ocorre em recipientes separados. Por isso, é fundamental que os estudantes entendam que uma reação está em equilíbrio químico quando a taxa de desenvolvimento da reação direta é igual à da reação inversa. Nesse caso, as concentrações das espécies químicas permanecem constantes no tempo e não, necessariamente, iguais.

Outro ponto importante na explicação da segunda questão envolve a água, uma vez que é um componente da saliva. Fale sobre essa substância para desenvolver os conceitos de autoionização da água, K_w, e para definir a escala de pH. Quanto a esses conceitos, cabe atentar a como os estudantes definem o pH. Conforme observado por Lima, Sá e Vasconcelos (2019), ao analisar as concepções acerca desse assunto, os estudantes tendem a definir pH simplesmente como um instrumento para medição do caráter ácido-base. Dessa forma, é importante o aprofundamento do assunto pela definição de pH como potencial hidrogeniônico, que indica a concentração em quantidade de matéria de íons H_3O^+ presentes na solução. Diga que também há a possibilidade de medição do caráter ácido-base pelo pOH. Aborde também como o termo "potencial" está associado aos logaritmos de base 10.

Antes de responder à terceira questão, alguns aspectos sobre as espécies químicas que integram essa reação devem ser discutidos: a força do ácido acético, presente no vinagre, a classificação do carbonato de cálcio e os sistemas-tampão da saliva.

Dessa forma, inicie a discussão sobre como medir a força dos ácidos e bases em geral, abordada no tópico **Constante de acidez e de basicidade**. Veja se há dúvida quanto aos cálculos propostos no Livro do estudante e, então, pergunte aos estudantes se seria observada alguma diferença caso o experimento tivesse sido feito com HCl em vez de vinagre. Para isso, compare a força do ácido acético com a do ácido clorídrico, apresentando os valores de K_a a 25 °C ($1{,}8 \cdot 10^{-5}$ e $1{,}0 \cdot 10^{7}$, respectivamente). Nesse caso, como o HCl é um ácido mais forte (maior valor de K_a), maior seria a extensão da transferência de hidrogênio na forma de próton para a água, aumentando a concentração de H_3O^+. Nesse sentido, com um maior número de oxônio no meio, mais frequentes seriam as colisões entre as partículas desse íon e do íon carbonato, constituinte da casca do ovo, portanto favorecendo cineticamente a transferência de prótons para esses ânions, levando ao aumento da taxa de consumo da casca do ovo – ou seja, a casca do ovo seria dissolvida mais rapidamente, na presença de solução aquosa de HCl do que de solução de ácido acético de mesma concentração em mol L^{-1}. Aproveite também para abordar como ocorrem as perturbações do equilíbrio químico como o efeito do íon comum e da diluição. Devido à periculosidade do HCl, tome cuidado caso queira abordar essa diferença adicionando uma nova etapa ao experimento inicial. Essa discussão possibilitará relacionar a força dos ácidos produzidos pela ingestão de glicídios com o surgimento de cáries.

O $CaCO_3$, sal presente na casca de ovo, é classificado como sal básico, uma vez que o cátion Ca^{2+} é par conjugado de uma base forte, $Ca(OH)_2$, e o ânion carbonato é a base conjugada do ácido carbônico, H_2CO_3, um ácido fraco. Esse sal pode ser formado pela seguinte reação de neutralização: $Ca(OH)_2(aq) + <H_2CO_3(aq)> \rightleftharpoons CaCO_3(s) + 2\,H_2O(l)$. Em água (pH = 7), o $CaCO_3$ é um composto insolúvel, e por isso não se nota o fenômeno. Outro exemplo de sal é o acetato de sódio (CH_3COONa), em que o cátion Na^+ é par conjugado de uma base forte (NaOH), conhecida como soda cáustica, e o acetato é a base conjugada do ácido acético, ou ácido etanoico. Aproveite esses conceitos para discutir o tópico **Constante de hidrólise e o pH de soluções salinas**, que aborda como os sais podem reagir com água na chamada hidrólise salina. Mostre, como exemplo, a equação global das reações envolvidas na dissolução do acetato de sódio em água, resultando em uma solução de caráter básico.

Com relação ao experimento da casca de ovo, o $CaCO_3$ é colocado em presença de vinagre. Como o meio é ácido, a dissociação do $CaCO_3$ em Ca^{2+} e CO_3^{2-} é favorecida, diferentemente do que ocorreria se fosse em água somente. Isso porque a reação de CO_3^{2-} com o oxônio presente na mistura é mais favorecida termodinamicamente do que com a água, levando à formação de H_2CO_3, o qual, por ser muito instável, decompõe-se em gás carbônico e água. O gás carbônico, por ser pouco solúvel em água, escapa para a vizinhança, e é o responsável pela formação de bolhas, evidenciando a ocorrência da reação. A reação de desmineralização é constatada com a comparação entre a massa inicial e a massa final, sendo notada a perda de massa.

O mesmo ocorre com o esmalte dentário, na presença dos ácidos formados após a ingestão de glicídios. No entanto, antes de analisar esse sistema, há outra variável que deve ser considerada: a saliva. A saliva influencia no equilíbrio desmineralização/mineralização do esmalte por meio da lavagem da boca e da neutralização dos ácidos produzidos pela fermentação ou ingeridos na alimentação, devido à sua propriedade tamponante. Essa propriedade está relacionada ao fato de a saliva apresentar três sistemas-tampão: um formado por CO_2/HCO_3^-, outro formado por $HPO_4^{2-}/H_2PO_4^-$, e outro com base na proteína mucina. Explore as propriedades da saliva para discutir os conceitos envolvidos no tópico **Soluções-tampão**, e resolva a questão 6 da seção **Atividades**. Para o melhor entendimento, desenvolva também os cálculos exemplificados para o tampão CH_3COOH/CH_3COO^-. Dessa forma, percebe-se que a saliva medeia o equilíbrio desmineralização/mineralização; no entanto, o tampão bucal nem sempre é suficiente para neutralizar os ácidos provenientes da alimentação, levando à diminuição do pH e à desmineralização dentária.

Uma forma de contornar isso é pela fluoretação. Ao passar flúor na superfície da casca do ovo, a liberação de gás na solução de vinagre é quase insignificante, quando comparada com a que ocorre na casca sem flúor. Isso porque ocorre uma troca de íons na superfície com o flúor, formando CaF_2. Fenômeno semelhante ocorre na superfície do esmalte dental, com a formação da fluorapatita $Ca_5(PO_4)_3F$, mineral mais insolúvel que a hidroxiapatita (o valor do K_s da fluorapatita é menor que o da hidroxiapatita) e mais resistente à dissolução em meio ácido, como abordado no tópico **Equilíbrio de solubilidade e formação de cáries**.

De forma geral, essa etapa consistiu em recorrer às teorias científicas que explicam a formação da cárie, usando como analogia o experimento com a casca de ovo. Após os esclarecimentos das dúvidas sobre os fenômenos observados e os conceitos teóricos que os explicam, represente no quadro de

REPRODUÇÃO

giz o fenômeno em questão. Nesse momento, os estudantes aprenderão como escolher soluções-tampão em função da aplicação pretendida e como explicar o comportamento dessas soluções, favorecendo, assim, as habilidades **EM13CNT101** e **EM13CNT205**.

3. **Expressão representacional**: utilize a linguagem química e matemática (fórmulas, equações, modelos representacionais, gráficos, etc.) para representar o fenômeno em questão. Sintetize o que foi observado e explicado, empregando a linguagem científica. Isso possibilitará aos estudantes analisar e representar as transformações ocorridas ao longo do experimento, o que propicia o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT101**. Ao trabalhar as expressões da constante de equilíbrio, os estudantes podem questionar a não representação das substâncias sólidas na expressão e no cálculo do K_s. Nesse momento, explique que num equilíbrio de solubilidade (um equilíbrio entre a fase sólida e a fase líquida), os valores de concentração dos íons em solução não dependem da quantidade de sólido (outra fase) presente no sistema, ou seja, uma pequena quantidade de sólido garante o equilíbrio entre as fases. Por isso, não se representa a concentração de sólidos nas expressões de K_s.

1ª parte do experimento

- Solução de ácido acético (vinagre)

$$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$$

- Reação da casca do ovo com o vinagre

$$CaCO_3(s) \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} Ca^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq)$$
$$H_3O^+(aq) + CO_3^{2-}(aq) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H_2O(l)$$
$$H_3O^+(aq) + HCO_3^-(aq) \rightleftharpoons CO_2(aq) + 2\,H_2O(l)$$
$$CO_2(aq) \rightleftharpoons CO_2(g)$$

- Reação de equilíbrio da hidroxiapatita e K_s

$$Ca_5(PO_4)_3(OH)(s) \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} 5\,Ca^{2+}(aq) + 3\,PO_4^{3-}(aq) + OH^-(aq)$$
$$K_s = [Ca^{2+}]^5[PO_4^{3-}]^3[OH^-] \approx 1{,}0 \cdot 10^{-59}\ (25\ °C)$$

2ª parte do experimento

- Flúor incorporado à casca do ovo

$$CaCO_3(s) + 2\,NaF(aq) \rightleftharpoons CaF_2(s) + Na_2CO_3(aq)$$

- Reação análoga no esmalte dentário (Reação de equilíbrio da fluorapatita e K_s)

$$Ca_5(PO_4)_3F(s) \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} 5\,Ca^{2+}(aq) + 3\,PO_4^{3-}(aq) + F^-(aq)$$
$$K_s = [Ca^{2+}]^5[PO_4^{3-}]^3[F^-] \approx 1{,}0 \cdot 10^{-60}\ (25\ °C)$$

• 2ª etapa - Fechamento da aula

Nesta etapa, os grupos devem retomar os registros feitos em relação ao questionamento inicial: "Qual é a função dos íons fluoreto na prevenção de cáries dentárias?", e reavaliar suas respostas, alterando-as ou melhorando-as. Espera-se que os grupos consigam reconhecer que os íons fluoreto têm como função restituir a estrutura mineral do esmalte dentário quando ocorre a dissolução da hidroxiapatita, uma vez que a fluorapatita tem, comparativamente, maior tendência a se precipitar no dente durante os processos de desmineralização/remineralização. Tal abordagem estimula o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT307**, visto que possibilita aos estudantes analisar o uso do flúor na prevenção da cárie com base em suas propriedades.

Aproveite esta etapa para realizar a inclusão da interface ciência-tecnologia-sociedade-ambiente – CTSA (implicações sociais, culturais, políticas, econômicas, tecnológicas e ambientais) relacionada à atividade prática, a partir dos conteúdos indicados no **Fique por dentro**. Essa abordagem incentiva os estudantes a utilizar recursos multimídia adequados para apoiar a aprendizagem, ampliando o conteúdo e, assim, favorecendo o trabalho com a subdimensão utilização de ferramentas digitais da **Competência Geral 5**.

A fluoretação das águas de abastecimento público e as polêmicas envolvendo esse processo são discutidas na *Atividade complementar*, que permite aos estudantes avaliar os benefícios e os riscos envolvidos nessa prática, desenvolvendo assim as habilidades **EM13CNT104** e **EM13CNT310**.

Quanto à avaliação da *Atividade complementar*, proposta na página seguinte, utilize o quadro abaixo para estabelecer os critérios a serem avaliados.

	Critérios				Pontos
	1	2	3	4	
Tarefas	A *webquest* não foi finalizada.	Parece que houve um esforço em completar a *webquest*, mas muitas ideais estão faltando.	A *webquest* está completa de acordo com o solicitado, mas nem todas as referências são citadas.	A tarefa está completa com riqueza de detalhes e está bem referenciada.	
Processo	As etapas não foram cumpridas.	As etapas foram cumpridas, mas faltam informações.	As etapas foram cumpridas, mas algumas ideais precisam de evidências adicionais.	É evidente que a pesquisa para a realização da atividade foi intensa.	
Aparência	O produto final está mal organizado.	O produto final está bom, mas incompleto.	O produto final está bem organizado e demonstra uma tentativa de incluir todas as informações necessárias.	O produto final está bem organizado e apresenta um apelo visual diferenciado, com uso adequado de cores, imagens e explicações.	

MODERNA

- **3ª etapa - Avaliação da aprendizagem**

Para avaliar a aprendizagem dos conceitos acerca dos temas discutidos, solicite aos estudantes que expliquem como ocorrem outras perturbações de equilíbrios em situações análogas. Por exemplo, você pode partir da equação química $CO_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H^+(aq)$ para pedir que investiguem a alteração do valor do pH sanguíneo em decorrência de alterações no ritmo respiratório (hiperventilação, por exemplo), levando à alcalose ou à acidose.

Além do tampão hidrogenocarbonato, o tampão fosfato, composto pelos íons hidrogenofosfato, HPO_4^{2-}, e di-hidrogenofosfato, $H_2PO_4^-$, é muito importante no contexto biológico, tanto para a manutenção do pH sanguíneo quanto para o sistema urinário. Se julgar oportuno, peça também aos estudantes que expliquem como as proteínas podem contribuir para a manutenção do pH do meio, considerando os grupos orgânicos ácidos e básicos presentes nas cadeias polipeptídicas. Para isso, você pode apresentar algumas cadeias de proteínas, dispostas no Tema 3, evidenciando os grupos funcionais que participam das reações ácido-base e como eles podem reagir na presença de H_3O^+.

Veja se ainda restam dúvidas sobre os conceitos, solicitando aos grupos a resolução das questões da seção **Atividades**. Nesse momento, circule entre os grupos e verifique as interações entre eles, averiguando se estão exercitando a empatia, o respeito mútuo, o diálogo e o acolhimento dos diferentes pontos de vista, características presentes na **Competência Geral 9**. Depois, convide um estudante de cada grupo para responder à questão no quadro de giz, de modo a explicar como chegou à resposta. Aproveite esse momento para verificar os equívocos e as dúvidas, procurando saná-los.

Na sequência, proponha aos estudantes que, individualmente, elaborem um resumo relatando suas aprendizagens sobre o Tema 4, utilizando o quadro **Reflita sobre seu aprendizado!**, do Livro do estudante, e que destaquem o que mais chamou a atenção durante o estudo do Tema e por quê, e as dificuldades enfrentadas. Essa estratégia favorece o desenvolvimento das subdimensões metacognição e autoavaliação das **Competências Gerais 1 e 6**, respectivamente. Incentivar o uso do quadro é um convite aos estudantes para a reflexão sobre o próprio desenvolvimento ao longo do estudo.

Atividade complementar

Esta atividade contribui para que os estudantes desenvolvam a análise crítica pelo estímulo da argumentação baseada em fatos, dados e informações confiáveis. Propicia o desenvolvimento da capacidade de identificar notícias falsas e de compreender o seu impacto na sociedade, favorecendo assim as **Competências Gerais 2 e 7** e a habilidade **EM13CNT303**. Além disso, permite a eles avaliar os benefícios e os riscos à saúde decorrentes da fluoretação da água de abastecimento público, o que leva ao desenvolvimento das habilidades **EM13CNT104** e **EM13CNT310**. Reproduza o texto a seguir e entregue essas orientações aos estudantes, organizados em grupos de estudo.

Webquest - Fluoretação da água e *Fake News*

Introdução

Associada à alimentação inadequada e à falta de informações sobre saúde e higiene bucal, a cárie representa um grave problema, que afeta grande parte da população. Para lidar com isso, o governo brasileiro criou, em 2003, o programa Brasil Sorridente, que ampliou o acesso de pessoas ao atendimento odontológico e fomentou a incorporação de flúor à água.

No entanto, nos últimos anos vêm surgindo várias mentiras em forma de *fake news* (notícias falsas, em português) proferidas por movimentos conspiracionistas (movimentos que negam a Ciência ou a utilizam de forma distorcida da realidade) acerca de diversos temas, inclusive sobre a fluoretação da água de abastecimento. Dessa forma, nesta atividade, você poderá pesquisar e aprender como identificar notícias falsas, conhecer as políticas públicas brasileiras que ajudam no combate à cárie e estudos científicos que mostram a importância da fluoretação da água.

Procedimentos

1. Em grupo, façam a leitura do conteúdo indicado no tópico *Recursos*. Cada material apresenta uma sinopse com informações relevantes sobre seu conteúdo. Caso tenham dúvidas a respeito do significado de termos e conceitos, realizem uma busca no dicionário ou na internet e anotem, ao final da resolução das questões, o termo/conceito, significado e o *site* utilizado.
2. Respondam às questões, indicando qual foi o material utilizado na elaboração das respostas, inserindo sua referência. A resolução das questões deverá ser entregue ao professor.
3. Escolham uma notícia falsa e elaborem um cartaz (em cartolina) que mostre por que ela é falsa, fontes confiáveis que a desmentem e um guia passo a passo que ensine como identificar uma notícia falsa e quais os perigos de disseminar esse tipo de informação. Esse material deverá ser apresentado para a turma posteriormente.

Questões

1. De que maneira a utilização do flúor promove a prevenção da cárie dental? Apresente e compare as equações químicas.
2. Por que é importante realizar a fluoretação da água potável nas estações de tratamento de água para a prevenção da cárie? Responda com base em aspectos sociais e econômicos.
3. O que ocorre se o flúor for consumido em baixas concentrações? E se for consumido em excesso?
4. Qual é a legislação que controla a concentração de flúor na água do Brasil? E qual é a faixa de concentração obrigatória de flúor permitida por essa legislação?
5. Quais são as principais notícias falsas sobre a fluoretação da água? Por que elas são falsas? Por que você acha que elas existem? O que podemos fazer para combatê-las?

Recursos

Consulte o material sugerido a seguir e encontre as informações necessárias para que você possa responder às questões e ampliar seu conhecimento sobre a cárie, o uso de flúor e a propagação de notícias falsas.

Tema 4 – Equilíbrio químico e sistema-tampão

Neste Tema do Livro do estudante, você encontra informações sobre os conceitos químicos relacionados à formação de cárie.

Manual de fluoretação da água para consumo humano

Documento oficial do Governo Federal que dispõe sobre conceitos, políticas e informações sobre a fluoretação da

EM MODERNA

água para consumo humano em âmbito nacional. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/mnl_fluoretacao_2.pdf>. Acesso em: 5 set. 2020.

Água e saúde: fluoretação e revogação da Lei Federal n. 6.050/1974

Artigo que mostra projetos de lei que pediam, sem nenhum embasamento científico, a revogação da lei federal que obriga a fluoretação da água. Esse trabalho contrapõe inúmeros "argumentos" utilizados contra a fluoretação, mostrando suas incongruências. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdisan/article/view/144651/138953>. Acesso em: 5 set. 2020.

8 passos para identificar *Fake News*

Postagem no *Blog* da Saúde do Governo Federal, que dá algumas dicas de como identificar notícias falsas. Disponível em: <http://www.blog.saude.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=53504&catid=578&itemid=50221>. Acesso em: 5 set. 2020.

Fake News

Site oficial do governo que apura se as informações são falsas ou verdadeiras. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/fakenews>. Acesso em: 5 set. 2020.

Nazis e comunistas colocaram flúor na água para controlar os seus inimigos. Conspiração ou realidade?

Matéria que aborda uma notícia falsa e conspiracionista sobre a aplicação de flúor na água para controle da mente. Trata-se de uma matéria de um *site* português, o que permitirá ao estudante ter contato com notícias produzidas em outro país. Disponível em: <https://poligrafo.sapo.pt/fact-check/nazis-e-comunistas-colocaram-fluor-na-agua-para-controlar-os-seus-inimigos-conspiracao-ou-realidade>. Acesso em: 5 set. 2020.

• Resoluções da atividade complementar

1. Como estudado no Tema 4, o íon fluoreto presente na água fluoretada modifica a composição do esmalte dos dentes devido à formação da fluorapatita. Comparando o valor do K_s da hidroxiapatita presente na composição dos dentes com o da fluorapatita, verifica-se que a hidroxiapatita é mais solúvel.

Reação para a hidroxiapatita

$$Ca_5(PO_4)_3(OH)(s) \xrightleftharpoons{H_2O} 5\,Ca^{2+}(aq) + 3\,PO_4^{3-}(aq) + OH^-(aq)$$

$$K_s = [Ca^{2+}]^5[PO_4^{3-}]^3[OH^-] \approx 1{,}0 \cdot 10^{-59}\ (25\ °C)$$

Reação para a fluorapatita

$$Ca_5(PO_4)_3F(s) \xrightleftharpoons{H_2O} 5\,Ca^{2+}(aq) + 3\,PO_4^{3-}(aq) + F^-(aq)$$

$$K_s = [Ca^{2+}]^5[PO_4^{3-}][F^-] \approx 1{,}0 \cdot 10^{-60}\ (25\ °C)$$

Dessa forma, a fluorapatita tem, comparativamente, maior tendência a se precipitar no dente durante os processos de desmineralização/remineralização. Na presença de fluorapatita, o valor de pH crítico para a desmineralização dos dentes cai para 4,5. Entre esse valor e o de 5,5, a dissolução da hidroxiapatita é compensada pela precipitação de fluorapatita se houver íons fluoreto na cavidade bucal.

2. A fluoretação da água potável nas estações de tratamento de água é uma medida economicamente viável, como mostrado por Zilbovicius, Ferreira e Narvai (2018), já que o custo da fluoretação por um período de aproximadamente cinco anos foi de R$ 1,00 por pessoa. O custo-benefício para beneficiar uma pessoa ao longo de toda a sua vida equivale à metade do custo de uma restauração dentária. Além disso, como visto no Tema 4 e no Manual de fluoretação da água para consumo humano, a fluoretação é de fácil aplicação e de grande eficácia e, pela sua abrangência, diminui o impacto negativo das desigualdades socioeconômicas sobre a saúde bucal da população com acesso ao flúor.

3. Como enfatizado no Manual de fluoretação da água para consumo humano e no artigo de Zilbovicius, Ferreira e Narvai (2018), a ingestão de flúor em concentrações adequadas previstas pela legislação é benéfica. Em concentrações muito baixas, a ingestão do flúor é ineficaz e não previne a cárie. Entretanto, se o flúor é consumido em excesso, apresenta toxicidade aguda ou crônica (fluorose), que ocasiona manchas esbranquiçadas no esmalte dental ou casos graves de deformação dentária. No entanto, a fluoretação serve justamente para que haja o controle desses teores, em conformidade com a regulamentação brasileira e com a devida vigilância. Podemos fazer essa fiscalização pela plataforma do Governo Federal Sisagua.

4. A obrigatoriedade da aplicação de flúor na água é estabelecida pela Lei Federal n. 6050/1974, e os padrões para a operacionalização são estabelecidos pela Portaria MS n. 2.914/2011. Essa portaria determina que o Valor Máximo Permissível é de 1,5 mg L^{-1} para o íon fluoreto. No entanto, como mostrado no Manual de fluoretação da água para consumo humano, essa concentração varia com a média da temperatura máxima diária observada durante um período de 1 ano (são recomendados 5 anos). Sendo assim, em regiões com maiores temperaturas, a concentração permitida situa-se entre 0,6 e 0,8 mg L^{-1}, enquanto as maiores concentrações (0,9-1,7 mg L^{-1}) são para as regiões de temperaturas baixas. Essas concentrações levam em consideração que a maior ingestão de água dar-se-á nas regiões mais quentes, e a menor nas regiões mais frias.

5. As principais *fake news* e informações erradas a respeito do processo de fluoretação da água mostradas pelo *site* Polígrafo e pelo artigo de Zilbovicius, Ferreira e Narvai (2018) são as de que: 1) esse processo não é pautado cientificamente; 2) traz mais malefícios do que benefícios à saúde; 3) deveria ser extinguido porque ingerimos outros alimentos que possuem flúor na composição e, logo, a ingestão de água com flúor pode causar fluorose; 4) é economicamente injustificável, e, por último, 5) é utilizada para controlar mentes e dominar inimigos, técnica criada por nazistas e comunistas. Essas notícias são falsas porque: 1) há inúmeros artigos que mostram sua eficácia ao longo dos anos, basta procurar em plataformas de pesquisa como *Scielo*, *Google Acadêmico* ou *Science Direct* para lê-los e tomar conhecimento sobre a validade dessa afirmação; 2) não há um artigo científico sequer que tenha sustentado essa afirmação, e a comunidade científica reconhece os benefícios da fluoretação como uma medida segura para a prevenção da cárie; 3) o limite estabelecido pela Portaria MS n. 2.914/2011 leva em consideração que o fluoreto também pode ser encontrado em outros produtos, além da água de abastecimento público, como chás, cremes dentais, medicamentos, etc. 4) a fluoretação da água potável nas estações de tratamento de água é uma medida economicamente viável, já que o custo da fluoretação por um período de aproximadamente cinco anos foi de R$ 1,00 por pessoa, levando à conclusão de que o custo-benefício

EM ABERTO

para beneficiar uma pessoa ao longo de toda a sua vida equivale à metade do custo de uma restauração dentária; e 5) não há nenhum registro histórico da utilização de flúor em experiências realizadas durante essa época; nos campos de concentração, mal havia água disponível.

Há pouca divulgação direcionada à população, por isso é necessário que se usem melhores meios de comunicação para informá-la, como atualmente está sendo feito pelo Governo Federal pelos *sites* oficiais "*Fake News*" e "8 passos para identificar *Fake News*". Inclusive, há um número do Ministério da Saúde disponível para envio de informações por *WhatsApp* de caráter duvidoso, que serão apuradas e respondidas. O número é (61) 99289-4640. Para combater as *fake news*, devemos sempre questionar a veracidade das informações.

Tema 5 – Nutrição

Objetivos de aprendizagem

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

- Explicar a estrutura e a função dos componentes dos sistemas digestório, respiratório, cardiovascular e urinário.
- Reconhecer que a nutrição de um organismo envolve processos dos sistemas digestório, respiratório, cardiovascular e urinário.
- Discutir o papel da mídia nas escolhas alimentares das crianças e adolescentes.
- Relacionar uma alimentação saudável ao consumo predominante de alimentos *in natura* e minimamente processados.
- Reconhecer os riscos da ingestão excessiva de alimentos ultraprocessados para a saúde.

Subsídios para o planejamento

O Tema 5 deverá ser desenvolvido pelo professor do componente curricular **Biologia**. Nesse Tema, são abordados os diversos aspectos fisiológicos da nutrição, levando em conta os sistemas que fazem parte da aquisição dos nutrientes, dos processos de transporte e eliminação dos resíduos da digestão e da atividade metabólica, desenvolvendo, portanto, a habilidade **EM13CNT202**. Esse Tema permite desenvolver o autocuidado, pois ressalta a importância de hábitos saudáveis de alimentação, favorecendo, assim, o desenvolvimento da **Competência Geral 8**. O Tema também permite a interação com o professor do componente curricular **Química,** quando são abordados o pH e os ácidos fracos e fortes que atuam na digestão e o equilíbrio das reações químicas necessárias para captação e dissociação do gás pela hemoglobina. Por isso, ressalte a importância dos conceitos ensinados no componente curricular **Química** para o entendimento de processos biológicos. O Tema será trabalhado em duas etapas: na primeira, serão detalhados os sistemas que participam da nutrição do corpo humano e, na segunda, será estudado o tópico **Alimentos e nutrição**.

• 1ª etapa – Sistemas relacionados à nutrição

Inicie esta etapa utilizando a rotina de pensamento *Think pair share* (Pense e compartilhe em pares), na qual os estudantes são convidados a refletir sobre algumas questões e compartilhar os resultados com seus colegas. Apresente a seguinte questão: "Em quais momentos um organismo troca substâncias com o meio em que vive?". Peça, então, aos estudantes que anotem suas respostas individualmente e depois as discutam em duplas. Solicite, então, a cada dupla que compartilhe as respostas com a sala e anote no quadro de giz as principais ideias levantadas pelos estudantes.

Na sequência, peça a cada dupla que analise o trecho a seguir:

Uma definição bastante abrangente para a nutrição é a de que ela envolve diversas reações químicas e processos fisiológicos que transformam os alimentos em tecidos corporais e atividades. Nutrição engloba ingestão, digestão e absorção dos nutrientes, seu transporte até todas as células do corpo e remoção dos componentes inúteis e produtos residuais do metabolismo.

Depois, peça às duplas que respondam: "Considerando essa definição, quais sistemas estão envolvidos com a nutrição dos organismos e como eles participam desta?".

Utilize a rotina do dominó para trabalhar as respostas, pedindo que cada dupla contribua com a explicação de como um determinado sistema participa da nutrição. Compile as respostas no quadro de giz de forma que os estudantes discutam e contribuam para a construção da resposta.

Questione, em seguida, como acontece a nutrição em seres unicelulares. Caso os estudantes tenham dificuldades para formular uma resposta, explique que as moléculas de água atravessam a membrana celular semipermeável por processo de osmose e outras moléculas e íons entram nas células por difusão simples, difusão facilitada ou transporte ativo. Partículas grandes que não podem atravessar a membrana plasmática são incorporadas pelo processo de fagocitose. O entendimento de como ocorre cada um desses processos é importante para a compreensão do conteúdo.

Para aprofundar a abordagem dos sistemas relacionados à nutrição dos seres pluricelulares, peça aos estudantes que se organizem em quatro grupos e sorteie entre eles os seguintes temas: sistema cardiovascular; sistema respiratório; sistema digestório; sistema urinário. Explique que cada grupo deve preparar uma apresentação aos colegas sobre o sistema sorteado, seus componentes, funcionamento e participação no processo de nutrição. Para isso, podem utilizar o Livro do estudante como principal fonte de consulta, mas devem buscar outras fontes confiáveis de informações que julgarem necessárias. Os grupos podem elaborar a apresentação de forma autônoma, gravando uma vídeoaula, preparando uma apresentação oral e presencial ou, ainda, utilizando cartazes ou recursos digitais que julgarem relevantes para a compreensão do conteúdo. Enfatize que, ao final das apresentações, os grupos utilizarão as informações fornecidas para elaborarem, em conjunto, um mapa conceitual sobre a nutrição, no qual deverão evidenciar as interações entre os sistemas estudados. A atividade permite aos estudantes desenvolver as **Competências Gerais 4, 8 e 9**, já que eles utilizarão diferentes linguagens para divulgar informações, terão a oportunidade de aprender sobre o próprio corpo e desenvolver o autocuidado e trabalharão em equipe desenvolvendo o respeito, o diálogo e a empatia. A atividade também desenvolve diretamente a habilidade **EM13CNT202**, pois aborda a composição e a organização do corpo humano por meio do estudo de alguns dos sistemas que o compõem.

Após cada apresentação, incentive os outros grupos a participarem, tirando dúvidas e fazendo questionamentos,

REPRODUÇÃO

sempre de forma respeitosa. Além de avaliar o conteúdo, discuta com os estudantes como a atividade permitiu que eles compreendessem melhor os sistemas estudados e quais dúvidas surgiram e não foram sanadas ao longo do processo. Depois que todos os grupos tiverem apresentado, promova a construção de um mapa conceitual coletivo. Escreva no quadro de giz a palavra "nutrição" e peça que os estudantes estabeleçam as conexões com os aspectos de cada um dos sistemas estudados. Ao final, peça que registrem o mapa no caderno. Incentive a participação de todos e aproveite o processo de construção do mapa para sanar eventuais dúvidas. Essa etapa final é fundamental para a construção da ideia de que os sistemas são interdependentes e de que o corpo humano funciona como um todo integrado. Se julgar interessante, comente com os estudantes que a integração entre os sistemas do corpo humano já foi entendida e interpretada de diferentes formas ao longo da história por cientistas, médicos e artistas. Uma das abordagens mais famosas foi a de Fritz Kahn (1888-1968), um médico, escritor e ilustrador judeu que viveu em Berlim. Fritz Kahn via o corpo humano como uma fábrica e, em seus livros de Ciência, comparava a complexidade dos sistemas biológicos aos mecanismos tecnológicos da época. De certa forma, a ideia do corpo humano como máquina se popularizou, e não é raro ouvir comparações desse tipo ainda hoje. Porém, é necessário enfatizar as limitações dessa comparação; por exemplo, a capacidade de autorregeneração e a de autorregulação presentes nos sistemas biológicos, esta última abordada nos tópicos do Livro do estudante: **Controle dos processos digestivos**, **Controle da respiração** e **Regulação da função renal**. Essa abordagem permite o trabalho com a **Competência Geral 1**, ao trazer aspectos históricos a respeito do entendimento do corpo humano.

Se julgar interessante, quando ocorrer a apresentação a respeito do sistema respiratório, aproveite o momento para abordar os impactos do hábito de fumar na saúde. Essa é uma oportunidade para desenvolver parcialmente as habilidades **EM13CNT104** e **EM13CNT207**, avaliando os riscos à saúde do hábito de fumar e relacionando o tabagismo a uma das vulnerabilidades a que os jovens estão expostos. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que, a cada dia, 100 mil crianças tornam-se fumantes em todo o planeta. Cerca de cinco milhões de pessoas morrem, por ano, vítimas do uso do tabaco. Se as estimativas de aumento do consumo de produtos como cigarros, charutos e cachimbos se confirmarem, esse número aumentará para 10 milhões de mortes anuais por volta de 2030. No Brasil, dados de uma pesquisa realizada em 2019 pelo Ministério da Saúde, por meio do Instituto Nacional de Câncer (Inca), indicam que 9,8% da população brasileira maior de 18 anos é fumante, sendo 12,3% dos homens e 7,7% das mulheres. Se tiver interesse em expandir esse tema, oriente os estudantes a pesquisar as consequências do tabagismo na saúde e a compartilhar as informações com os colegas ou a fazer uma campanha de conscientização na escola.

- **2ª etapa – Alimentos e nutrição**

Nesta etapa utilizaremos alguns elementos da abordagem Aprendizagem Baseada em Problema (ABP). O foco é apresentar a situação-problema aos estudantes, solicitando que busquem novos conhecimentos e proponham uma ou mais soluções, favorecendo assim as **Competências Gerais 1 e 2**. A situação-problema refere-se à crescente prevalência da obesidade no Brasil.

Situação-problema

Explique aos estudantes que eles deverão assistir ao documentário brasileiro, de preferência no período extraclasse, chamado "Muito além do peso", em que é abordada a relação entre o consumo elevado de açúcares, gorduras e alimentos ultraprocessados e a obesidade infantil na população brasileira. Se tiver tempo suficiente, exiba o documentário, que está indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, no horário de aula.

Peça aos estudantes, então, que se reúnam em grupos e leiam a reportagem de Bond (2019), "Índice de obesidade no Brasil cresceu 67,8% entre 2006 e 2018", indicada na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Solicite a eles que identifiquem na reportagem e no documentário aspectos que possam contribuir para o aumento dos índices de obesidade. Os estudantes podem mencionar: fatores genéticos, falta de conhecimento a respeito do que seja uma alimentação saudável e equilibrada, falta de tempo para planejar e preparar as refeições, baixo custo de alimentos ultraprocessados, alto custo de alimentos ricos em proteína, sedentarismo, influência da mídia, entre outros. Peça-lhes que discutam esses temas em seus grupos e anotem as ideias. Na sequência, abra a discussão com a sala toda. Aproveite o momento para fazer as seguintes perguntas aos estudantes:

- O que é hábito alimentar?
- Em que consiste uma alimentação saudável?
- Quais os tipos de nutrientes essenciais para uma alimentação balanceada?
- Por que alimentos como refrigerantes e salgadinhos devem ser evitados?
- O que são calorias e quilocalorias?
- É possível saber se um alimento industrializado é saudável lendo o rótulo?
- O que são distúrbios alimentares?

Anote as respostas no quadro de giz e peça a eles que as registrem no caderno, para posterior comparação.

Explique aos estudantes que eles deverão, em grupos, reunir informações a respeito do que é uma alimentação saudável e elaborar uma campanha em forma de vídeo, a ser veiculado no *site* da escola e também nas redes sociais. Essa estratégia favorece as subdimensões da **Competência Geral 4**, quais sejam, contextualização sociocultural do conhecimento, ao compartilhar informações e construir coletivamente o conhecimento, e multiletramento, quando os estudantes se comunicam por meio de linguagens verbais, textuais e científicas, utilizando plataformas multimídia analógicas e/ou digitais. Além disso, os estudantes são convidados a refletir sobre os cuidados com a saúde, pensando em maneiras de ajudar o próximo com responsabilidade, o que mobiliza as **Competências Gerais 8 e 10**.

Estudo autodirigido

Indique aos estudantes o uso do Livro do estudante como fonte principal das informações, solicitando a eles a leitura do tópico **Alimentos e nutrição**. A leitura do texto favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 10**, ao auxiliar os estudantes a compreender os aspectos biológicos dos nutrientes, as características de uma dieta nutritiva e os distúrbios nutricionais, para fazerem escolhas saudáveis e conscientes. Além disso, a leitura favorece o desenvolvimento das

EM OBRA

habilidades **EM13CNT104**, **EM13CNT207** e **EM13CNT306**, ao incentivar que os estudantes avaliem os prejuízos de uma dieta não equilibrada, principalmente associada a distúrbios nutricionais, e desenvolvam ações de promoção da saúde. Incentive-os também a buscar outras fontes, como, por exemplo, o "Guia alimentar para a população brasileira", indicado no **Fique por dentro**. Essa abordagem incentiva os estudantes a utilizar recursos digitais adequados para apoiar a aprendizagem, ampliando o conteúdo e, assim, favorecendo o trabalho com a utilização de ferramentas digitais descrito na **Competência Geral 5**. Além das referências citadas, também é possível indicar as seguintes:

- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Você sabe o que está comendo*? Manual de orientação aos consumidores. Brasília, 2008. (Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/396679/manual_consumidor.pdf/e31144d3-0207-4a37-9b3b-e4638d48934b>.)
- ALIANÇA pela alimentação adequada e saudável. (Disponível em: <https://alimentacaosaudavel.org.br/>.)
- OLIVER, J. *Teach every child about food*. TED (com legendas em português), 2010. (Disponível em: <https://www.ted.com/talks/jamie_oliver_teach_every_child_about_food>.)
- SAWAYA, A. L.; FILGUEIRAS, A. "Abra a felicidade"? Implicações para o vício alimentar. *Estudos Avançados*, v. 27, n. 78, São Paulo, 2013. (Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000200005&lng=pt&tlng=pt>.) Acessos em: 4 set. 2020.

Peça aos estudantes que façam, individualmente, a leitura e as pesquisas e que registrem os aspectos que mais lhes chamaram a atenção, aquilo que eles acham que pode ser relevante para a elaboração da campanha e eventualmente alguma dúvida que lhes tenha surgido. Essas anotações devem ser compartilhadas e discutidas com os membros do grupo em sala de aula. Circule entre os grupos, auxiliando na resolução das dúvidas. Peça-lhes, então, que retomem as questões respondidas anteriormente e façam as correções ou as adequações necessárias.

Há diversos aspectos que podem ser levantados e discutidos com relação aos hábitos alimentares. É importante chamar a atenção dos estudantes para o papel da publicidade, que é comentada no documentário "Muito além do peso". Mencione os exemplos de alimentos industrializados cujas embalagens, além de chamativas, trazem personagens do universo infantojuvenil. Caso queira aprofundar essa discussão, o documentário "Criança: a alma do negócio", indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, aborda a influência da mídia em diversos aspectos da vida das crianças e discute a necessária regulamentação. Ainda com relação às embalagens, é possível também abordar o tema sob o ponto de vista ambiental: o que acontece com as embalagens dos alimentos industrializados? Muitas delas, como as que compõem os pacotes de salgadinhos e bolachas, chamadas de película de polipropileno biorientada (BOPP), dificilmente são recicladas. Geralmente são descartadas de forma incorreta, junto aos resíduos não recicláveis, ou, ainda, vão parar em ruas, rios e mares. A reportagem de Cerri, "BOPP: plástico que embala doces e salgadinhos tem reciclagem?", indicada na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, pode auxiliar na discussão sobre essa questão. Outro aspecto que pode ser interessante levantar para discussão com os estudantes e também está associado às embalagens, mais especificamente aos rótulos, é a importância de saber e criar o hábito de ler os rótulos dos alimentos e de usar as informações neles presentes. Alguns alimentos são popularmente considerados saudáveis, como as barras de cereais e as bolachas ou pães integrais industrializados, os sucos de caixinha, ou ainda alimentos *diet* ou *light*. É importante que os estudantes percebam que os açúcares podem receber diversos nomes (por exemplo, podem aparecer como carboidratos) e que isso pode ser um fator de confusão para a população. Comente sobre os adoçantes artificiais e questione-os sobre as diferenças entre alimentos *diet* e *light*. Ressalte como alguns compostos, como vitaminas e fibras, podem ser adicionados na tentativa de fazer um alimento ultraprocessado parecer saudável. No entanto, esses alimentos contêm, de forma geral, grande quantidade de açúcares, sal, gordura e aditivos químicos que, quando consumidos em excesso, prejudicam a saúde. Explique que a gordura vegetal hidrogenada ou gordura *trans*, por exemplo, aumenta a palatabilidade e a durabilidade do produto na prateleira. No entanto, ao ser ingerida, inibe a ação de enzimas específicas do fígado, o que favorece a síntese do colesterol e propicia o aumento dos níveis de colesterol e de triglicerídios, além de diminuir o nível de HDL no sangue. Essas discussões podem ser embasadas pelas referências citadas como fonte de pesquisas para o estudante na proposta de Estudo autodirigido. Nessa discussão, eles terão a chance de desenvolver as **Competências Gerais 8 e 10** ao aprender sobre a qualidade dos ingredientes dos alimentos e a utilizar as informações para fazer escolhas com autonomia, consciência e responsabilidade, considerando o bem-estar individual e coletivo. Os estudantes também mobilizarão a habilidade **EM13CNT306**, ao avaliarem os riscos para a saúde de uma dieta baseada em alimentos ultraprocessados.

Durante a discussão sobre os distúrbios alimentares, garanta que o ambiente seja acolhedor e empático, a fim de evitar constrangimentos. Essa abordagem permite a mobilização da habilidade **EM13CNT207**. A imaturidade emocional pode deixar os jovens mais vulneráveis às pressões sociais pelo padrão estético, o que pode levá-los a desenvolver transtornos alimentares, como a anorexia e a bulimia. O artigo de Carmo et al. (2014), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, pode ajudar a embasar a discussão sobre esse tema.

Aplicando os novos conhecimentos

Nesta etapa os estudantes devem preparar a campanha. Oriente-os a utilizar os dados e informações levantados e elaborar um roteiro, no qual devem constar todos os tópicos que eles pretendem abordar e a ordem em que devem aparecer. Oriente-os também a pensar em uma campanha acolhedora, evitando constrangimentos e pressões sociais pelo padrão estético, como comentado anteriormente.

Chame a atenção para a importância de transmitirem as informações de forma objetiva e atrativa, elaborando vídeos curtos, com linguagem cientificamente correta e acessível ao público-alvo.

Combine um dia para que os vídeos sejam apresentados para a classe e promova a discussão entre os grupos. Incentive os grupos a fazer uma análise crítica dos vídeos dos colegas, de forma empática e respeitosa. É importante que eventuais ajustes e correções sejam feitos antes da publicação dos vídeos na internet.

EM MODERAÇÃO

Essa abordagem permite o desenvolvimento das **Competências Gerais 4, 5, 7, 8 e 9**, pois os estudantes são incentivados a utilizar diferentes linguagens para a produção da campanha, a usar as tecnologias da informação para a produção de conteúdo relevante, a elaborar argumentos com base em dados e informações científicas, a entender como se alimentar de forma saudável e a desenvolver empatia e respeito durante as argumentações com os colegas.

Finalize o Tema incentivando os estudantes a refletir sobre a questão da seção **Reflita sobre seu aprendizado!**, favorecendo o desenvolvimento da subdimensão autoavaliação da **Competência Geral 6**, como também da subdimensão metacognição da **Competência Geral 1**.

Tema 6 – Mecanismos de defesa do corpo, vacinas e soros

Objetivos de aprendizagem

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

- Entender os mecanismos de produção de imunidade no corpo humano, diferenciando imunidade inata e adquirida.
- Conhecer o funcionamento dos produtos de imunização, como soros e vacinas, para fazer escolhas conscientes, baseadas em conhecimentos científicos e que promovam o cuidado consigo e com a comunidade.
- Reconhecer que a disseminação de *fake news* pode afetar a própria saúde e a de toda a população.

Subsídios para o planejamento

Este Tema deverá ser abordado pelo professor do componente curricular **Biologia**. Muitos dos conteúdos desenvolvidos neste Tema são usados para combater as chamadas *fake news*, notícias falsas com grande circulação e que podem prejudicar a sociedade como um todo. Nesse contexto, é preciso ficar atento para desmistificar essas notícias e levar os estudantes a compreender a importância da imunidade adquirida por meio das vacinas como forma de autocuidado e de cuidado com a comunidade. Por essa razão, o Tema proporciona o desenvolvimento da **Competência Geral 8**, uma vez que leva os estudantes a refletir sobre essas decisões relacionadas ao autocuidado, além da habilidade **EM13CNT304**, ao fazê-los analisar situações controversas sobre a vacinação, com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis.

As sugestões de planejamento a seguir permitirão desenvolver o conteúdo do Tema em duas etapas: a primeira apresenta situações de aprendizagem que levam o estudante a compreender como o sistema imunitário funciona em resposta aos tipos de ataque ao organismo; a segunda foca em desenvolver o senso crítico dos estudantes, permitindo que eles sejam capazes de identificar e diferenciar informações confiáveis e embasadas cientificamente das informações falsas relacionadas a essa área da Biologia.

1ª etapa

Inicie o estudo do Tema utilizando o método da sala de aula invertida. Esse estilo de aprendizagem ativa favorece a autonomia do estudante e possibilita o desenvolvimento da **Competência Geral 10**, como também incentiva a busca por informação e organização do conhecimento, atributos da **Competência Geral 1**. Peça aos estudantes que façam a leitura do texto referente a este Tema do Livro do estudante, em período extraclasse, e também do texto:

- *Versão modificada do HIV cura casos de "síndrome da bolha"* (Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/versao-modificada-do-hiv-cura-casos-de-sindrome-da-bolha/>. Acesso em: 4 set. 2020.)

Oriente os estudantes a identificar, ao longo da leitura dos textos, os principais componentes do sistema imunitário, dando especial atenção aos tipos celulares, descrevendo suas funções e diferenciando os tipos de imunidade: inata e adquirida. Peça-lhes que façam esse registro no caderno. Esses conteúdos permitem o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT202**, uma vez que abordam as células, os tecidos, os órgãos e os sistemas envolvidos na defesa do organismo.

Em sala de aula, inicie a abordagem perguntando aos estudantes: "Por que ficamos doentes?" e, depois de discutir algumas respostas, pergunte a eles: "Por que não ficamos doentes o tempo todo?". Anote as ideias principais no quadro de giz.

Caso seja possível, projete a **figura 6.2** ou a reproduza de forma semelhante no quadro de giz e peça que os estudantes identifiquem os órgãos que compõem o sistema linfático e que estão relacionados à defesa do organismo, explicando como eles agem. Monte no quadro de giz uma lista das informações compiladas. Aproveite o momento para que os estudantes exponham suas dúvidas para serem discutidas com a turma e fique atento para identificar possíveis erros conceituais.

Discuta a Síndrome da Imunodeficiência Combinada Grave (SCID, na sigla em inglês) apresentada no texto indicado acima, estimulando os estudantes a estabelecer relações entre seus sintomas com o que leram sobre o funcionamento do sistema imunitário no Livro do estudante. Explique que, nas pessoas afetadas pela SCID, os linfócitos T e B, células que participam da imunidade adquirida celular e humoral, respectivamente, estão ausentes ou em concentrações muito baixas. As imunodeficiências podem ser classificadas em: primárias, as quais possuem origem genética (por exemplo a SCID); ou secundárias, as quais são originárias de doenças infecciosas, de alguns cânceres ou de tratamentos imunossupressores. Comente também que, de forma geral, as imunodeficiências primárias podem provocar mau funcionamento em diversos componentes do sistema imunitário e que essas síndromes são assintomáticas no nascimento; seus efeitos só são observados em algumas semanas, quando o nível de anticorpos maternos no sangue do bebê começa a declinar. Compare a SCID com a Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (SIDA, sigla em português, ou AIDS, sigla em inglês), uma imunodeficiência secundária, com relação à sua origem. No caso da AIDS, a imunodeficiência é causada pela infecção pelo vírus HIV, que age atacando as células do sistema imunitário, principalmente os linfócitos T CD4+.

Em seguida, você pode abordar as diferenças entre imunidade inata (resposta inespecífica) e imunidade adquirida (resposta específica) e entre imunização ativa (por meio das vacinas ou do contato direto com o patógeno) e imunização passiva (por meio do recebimento de anticorpos via leite materno ou soros). Para aprofundar esses assuntos, é possível consultar a obra de Lopes & Amaral (2019), indicada na seção

EDITORIA

Apoio ao trabalho pedagógico. Se julgar pertinente, apresente-a aos estudantes. Peça-lhes que, então, citem situações em que ocorre a atuação da imunidade inata e outras em que atuam os sistemas da imunidade adquirida e anote as respostas no quadro de giz. A respeito dos tipos de imunização, proceda da mesma maneira, registrando os comentários dos estudantes no quadro de giz. Ressalte que, durante o período de amamentação, a produção de anticorpos feita pelo organismo da mãe é tanto estimulada pelos microrganismos do ambiente aos quais ela é exposta, quanto em resposta aos sinais químicos presentes na saliva do bebê. Por isso, a OMS recomenda amamentação exclusiva até os seis meses e continuada até no mínimo 2 anos de idade. Para se aprofundar no assunto, é possível consultar o texto *Amamentação e Imunização*, da Sociedade Brasileira de Pediatria (2015), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Ao discutir as vacinas, estimule os estudantes a refletir e argumentar sobre a importância da vacinação para a saúde individual e coletiva, estabelecendo relações com o que estudaram sobre o funcionamento do sistema imunitário. A abordagem favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT304**. A etapa de discussão trabalha, ainda, as dimensões das **Competências Gerais 7, 8 e 9**, uma vez que os estudantes são convidados a argumentar com base em fatos, a conhecer o funcionamento do sistema imunitário, a adotar atitudes que contribuem para a saúde e a exercitar o respeito e a empatia na discussão com os colegas.

Depois dessa discussão, peça aos estudantes que se organizem em grupos para produzir uma peça de teatro sobre a ação do sistema imunitário nos seguintes casos: infecção pelo vírus HIV, alergia, transplante e gripe. Os grupos deverão investigar, em fontes confiáveis, como o sistema imunitário age de acordo com a situação recebida pela equipe e preparar o roteiro da peça. Ressalte a importância de eles descreverem os detalhes da ação de cada elemento do sistema imunitário, para facilitar a organização da peça. Esclareça que, além de utilizar as falas para realizar as explicações, eles devem explorar outras formas de comunicação, usando efeitos sonoros, músicas, danças, objetos, linguagem corporal, figurino, cenário, entre outros elementos. Disponibilize tempo para que os estudantes se organizem e preparem os roteiros. Agende um dia para as apresentações e, ao final de cada uma delas, incentive os espectadores a fazerem perguntas e comentários a respeito da peça. Essa atividade propicia o desenvolvimento das **Competências Gerais 3, 4 e 10**, pois permite participar de manifestações artístico-culturais, recorre a diferentes linguagens para disseminar o conhecimento e permite agir com autonomia e responsabilidade no desenvolvimento do trabalho em grupo.

- **2ª etapa**

Inicie esta etapa pedindo aos estudantes que realizem uma pesquisa sobre as diferenças entre soro e vacina: como cada um deles é produzido e como atuam no organismo. Peça-lhes que pesquisem, ainda, quais vias do sistema imunitário são acionadas quando a pessoa toma uma vacina e por que algumas vacinas precisam ser tomadas anualmente, como a vacina da gripe, por exemplo. Incentive os estudantes também a procurar informações sobre a importância da disponibilização de vacinas e soros para a população no Brasil e na região em que vivem. É importante que eles usem como material de pesquisa, além da seção **Vacinas e Soros** do Livro do estudante, outras fontes de informação científica confiáveis. Peça-lhes que elaborem um pequeno texto resumindo as informações pesquisadas. Promova uma discussão na sala a respeito desse assunto, permitindo que os estudantes compartilhem as informações obtidas. Este momento, aliado à leitura do Livro do estudante, mobiliza as habilidades **EM13CNT306** e **EM13CNT310**, pois incentiva os estudantes a aplicar os conhecimentos científicos para justificar comportamentos de segurança, bem como a analisar os efeitos do programa de cobertura vacinal e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esse serviço.

É importante também motivar os estudantes a explorar a sugestão de material fornecida no **Fique por dentro**, pois, além de complementar o conteúdo abordado, favorece o trabalho com a **Competência Geral 5**, proporcionando ao estudante a utilização de recursos multimídia adequados para apoiar a aprendizagem.

Pergunte, então, se eles já ouviram algum boato, lenda ou *fake news* (notícias falsas) relacionados à imunidade ou às vacinas. Essa discussão permitirá o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT305**, já que será abordada a interferência das *fake news* no comportamento da sociedade. Verifique se eles entendem a definição de *fake news*. Avalie as respostas e explique que, apesar do recente uso do termo, o conceito já existia em séculos passados e era aplicado a boatos com grande circulação. Atualmente, com a revolução nos meios de comunicação causada principalmente pelo desenvolvimento das mídias digitais, a informação se tornou muito mais disponível e acessível, aumentando a capacidade de divulgação. Porém, nem sempre as informações compartilhadas são verdadeiras, estão completas ou são isentas de intenções. Por exemplo, muitas vezes notícias falsas são produzidas e divulgadas com o intuito de reforçar e disseminar crenças e ideologias de quem as produziu e de quem as compartilha. Muitas vezes, ainda, as redes sociais e os aplicativos de trocas de mensagens são as principais fontes de informação de uma parcela da população. A disseminação de informações falsas pode fazer com que as pessoas tomem decisões inadequadas que afetem negativamente a sua vida e saúde. Assim, é importante saber compreender uma informação, analisá-la de forma crítica e considerar dados para diferenciar informações falsas de verdadeiras veiculadas em mídias sociais.

Peça aos estudantes que leiam o texto de Semis (2018), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, e que anotem as principais ideias de cada um dos eixos elencados no texto como importantes para distinguir notícias falsas de verdadeiras. Promova uma discussão com toda a classe a respeito desses eixos, buscando relacioná-los às situações cotidianas por meio de exemplos.

Finalizada essa discussão, proponha a seguinte atividade: realizar uma leitura investigativa de notícias que circulam nas redes sociais a respeito de vacinas e utilizar a internet como ferramenta para verificar a veracidade e a confiabilidade das informações. Essa atividade tem como objetivo fazer com que os estudantes desenvolvam o senso crítico e se conscientizem de que nem sempre as informações veiculadas em redes sociais, plataformas de vídeos ou aplicativos de mensagens retratam a realidade ou são formuladas de forma isenta. Essa abordagem permite o desenvolvimento da **Competência Geral 5**, pois os estudantes utilizarão os recursos digitais de forma reflexiva e crítica. Por meio de pesquisas em fontes confiáveis, os

EDIÇÃO PROVISÓRIA

estudantes poderão compreender o que não é verdadeiro nas notícias analisadas e formular argumentos embasados cientificamente que demonstrem a falsidade das afirmações, desenvolvendo a **Competência Geral 7**.

Para isso, oriente os estudantes a formarem grupos de até quatro componentes e tragam para aula pelo menos duas possíveis *fake news* relacionadas ao sistema imunitário, veiculadas via aplicativo de mensagens ou redes sociais. Peça aos grupos que troquem entre eles as notícias trazidas, possibilitando, assim, que cada grupo analise um número maior de casos de notícias falsas, o que dará mais consistência ao estudo. Esclareça que eles devem discutir as duas notícias recebidas, pesquisar o assunto na internet e identificar parâmetros importantes para avaliar a veracidade de uma notícia, alguns dos quais foram discutidos no começo desta etapa. Nesse momento é fundamental que os estudantes busquem as informações em *sites* confiáveis, por exemplo, os de instituições de referência, como institutos de pesquisa, universidades, entidades governamentais e a Organização Mundial da Saúde (OMS). Depois, eles devem propor uma argumentação para fundamentar seu julgamento sobre a veracidade da notícia, de acordo com as informações encontradas na internet, e apresentá-la para os demais grupos. Nessa etapa são desenvolvidas as **Competências Gerais 8, 9 e 10**, já que os estudantes aprendem sobre o autocuidado, exercitam a empatia e trabalham em equipe de forma democrática.

Na sequência, proponha aos estudantes que, individualmente, elaborem um resumo relatando suas aprendizagens sobre este Tema utilizando o quadro **Reflita sobre seu aprendizado!**, apresentado no Livro do estudante. Questione-os, ainda, sobre o que mais chamou a atenção deles durante o estudo e por quê, bem como as dificuldades encontradas. Essa estratégia favorece o desenvolvimento parcial das **Competências Gerais 1 e 6**. Incentivar o uso do quadro é um convite aos estudantes para a reflexão acerca do seu próprio desenvolvimento ao longo do estudo.

Reflexões sobre a ciência

Objetivos de aprendizagem

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

- Identificar e refletir sobre as informações pseudocientíficas disponíveis em vários meios.
- Discutir sobre dietas e alimentação saudável com base em informações científicas, relacionando as informações apresentadas com os próprios hábitos alimentares.
- Relacionar conhecimento prévio e informações explícitas em um texto a fim de realizar as inferências necessárias para a compreensão leitora.

Subsídios para o planejamento

Por se tratar de uma seção que envolve conceitos relativos à natureza da Ciência, pode ser conduzida por professores dos componentes curriculares **Biologia**, **Física** ou **Química**, ou ainda em conjunto. É interessante que se trabalhe em colaboração com o professor do componente curricular **Língua Portuguesa** para realizar um planejamento, em conjunto, que envolva estratégias de leitura.

Solicite aos estudantes que, individualmente, reflitam sobre a questão inicial da seção, contida no título do texto, e registrem suas respostas. Peça a eles que verbalizem as suas expectativas com relação ao texto, baseando-se no título. Pergunte se conhecem o termo "pseudocientíficos", constante no título, e se já ouviram falar sobre o assunto. Esse levantamento de conhecimento prévio possibilita compreender a relação do estudante com o que será discutido no texto em questão, com o intuito de oferecer-lhe a ajuda necessária na construção de um significado apropriado a respeito, contribuindo com a leitura inferencial e favorecendo o desenvolvimento da habilidade **EM13LP28**.

Organize a turma em círculo e convide um estudante para a leitura da parte introdutória da seção (parte anterior ao texto **Neste mundo de dietas malucas, o que comer?**). Durante a leitura, procure esclarecer o sentido de palavras que eles desconhecem, se essas forem essenciais para a compreensão do texto, facilitando o entendimento dos conteúdos específicos. A cada trecho lido, peça aos estudantes que verbalizem as suas percepções acerca daquele trecho. Incentive os estudantes a criarem os próprios questionamentos para guiar a análise crítica do texto, mas, se julgar necessário, faça questionamentos, a fim de desencadear processos reflexivos e inferenciais, como: "Quais características da Ciência se podem inferir a partir do texto?"; "Quais suas experiências prévias com relação a esses tipos de informações falsas ou sem fundamentação científica?"; "E com relação a essas dietas mirabolantes?". Essas intervenções ajudarão os estudantes a elucidar suas estratégias de leitura, reforçando o desenvolvimento da habilidade **EM13LP28**.

É importante, nesse momento, enfatizar as discussões sobre as características da Ciência que são citadas no texto, o que mobiliza a **Competência Geral 2**. A identificação dessas características em outros contextos, por exemplo, no cotidiano dos estudantes, os ajudará a distinguir as ciências das pseudociências, bem como os seus respectivos produtos de divulgação, contribuindo também para o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT303** e **EM13LP31**.

Após leitura e discussão inicial do texto, apresente as principais características dos quatro tipos de conhecimento (popular, científico, filosófico e religioso), comparando-os. Utilize os questionamentos a seguir, retirados do Portal do professor (Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?pagina=espaco%2Fvisualizar_aula&aula=48698&secao=espaco&request_locale=es>. Acesso em: 4 set. 2020.), para fomentar uma discussão, com o intuito de levar os estudantes a perceberem a diferença entre o conhecimento científico, a partir da observação sistemática da pesquisa, e o conhecimento popular, baseado em tradições. Nesse momento haverá um aprimoramento da **Competência Geral 2**, ao mostrar aos estudantes a abordagem própria da Ciência, como também a mobilização da **Competência Geral 1**, ao se apropriarem do processo de construção do conhecimento.

- Como você sabe que vai chover?
- Qual sentido você utiliza para saber se um carro está com velocidade acima da permitida?
- O que faz você saber que o dia está acabando?
- Como fazer para saber o significado de uma palavra?
- Em que se baseiam as previsões do horóscopo?
- De onde vem o conhecimento sobre os diferentes chás que as pessoas utilizam para diferentes enfermidades?

MANUAL DO PROFESSOR

Com base nas respostas aos questionamentos, defina o que é científico e explique os conceitos de Ciência, científico, conhecimento popular, pseudociência. Em relação a este último, a pesquisa realizada por Schmaltz e Lilienfeld (2014), indicada na seção *Apoio ao trabalho pedagógico,* afirma que ensinar métodos científicos e a natureza da Ciência por si só não são suficientes para ajudar os estudantes a distinguir Ciência de pseudociência. Eles sugerem que os conceitos errôneos sejam abordados explicitamente nas aulas para promover o pensamento científico dos estudantes, fazê-los superarem as crenças científicas errôneas e distinguir a Ciência da pseudociência. Os autores ainda oferecem sete sinais de alerta para identificar situações que se enquadram em pseudociência. São elas:

1. O uso de "psicologia barata" – palavras que soam científicas, mas são usadas incorretamente ou de maneira enganosa.
2. Uma dependência substancial de evidências anedóticas.
3. Alegações extraordinárias na ausência de evidências extraordinárias.
4. Alegações não falsificáveis, ou seja, que não podem ser provadas como falsas, a princípio.
5. Alegações que contrariam fatos científicos fundamentados. Por exemplo, os médicos homeopatas afirmam que os tratamentos homeopáticos se tornam mais fortes à medida que se tornam mais diluídos e que a água tem memória. Ambas as afirmações são contrárias ao conhecimento científico estabelecido.
6. Ausência de revisão por pares adequada.
7. Alegações que se repetem apesar de serem refutadas. Frequentemente, os defensores da pseudociência usam a ideia de que, como o tratamento ou a ideia foram usados por milhares de anos, devem estar corretos (por exemplo, astrologia), um erro geralmente chamado de falácia ou argumento da Antiguidade.

Se julgar necessário, aprofunde seus conhecimentos a respeito das pseudociências, por meio do artigo de Knobel (2008) indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Ainda, se considerar interessante, peça aos estudantes que, no período extraclasse, assistam à aula do professor Wallace Lima, da pós-graduação da Unifesp, sobre saúde quântica e identifiquem os momentos explícitos de pseudociências. A matéria de Tessler (2014) na *Revista Amálgama* apresenta os minutos em que o professor utiliza conceitos da Física e da Mecânica Quântica para explicar a saúde quântica. As referências citadas estão indicadas na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Essa abordagem incentiva os estudantes a utilizarem recursos multimídia adequados para apoiar a aprendizagem, ampliando o conteúdo e, assim, favorecendo o trabalho com a subdimensão utilização de ferramentas digitais da **Competência Geral 5**.

Após essas discussões, sugira a leitura, individual e silenciosa, da segunda parte do texto da seção, intitulada **Neste mundo de dietas malucas, o que comer?**. Deixe explícito aos estudantes que a leitura será feita para adquirir e ampliar conhecimentos acerca do tema. Peça que registrem, inicialmente, no caderno o tipo de informação que esperam encontrar no texto, baseando-se no título e no objetivo apontado no texto introdutório (apresentar o que a Ciência diz a respeito das dietas e da alimentação saudável). À medida que forem lendo o texto, peça aos estudantes que registrem os entendimentos, as hipóteses e as dúvidas identificadas. As predições, feitas pelos estudantes, sobre o conteúdo do texto são muito importantes, pois, à medida que eles forem compreendendo aquilo que estão lendo, suas hipóteses iniciais vão sendo reavaliadas e atualizadas. Utilizar essas estratégias antes e durante a leitura contribui com a leitura inferencial, favorecendo o desenvolvimento da habilidade **EM13LP28**. Além disso, contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT303**, pois requer que os estudantes façam uma interpretação crítica de um texto de divulgação científica, aprendendo a distingui-lo de textos de pseudociências. Mobiliza, ainda, a **Competência Geral 8**, uma vez que convida os estudantes a apreciarem-se e refletir sobre suas escolhas para cuidar da saúde física e emocional.

Em seguida, promova uma conversa com toda a turma sobre a compreensão do texto – qual era a ideia principal que o autor pretendeu explicar ao escrevê-lo, se o texto correspondeu às expectativas iniciais. Conduza a uma análise da estrutura e das referências feitas no texto, levando ao entendimento de que esse texto foi produzido utilizando-se informações de diversos estudos anteriores, o que mobiliza a **Competência Geral 1**. Após essa análise geral, promova reflexões sobre cada trecho do texto. Intervenha, se necessário, para garantir a abordagem de questões importantes, como: a eficácia das "dietas mirabolantes", os prejuízos provocados à saúde por práticas alimentares não saudáveis e as contribuições sociais e culturais para tais práticas (incluem-se aqui a imposição de um padrão de beleza e a disponibilidade e facilidade de consumir produtos enlatados e industrializados). Além disso, deve-se enfatizar a importância de identificar as características dessas "dietas mirabolantes", assim como as das recomendadas pela Ciência, para facilitar os seus reconhecimentos em outros contextos. Assegure-se de que a maioria dos estudantes exponha seu ponto de vista, estimulando-os a utilizar argumentos para expor suas ideias, possibilitando, assim, o desenvolvimento da **Competência Geral 7**. O compartilhamento de percepções individuais contribui para a construção do sentido coletivamente.

Durante todo o processo, promova a conexão das vivências dos estudantes com o conteúdo explanado no texto, para que eles se incluam como parte integrante daquele contexto social. Isso propiciará reflexões que permitirão tanto o autoconhecimento, no momento em que trazem as suas vivências individuais, quanto a compreensão da diversidade humana, visto que no grupo haverá uma multiplicidade de experiências, incentivando-os ao cuidado com a saúde física e emocional com responsabilidade. Essas reflexões favorecerão o desenvolvimento das **Competências Gerais 8 e 10**, bem como o da habilidade **EM13CNT207**.

Após explorar os textos da seção, peça aos estudantes que façam as atividades propostas em trios, retomando as questões discutidas e trazendo novos pontos de discussão. A questão 4 dessa seção desenvolve a subdimensão tomada de decisão da **Competência Geral 10**, pois os estudantes são convidados a refletir e propor uma sequência de etapas para alertar a população dos perigos associados à adoção das dietas que prometem resultados rápidos. A execução das atividades mobilizará, ainda, as **Competências Gerais 2 e 7**, de caráter investigativo e argumentativo, respectivamente. A resolução das atividades realizadas em trios favorece o desenvolvimento das **Competências Gerais 4 e 9**,

REPRODUÇÃO

visto que os estudantes precisam se expressar e partilhar informações, experiências e ideias, com empatia e respeito ao ponto de vista do colega.

Pensamento crítico e argumentação

Objetivos de aprendizagem

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

- Argumentar com base em informações confiáveis, levando em consideração os desafios da saúde coletiva e os conhecimentos científicos sobre vacinação.
- Debater eticamente sobre vacinação, usando a linguagem e os conhecimentos científicos, sem deixar de lado a empatia e o respeito.
- Identificar informações incorretas sobre a importância da vacinação e usar o conhecimento e a linguagem científicos para elaborar explicações que justifiquem a necessidade das vacinas.
- Analisar e debater situações e opiniões que mobilizam conhecimentos científicos sobre a vacinação de forma ética e responsável.
- Explorar criticamente textos e discursos de interesse individual e coletivo para avaliar a legitimidade de seus argumentos do ponto de vista científico.
- Produzir artigo de opinião considerando as particularidades desse gênero textual e empregando argumentos científicos que respeitem o indivíduo e a coletividade.

Subsídios para o planejamento

Considerando a temática da vacinação, a seção poderá ser conduzida com facilidade por professores de **Biologia**. Todavia, os textos presentes no Livro do estudante e também as referências indicadas na seção *Apoio ao trabalho pedagógico* trazem subsídios para que os demais professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias possam abordar o tema satisfatoriamente. Nesta seção, a temática do artigo de opinião é retomada e aprofundada, podendo ser desenvolvida em conjunto com professores da área de Linguagens e suas Tecnologias e de Língua Portuguesa.

Inicie o trabalho com esta seção pedindo que os estudantes façam uma lista de palavras associadas aos conceitos **fato** e **opinião**. Oriente os estudantes a escolherem palavras que sejam comuns aos dois conceitos e outras que sejam utilizadas para diferenciá-los, por exemplo, a independência do observador integra o conceito de fato e o distingue da opinião, a qual justamente emana do observador. Anote no quadro de giz as respostas dadas. Peça que eles organizem, num quadro ou tabela, as características que distinguem esses dois conceitos. Instrua os estudantes a escreverem as características de cada um dos conceitos com as próprias palavras, evitando a cópia literal do material. Esse quadro pode ser elaborado com base na leitura individual do texto introdutório, nas respostas fornecidas pela turma e com os registros dessa mesma seção da Unidade 1, caso ela tenha sido trabalhada previamente. Após o momento de trabalho individual, peça que compartilhem oralmente com a turma as respostas, instruindo-os a ir enriquecendo seus registros no caderno. Para esse momento, sugerimos a leitura do capítulo do livro de Penteado (2012) indicado no *Apoio ao trabalho pedagógico*, que aborda diferenças entre os dois conceitos.

Os estudantes podem acessar o quadro elaborado por eles para responder a cada um dos itens da primeira questão. Como há sete itens nesta questão, uma forma de dinamizar a atividade é distribuí-los entre os estudantes. Sorteie um item para cada um e combine o tempo que terão para responder individualmente a ele. Depois desse tempo, organize-os em pequenos grupos, de forma que aqueles que responderam aos mesmos itens fiquem juntos para compararem suas respostas. Após esse momento, faça uma correção oral e coletiva de cada um dos itens, de forma que a discussão sobre **fatos** e **opiniões** seja aprofundada com base nos exemplos. Note que ao longo dessa questão a **Competência Geral 2** e as habilidades **EM13LGG101** e **EM13LP05** serão trabalhadas.

Para a segunda questão, caso julgue pertinente e, conforme o conhecimento da turma sobre o tema, a leitura do texto de Zorzetto (2018), "As razões da queda da vacinação", também indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, pode ajudar os estudantes a identificar erros conceituais sobre a vacinação. Após elaborarem suas respostas individualmente, peça-lhes que as compartilhem e vá registrando no quadro de giz os erros conceituais que os estudantes conseguiram identificar. As discussões iniciadas nessa questão permitem trabalhar as habilidades **EM13CNT207**, **EM13CNT301**, **EM13CNT304** e **EM13CNT310** e serão aprofundadas nos textos apresentados nas questões seguintes.

A contraposição entre **fatos** e **opiniões** é retomada na terceira questão, que também explora características do artigo de opinião. Faça uma leitura coletiva do texto indicado para o exercício e combine com a turma o tempo que terão para trabalhar individualmente nas questões propostas. A discussão dessas questões levará os estudantes a argumentarem com base em fatos, dados e informações pessoais disponibilizadas pelo autor do texto, desenvolvendo assim diferentes opiniões, levando em conta o acolhimento da perspectiva do outro, dentro da dimensão da empatia. Mobilizam-se, portanto, as **Competências Gerais 7, 8 e 9**. É válido pontuar ao longo dessa discussão que não será tão fácil identificar os fatos deste texto, pois pode ser que eles se misturem com a opinião do autor. Também vale ponderar que, mesmo que uma opinião seja considerada certa, ela não necessariamente foi baseada em fatos, que podem ser verificados como verdadeiros ou não. Por isso, nesse momento, mencione que os fatos são usados para construir um argumento que embasa a opinião que está sendo defendida. Para enriquecer essa discussão, sugerimos a leitura do texto de Borges e Mesquita (2011), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, que traz aprofundamentos sobre o gênero textual artigo de opinião.

Para a resolução da quarta e última questão, três pontos são importantes. O primeiro é a discussão da temática da vacinação em si. A utilização de ferramentas digitais para buscar e acessar os artigos indicados e melhor compreender a problemática permite o desenvolvimento da **Competência Geral 5**. Pode ser interessante sistematizar com a turma os mitos e as verdades sobre a vacinação, conforme os textos indicados na questão. Essa retomada poderá ajudá-los não apenas a se posicionarem, mas também a estruturarem o texto que deverão produzir, possibilitando o trabalho com as habilidades **EM13CNT207** e **EM13CNT301**. Caso considere oportuno, os documentários "A vacina que mudou o mundo", do canal Documentários Ciência, e "O Caminho das Vacinas

EM MODELO

no Brasil – Vacinação dos Povos Indígenas", disponibilizado pela PAHO TV, trazem informações que ajudam a desmistificar vários dos mitos associados à vacinação. Esses documentários estão indicados na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

O segundo ponto importante no trabalho com a quarta questão é a retomada com os estudantes da estrutura de um artigo de opinião. Lembre-os de que um artigo de opinião deve indicar com clareza qual o posicionamento defendido (tese). Mencione também que, ao se posicionarem, eles devem procurar trazer fatos que ajudem o leitor a entender o porquê da defesa. Explique que eles podem usar informações apresentadas ou buscar outras fontes, mas que a cópia de partes dos textos é caracterizada plágio. Neste momento, os textos de Borges e Mesquita (2011) e de Penteado (2012) também podem ajudá-los. Essa é uma oportunidade para desenvolver as **Competências Gerais 1 e 4**, pois os estudantes precisam buscar por informações e organizar os conhecimentos adquiridos durante a pesquisa para produzir o artigo de opinião fundamentado na Ciência, assim como para se aprofundar nas habilidades **EM13LP05** e **EM13LP15**.

Por fim, a produção autoral proposta mobiliza a **Competência Geral 10**, pois permite aos estudantes o exercício da ponderação e da análise de suas consequências, levando-os a refletir e se posicionar de forma ética e responsável. Além disso, aproveite a questão 4 para discutir o que é plágio e as consequências dessa prática. Assim, indicamos na seção *Apoio ao trabalho pedagógico* os textos de Rodrigues e Lopes (2019) e de Bonette e Vosgerau (2010) para seu aprofundamento. Adicionalmente, caso ache oportuno, a cartilha produzida pelo IACS (Instituto de Arte e Comunicação Social da Universidade Federal Fluminense), também indicada na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, pode ser usada para trabalhar de forma explícita a temática do plágio com os estudantes. Após a produção dos estudantes, incentive-os a expor as ideias que usaram, compartilhando informações e experiências. Esse momento de escuta, expressão e discussão é importante para exercitarem as **Competências Gerais 4, 9 e 10**.

Comunicação

Objetivos de aprendizagem

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

- Refletir e problematizar os padrões de beleza que são impostos pela mídia e pela sociedade.
- Elaborar roteiros para produção do *teaser* e editá-lo.
- Criar e divulgar campanha, por meio do *teaser*, enaltecendo a diversidade de indivíduos.

Subsídios para o planejamento

O professor de **Biologia**, **Física** ou **Química** pode realizar a atividade desta seção, ou ela pode ser realizada em conjunto. O planejamento com o professor do componente curricular **Língua Portuguesa** torna-se necessário para desenvolver estratégias de produção de roteiros de vídeos, bem como a sua edição. Além disso, pode-se estabelecer parcerias com os professores da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas para o desenvolvimento da habilidade **EM13CHS502**.

Oriente os estudantes a formar grupos de no máximo seis integrantes. Seguindo as etapas propostas, peça-lhes que leiam e analisem o trecho do texto e a tirinha, oriente-os para que identifiquem as ideias principais relativas às questões sociais às quais eles se referem e os discursos, ou comportamentos, típicos da sociedade que estão sendo criticados. Possivelmente, é esperado que a leitura suscite principalmente discussões em torno de padrões de beleza socialmente aceitos, mas não somente.

Peça aos estudantes que discutam o tema abordado nos textos a partir das experiências prévias e de como ele se apresenta em seu cotidiano, contribuindo, assim, com a leitura inferencial e favorecendo o desenvolvimento da habilidade **EM13LP28**. Espera-se que os estudantes revisitem aprendizagens relacionadas à problemática, construídas ao longo da Unidade.

É sabido que a sala de aula também é uma instituição atravessada por dinâmicas discriminatórias. Um exemplo disso é a pesquisa desenvolvida por Nilma Lino Gomes (2002), a qual evidenciou o quanto o racismo contra estudantes negras de cabelo crespo teve uma influência deveras negativa na trajetória educativa dessas pessoas, a ponto de ser motivo até de evasão por não corresponderem ao padrão estético branco do cabelo liso fomentado por outros estudantes. Essa pesquisa, portanto, é um forte indicativo de que as concepções prévias dos estudantes tendam mais a endossar do que a problematizar os padrões de beleza.

Com base no trabalho de Gomes (2002), discuta com os estudantes o padrão atual de beleza, questionando como ele contribui para atitudes preconceituosas e como esse padrão pode ser lucrativo para as empresas. Essa discussão proporciona o desenvolvimento das **Competências Gerais 8 e 9**, bem como o das habilidades **EM13CNT207**, **EM13CNT305** e **EM13CHS502**.

Em seguida, após a leitura da definição do gênero "*teaser*" e da pesquisa sobre o tipo de material que produzirão, promova uma discussão em cada grupo para verificar a clareza quanto à produção que será feita, e esclareça as dúvidas que surgirem.

Oriente os estudantes na Etapa I para que: definam os objetivos, escolham as ideias mais interessantes entre as propostas pelo grupo, pesquisem mais sobre o tema e elaborem um esboço do projeto. É importante destacar, ao longo da aula, o valor do estudo e da pesquisa do conteúdo que se deseja abordar e o que fomentar antes mesmo da elaboração do projeto. Isso é uma das condições essenciais, inclusive, para apontar as numerosas problemáticas das pseudociências – como as dietas miraculosas – que auxiliam na manutenção de padrões de beleza, posto que são informações baseadas em opinião, sem relação com conhecimentos científicos de fato. Nesta etapa é mobilizada a subdimensão busca de informação da **Competência Geral 1**.

Nesse sentido, cabe ressaltar a importância de momentos que possam fomentar a discussão dos conteúdos do projeto. Esses momentos terão a função de melhor direcionar a pesquisa dos estudantes, contribuindo para o desenvolvimento da elaboração do projeto. O capítulo 2 da dissertação de Moreira (2016) pode ser um bom subsídio teórico para pensar essas questões pedagógicas e, portanto, orientar o seu planejamento. A referência completa está indicada na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Peça aos grupos que listem os materiais necessários para a produção do *teaser*, além de realizarem a divisão das responsabilidades entre os integrantes. Essa Etapa II do projeto envolve discussões entre o grupo, tanto para entender melhor o tema e

o produto quanto para as tomadas de decisões a fim de definir o projeto. Esses processos argumentativos possibilitam que a **Competência Geral 7** seja desenvolvida, como também as subdimensões diálogo e convivência, colaboração, mediação de conflitos e acolhimento da perspectiva do outro da **Competência Geral 9**. Além disso, tanto o planejamento quanto a execução do projeto exigem que os estudantes ajam coletivamente e com autonomia, favorecendo o desenvolvimento da **Competência Geral 10**. Nessa etapa, pode-se contar com o apoio do professor de **Língua Portuguesa** na elaboração do roteiro para a produção de vídeo e, assim, desenvolver a habilidade **EM13LP17**.

Durante o desenvolvimento da atividade, oriente os estudantes a documentarem os diferentes ensaios realizados, tendo em mente os critérios previamente acordados. Esse relatório poderá servir para nortear a avaliação de cada um deles, levando, inclusive, à decisão de qual ou quais serão as produções finais.

A produção desse tipo de material favorece o desenvolvimento das **Competências Gerais 1, 4 e 5**, uma vez que promove a utilização de diferentes tipos de linguagem para expressar e transmitir uma determinada mensagem, incluindo a utilização de ferramenta tecnológica para demonstrar os conhecimentos adquiridos. Além disso, propicia o desenvolvimento da **Competência Geral 3**, uma vez que estão produzindo uma ferramenta artística para promoção de uma campanha contra um problema social. Novamente, o apoio do professor de **Língua Portuguesa** pode ser essencial para contribuir com a edição do *teaser* e consequentemente o desenvolvimento da habilidade **EM13LP18**.

A divulgação, por meios físicos e digitais, do material produzido possibilitará a comunicação com públicos variados (para o restante dos colegas, familiares e amigos da escola) a fim de promover uma reflexão sobre o tema para além dos limites da sala de aula, favorecendo o desenvolvimento da **Competência Geral 5**, assim como o da habilidade **EM13CNT302**. Por isso, é essencial ressaltar a importância de haver cessão do uso de imagens de cada voluntário participante, já que a atividade visa à publicação e à exposição do material em meios físicos e digitais.

Além do *teaser* finalizado, o esboço do projeto pode servir de material para ser avaliado. Estabeleça, com a turma, critérios para uma autoavaliação do grupo, podendo focar no papel e na contribuição de cada integrante para a construção das atividades, para que, em seguida, cada grupo delibere com base nesses critérios.

Visando dar fechamento ao trabalho com a Unidade, proponha a reflexão sobre as duas questões do quadro **Revise e amplie!**. Essas questões, que são metacognitivas, têm como objetivo a autoavaliação da aprendizagem e o aprofundamento sobre a temática estudada. Dessa forma, o trabalho com essa seção proporciona a mobilização da subdimensão metacognição da **Competência Geral 1** e da subdimensão autoavaliação da **Competência Geral 6**.

Apoio ao trabalho pedagógico

- ALMEIDA FILHO, N. *O que é saúde*. Editora Fiocruz, 2. ed., 2018.

A obra contém reflexões sobre o complexo conceito de saúde, com discussões de suas múltiplas dimensões. O autor traz apontamentos sobre a saúde pública sob o ponto de vista teórico, metodológico, filosófico e pragmático.

- ANDRADE, M. L. A. M. *Aditivos alimentares*: uma proposta para o ensino das Funções Orgânicas. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, João Pessoa, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/586>. Acesso em: 5 set. 2020.

Monografia que tem como proposta trabalhar as funções orgânicas usando os aditivos alimentares e relata concepções alternativas a respeito deles.

- ANVISA. Resolução RDC nº 360/2003. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0360_23_12_2003.pdf/5d4fc713-9c66-4512-b3c1-afee57e7d9bc>. Acesso em: 5 set. 2020.

Resolução adotada em 2003 que dispõe sobre os Valores Diários (% VD) de referência e de ingestão diária recomendada, relacionando-os com a hipervitaminose e a interação entre micronutrientes.

- BARBOSA, Alexandre Rodrigues. *Atividades lúdicas no Ensino de Física*: desafios e possibilidades para a EJA. 2018. 129 f., il. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/34902>. Acesso em: 7 set. 2020.

Nesta dissertação de mestrado, o autor propõe algumas atividades lúdicas para o ensino de Física. Uma das atividades é o mural de fotografias para abordagem dos conceitos de temperatura e calor.

- BOND, L. Índice de obesidade no Brasil cresceu 67,8% entre 2006 e 2018. *Veja Saúde*, 2019. Disponível em: <https://saude.abril.com.br/bem-estar/indice-de-obesidade-no-brasil-cresceu-678-entre-2006-e-2018/>. Acesso em: 4 set. 2020.

A reportagem traz os dados e comentários com entrevistas sobre a última Pesquisa de Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (Vigitel 2018), divulgada no dia 24 de julho de 2019 pelo Ministério da Saúde.

- BONETTE, L. M. C.; VOSGERAU, D. S. R. O plágio por meio da internet: uma questão ética presente desde o Ensino Médio. *Educação em Revista*, v. 11, n. 2, 2010. Disponível em: <http://www2.marilia.unesp.br/revistas/index.php/educacaoemrevista/article/view/2318>. Acesso em: 7 set. 2020.

As autoras trazem resultados de uma pesquisa que analisou a incorporação indevida de conteúdos da internet em trabalhos de estudantes do Ensino Médio. O texto traz sugestões de *softwares* que podem ser usados para detectar plágio e que podem ser usados em trabalhos com estudantes, como forma de discutir abertamente o tema.

- BORGES, A. L.; MESQUITA, E. M. C. Artigo de opinião ou outro gênero? *Anais do SILEL*, v. 2, n. 2. Uberlândia: EDUFU, 2011. Disponível em: <http://www.ileel.ufu.br/anaisdosilel/pt/arquivos/silel2011/2092.pdf>. Acesso em: 7 set. 2020.

As autoras apresentam as características presentes em artigos de opinião e analisam textos que assim se autodominam para evidenciar as semelhanças e as diferenças do gênero com outros existentes na mídia em geral.

- BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Análise em Saúde e Vigilância de Doenças não Transmissíveis. *Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico – Vigitel, 2019*. Brasília: Ministério da Saúde, 2020. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/images/pdf/2020/April/27/vigitel-brasil-2019-vigilancia-fatores-risco.pdf>. Acesso em: 7 set. 2020.

O relatório traz os resultados da pesquisa por inquérito telefônico realizada em 2019 com mais de 52 mil brasileiros maiores de 18 anos, das capitais dos 26 estados. Essa pesquisa tem como objetivo monitorar, por inquérito telefônico, a frequência e a distribuição dos principais determinantes das doenças crônicas não transmissíveis.

- BRASIL. Ministério da Saúde: Guia Alimentar para População Brasileira promovendo a alimentação saudável. Normas e manuais técnicos: Brasília, 2014. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf>. Acesso em: 7 set. 2020.

A publicação do Ministério da Saúde tem como objetivo promover a alimentação saudável, considerando aspectos da segurança alimentar e da educação nutricional dos brasileiros.

- BREWER, K. Cinco fatores que podem estar te fazendo engordar sem que você saiba o porquê. *BBC*, 30 de abril de 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-43955201>. Acesso em: 28 ago. 2020.

A matéria descreve brevemente alguns fatores que podem explicar a dificuldade de perder ou ganhar peso de alguns indivíduos. Para cada um dos fatores (microbiota, genética, rotina, efeito visual dos alimentos e hormônios), são apresentados exemplos.

- BRITO, A. A. Flogisto, Calórico & Éter. Ciência & Tecnologia dos Materiais, v. 20, n. 3-4, p. 51-63, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/ctm/v20n3-4/v20n3-4a08.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2020.

O artigo traz o desenvolvimento do conceito de calor, desde a Grécia Antiga até o século XX, contemplando as contribuições de diversos cientistas para a Termodinâmica.

- CARMO, C. *et al*. Transtornos alimentares: uma revisão dos aspectos etiológicos e das principais complicações clínicas. *HURevista*, Juiz de Fora, v. 40, n. 3 e 4, p. 173-181, 2014. Disponível em: <http://docs.bvsalud.org/biblioref/2016/09/1845/2439-13557-1-pb.pdf>. Acesso em: 4 set. 2020.

O artigo apresenta uma revisão acerca das causas multifatoriais dos transtornos alimentares e também de seus aspectos clínicos e enfatiza a importância da divulgação das características dessas doenças devido à sua gravidade.

- CARVALHO, M. R. O poder imunológico do leite materno. Disponível em: <http://www.aleitamento.com/amamentacao/conteudo.asp?cod=1830>. Acesso em: 30 jul. 2020.

O texto traz informações acerca de como o leite materno atua na imunização dos bebês, ajudando na proteção contra infecções.

- CERRI, A. S. BOPP: plástico que embala doces e salgadinhos tem reciclagem? *Ecycle*. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/6-atitude/645-bopp-plastico-que-embala-doces-e-salgadinhos-tem-reciclagem-.html#:~:text5O%20bi%2Daxially%20oriented%20polypropylene,p%C3%A1scoa%20e%20por%20a%C3%AD%20vai.>. Acesso em: 4 set. 2020.

A reportagem fala da embalagem com película de polipropileno biorientada (BOPP), utilizada em grande variedade e quantidade de alimentos industrializados, e que causa impactos ambientais ao ser descartada.

- CHARLES, J. A. C. Virtuous Tecnologia da Informação. *SóQ*. Disponível em: <https://www.soq.com.br/biografias/jacques_charles/>. Acesso em: 29 jul. 2020.

O texto traz uma pequena biografia de Jacques Alexandre César Charles com informações que podem contribuir para a contextualização histórica do ensino dos gases, não só com informações sobre a vida dele, mas também sobre seus experimentos e fatos históricos ocorridos na época.

- CLAPEYRON. Virtuous Tecnologia da Informação. *SóQ*. Disponível em: <https://www.soq.com.br/biografias/clapeyron/>. Acesso em: 7 set. 2020.

O texto traz uma pequena biografia de Benoit-Pierre-Émile Clapeyron com informações que podem contribuir para a contextualização histórica do ensino dos gases.

- CRIANÇA, a alma do negócio. Documentário. Direção de Estela Renner. Maria Farinha Filmes, 2008. Vídeo (49 min), cor, classificação livre. Disponível em: <https://mff.com.br/films/crianca-a-alma-do-negocio/>. Acesso em: 4 set. 2020.

O documentário apresenta os efeitos que a mídia de massa e a publicidade têm em relação às crianças, mostrando como a indústria descobriu que elas são os melhores alvos para venda de produtos.

- DE AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. *Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências*, v. 13, n. 2, p. 141-157, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4265/2830>. Acesso em: 7 set. 2020.

Este artigo auxilia na elaboração de bons mapas conceituais, estabelecendo parâmetros de referência entre teoria e prática e propondo uma atividade de treinamento para usuários iniciantes.

- DOCUMENTÁRIOS CIÊNCIA. *A vacina que mudou o mundo* (The Shot Felt 'Round the World), 2010. (56 min 57 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4Ew6TybMTNs>. Acesso em: 7 set. 2020.

Esse documentário traz relatos e imagens históricas associados à descrição da poliomielite e ao desenvolvimento de sua vacina, que levou à erradicação da doença.

- DRAUZIO VARELLA. Obesidade – Dráuzio Comenta #95. 2018. (4 min 39 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eUwSZZF5-eI>. Acesso em: 7 set. 2020.

Vídeo do Dráuzio Varella discutindo aspectos relacionados à obesidade.

- FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. de A.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem *Jigsaw* no ensino de cinética química. *Química Nova* na Escola, v. 32, n. 3, 2010, p. 161-168. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_3/05-RSA-7309_novo.pdf>. Acesso em: 5 set. 2020.

O artigo apresenta a aplicação da metodologia ativa *Jigsaw* em uma aula de Cinética Química, contendo estratégia, resultados e discussão.

- GASPAR, R. F. *Fluorose*: um tema social para o ensino de Química. Monografia (Licenciatura em Química) – Universidade de Brasília, Brasília, 2017. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/18094>. Acesso em: 5 set. 2020.

Monografia que propõe uma aula envolvendo uma atividade experimental demonstrativo-investigativa com a temática da fluorose.

- Guião do Socrative. Disponível em: <http://edx.dge.mec.pt/asset-v1:ERTE+LA-FCL+LA-2016-2ed+type@asset+block/Tutorial_SOCRATIVE_MOOCedicao2.pdf>. Acesso em: 7 set. 2020.

Esse é um guia prático de como utilizar o aplicativo Socrative, que permite a interação entre professores e estudantes por meio de seus aparelhos *smartphones*, desde que conectados à internet.

- GOMES, N. L. Trajetórias escolares, corpo negro e cabelo crespo: reprodução de estereótipos ou ressignificação cultural? *Revista Brasileira de Educação*, n. 21, set.-dez. 2002, p. 40-51. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbedu/n21/n21a03.pdf>. Acesso em: 7 set. 2020.

Pesquisa relatando como a existência de padrões de beleza racistas em instituições de ensino influenciaram negativamente a trajetória escolar de mulheres negras.

- IACS, Instituto de Arte e Comunicação Social da Universidade Federal Fluminense. *Nem tudo que parece é*: entenda o que é plágio. Disponível em: <http://www.noticias.uff.br/arquivos/cartilha-sobre-plagio-academico.pdf>. Acesso em: 7 set. 2020.

A cartilha apresenta em linguagem simples o que é e quais são os tipos de plágio, além de abordar quais as implicações ético-legais dessa prática, que é considerada uma má conduta acadêmica.

- KNOBEL, M. Ciência e pseudociência. *Revista física na escola*, v. 9, n. 1, 2008. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol9/Num1/pseudociencia.pdf>. Acesso em: 7 set. 2020.

Neste artigo são apresentadas algumas ideias gerais sobre as pseudociências e seu avanço na sociedade e como isso pode afetar as nossas vidas.

- KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, S. S. Um estudo sobre as concepções alternativas de calor e temperatura. *Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciências*, v. 2, n. 3, p. 84-96, 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4133/2698>. Acesso em: 7 set. 2020.

Este artigo traz diferentes concepções acerca dos conceitos de calor e temperatura e aponta um problema existente no ensino de Física relacionado a isso.

- LIMA, R. A.; SÁ, R. A.; VASCONCELOS, F. C. G. C. O uso de simulações Phet no ensino dos conceitos de ácido e base. *XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/341447974_O_USO_DE_SIMULACOES_PHET_NO_ENSINO_DOS_CONCEITOS_DE_ACIDO_E_BASE>. Acesso em: 5 set. 2020.

Apresenta uma abordagem de ensino dos conceitos de ácido e base por meio do uso de simulações e relata as concepções alternativas dos estudantes a respeito desse tema.

- LOPES, C.; AMARAL, F. Explorando o sistema imunológico. Disponível em: <http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20130912164902.pdf>. Acesso em: 4 set. 2020.

O livro paradidático apresenta questões relacionadas ao sistema imunológico tratadas de maneira mais contextualizada e divertida para chamar a atenção do aluno e motivá-lo para a leitura.

- MACHADO, A. H.; ARAGÃO, R. M. R. Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. *Química Nova na Escola*, v. 4, n. 2, p. 18-20, 1996. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/aluno.pdf>. Acesso em: 5 set. 2020.

O artigo aponta as concepções alternativas dos estudantes sobre o conceito de equilíbrio químico e sugere meios de lidar com elas.

- MOREIRA, L. S. Capítulo II – Superação à pedagogia de projetos por meio da pedagogia histórico-crítica. *In:* MOREIRA, L. S. *A interdisciplinaridade no ensino de matemática pela perspectiva da pedagogia histórico-crítica:* superando a pedagogia de projetos. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2016, 176 f., p. 81-112. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/134357/moreira_ls_me_bauru.pdf?sequence53&isAllowed5y>. Acesso em: 29 jul. 2020.

Pesquisa abordando elementos pedagógicos para orientar a construção de projetos interdisciplinares.

- MUITO Além do Peso. Documentário. Direção de Estela Renner. Maria Farinha Filmes, 2012. Vídeo (84 min), cor, classificação livre. Disponível em: <https://muitoalemdopeso.com.br/>. Acesso em: 4 set. 2020.

O documentário brasileiro apresenta a relação entre a qualidade da alimentação das crianças e os efeitos da comunicação mercadológica de alimentos dirigida a elas.

- MUSSOLINI, M. C. *Concepções alternativas de alunos do Ensino Médio sobre os conceitos de alimento, nutriente e energia*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.mackenzie.br/fileadmin/OLD/47/Graduacao/CCBS/Cursos/Ciencias_Biologicas/2013/1o_SEM/Biblioteca_TCC_Lic/Marina_Casare_Mussolini.pdf>. Acesso em: 5 set. 2020.

Monografia que dispõe sobre um estudo das concepções alternativas dos alunos do Ensino Médio acerca dos conceitos de alimentação, seus nutrientes e energia.

- OLIVEIRA, A. O termômetro das grandes transformações. Revista *Ciência Hoje*. São Carlos, 2011. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/coluna/o-termometro-das-grandes-transformacoes/>. Acesso em: 29 jul. 2020.

Trata-se de um texto de divulgação científica que pode ser utilizado pelo professor como texto motivador no desenvolvimento da temática das transformações gasosas.

- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPS). *O Caminho das Vacinas no Brasil – Vacinação dos Povos Indígenas*. 2018. (8min27s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=_m3bKG8pbdU>. Acesso em: 24 jul. 2020.

O breve documentário traz o cenário e os desafios da vacinação associados à vasta extensão do território nacional brasileiro.

- PASSOS, J. C. Os experimentos de Joule e a primeira lei da termodinâmica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, n. 3, p. 3603.1-3603.8, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n3/a13v31n3.pdf>. Acesso em: 7 set. 2020.

O artigo traz elementos históricos acerca da Primeira Lei da Termodinâmica, além de trazer breves discussões acerca do ensino dessa temática.

- PENTEADO, J. R. W. *A técnica da comunicação humana*. 14. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

A obra aborda vários elementos da comunicação humana. No capítulo 7, o tópico 6.1 – "Confusões entre fatos e opiniões" – traz reflexões que podem ser de grande valia para trabalhar o tópico da seção Pensamento crítico e argumentação.

- RODRIGUES, S.; LOPES, C. Plágio na educação: reflexões em torno da literatura internacional. *Cadernos de Pesquisa*, v. 26, n. 1, 2019. Disponível em: <http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/cadernosdepesquisa/article/view/11099>. Acesso em: 7 set. 2020.

MANUAL DO PROFESSOR

Nesse trabalho de revisão, os autores chamam a atenção para a importância de abordar a temática do plágio durante a escolarização. Destacam a necessidade de falar abertamente sobre o plágio e a cópia de conteúdos de forma explícita e sem tabu.

- SAMPAIO, F. C. *Da harmonia do sorriso ao equilíbrio químico:* proposta de situação de ensino e aprendizagem em química. Monografia (Licenciatura em Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/722>. Acesso em: 5 set. 2020.

Monografia que utiliza a proposta pedagógica do tipo situação de ensino e aprendizagem para abordar conceitos de equilíbrio químico, cárie dentária e orientação em saúde bucal.

- SOCIEDADE Brasileira de Pediatria. Amamentação e imunização. 2015. Disponível em: <https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/12_-_AMAMENTACAO_E_IMUNIZACAO.pdf>. Acesso em: 4 set. 2020.

Este resumo da Sociedade Brasileira de Pediatria, baseado em um artigo científico, explica como o leite materno fornece imunidade à criança durante o desenvolvimento de seu sistema imunológico, além de conter fatores que estimulam a maturação desse sistema.

- SEMIS, L. Como identificar uma notícia falsa. *Nova escola,* 15 ago. 2018. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/12305/como-identificar-uma-noticia-falsa>. Acesso em: 7 set. 2020.

O texto apresenta um guia para identificar e evitar a propagação de notícias falsas pelas redes sociais.

- SCHMALTZ, R. M.; LILIENFELD, S. O. Hauntings, homeopathy, and the Hopkinsville Goblins: Using pseudoscience to teach scientific thinking. *Frontiers in Psychology*. v. 5, article 336, 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4028994/pdf/fpsyg-05-00336.pdf>. Acesso em: 4 set. 2020.

Neste artigo, em língua inglesa, os autores apresentam uma breve distinção entre Ciência e pseudociência e fornecem exemplos de pseudociência que podem ser usados em sala de aula para ajudar os estudantes a adquirir o pensamento científico.

- SÉRIE SUS. O que significa saúde? 2019. (4min05s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=q5DXMr5v48k>. Acesso em: 7 set. 2020.

O vídeo discute como o conceito de saúde está relacionado a condições de moradia, alimentação, emprego, renda, entre outros.

- SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. *In:* SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. *Ensino de química em foco*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010. p. 231-258.

Capítulo que dispõe sobre as atividades experimentais demonstrativo-investigativas e outras experimentações.

- SOUZA, F. de M.; ARICÓ, E. M. Teorias ácido-base no século XX e uma análise reflexiva do trabalho científico. *Educación Química*, v. 28, p. 211-216, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X17300721>. Acesso em: 5 set. 2020.

O artigo traz uma análise histórica da formulação de teorias ácido-base, como as de Arrhenius e de Brønsted-Lowry.

- TESSLER, L. Uma aula de pseudociência. *Revista Amálgama*. 5 de abril 2014. Disponível em: <https://www.revistaamalgama.com.br/04/2014/uma-aula-de-pseudociencia/>). Acesso em: 7 set. 2020.

A matéria faz a análise de uma aula sobre "Saúde quântica" disponível no YouTube. Nessa análise, são destacadas algumas falas com aparência de discurso científico, mas carregadas de erros conceituais.

- ZIEGLER, M. F. Hábitos saudáveis poderiam evitar 27% dos casos de câncer no Brasil. *Agência Fapesp*, 2019. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/habitos-saudaveis-poderiam-evitar-27-dos-casos-de-cancer-no-brasil/30230/>. Acesso em: 5 set. 2020.

A matéria mostra os dados resultantes de um estudo realizado por pesquisadores do Departamento de Medicina Preventiva da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FM-USP) e da Harvard University, nos Estados Unidos. O estudo indica que, do total dos casos de câncer anuais no Brasil, 27% poderiam ser evitados com um estilo de vida mais saudável.

- LIMA, W. Aula de Saúde Quântica na Pós-Graduação da Unifesp. 2013. (1 h 20 min). Disponível em: <https://youtube.com/watch?v=PsMWTlqgeh8&feature=youtu.be>. Acesso em: 31 ago. 2020.

Vídeo de uma aula sobre "saúde quântica" lecionada por Wallace Lima para uma turma da área da saúde da Unifesp.

- ZILBOVICIUS, C.; FERREIRA, R. G. L. A.; NARVAI, P. C. Água e saúde: fluoretação e revogação da Lei Federal n. 6.050/1974. *Revista de Direito Sanitário*, v. 18, n. 3, 2018, p. 104-124. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdisan/article/view/144651>. Acesso em: 15 ago. 2020.

Artigo que mostra projetos de lei que pediam, sem nenhum embasamento científico, a revogação da lei federal que obriga a fluoretação da água. Esse trabalho contrapõe inúmeros "argumentos" utilizados contra a fluoretação, mostrando suas incongruências.

- ZORZETTO, R. Alguns efeitos dos alimentos fabricados. Revista *Pesquisa Fapesp*, n. 265, 2018. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/alguns-efeitos-dos-alimentos-fabricados/>. Acesso em: 28 ago. 2020.

O texto expõe dados globais de pesquisas que indicam que o consumo de alimentos ultraprocessados eleva o risco de desenvolver vários problemas de saúde.

- ZORZETTO, R. Alimentos que engordam. Revista *Pesquisa Fapesp*, n. 281, 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/alimentos-que-engordam/>. Acesso em: 5 set. 2020.

O texto traz uma atualização dos dados e discussões apresentados em Zorzetto (2018), com imagens que podem ser usadas para enriquecer a aula.

- ZORZETTO, R. As razões da queda da vacinação. Revista *Pesquisa Fapesp*, n. 270, 2018. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/as-razoes-da-queda-na-vacinacao/>. Acesso em: 24 ago. 2020.

A pesquisa traz um vasto relato da situação da vacinação no país, enriquecido com dados e informações históricas sobre as campanhas de vacinação brasileiras, tidas como referência mundial de política de saúde pública. Os infográficos e as imagens presentes na página podem ser usados para enriquecer as discussões das questões.

MODERNA

UNIDADE 1
Drogas e medicamentos

Abertura

Espera-se que os estudantes considerem a alteração da concentração tolerada como adequada, uma vez que pequenos níveis de álcool no sangue são suficientes para causar efeitos que, principalmente quando associados à direção, oferecem risco de morte. Como mostrado na imagem, a concentração de 0,1 mL de álcool no sangue (que era o limite tolerado pela legislação antiga) já provoca alterações nos reflexos, o que torna o ato de dirigir perigoso. Caso os estudantes respondam algo diferente disso, aproveite o momento para discutir e conscientizá-los sobre os perigos do consumo excessivo de bebidas alcoólicas, retomando os dados presentes na ilustração.

Tema 1. A condutibilidade elétrica é maior em metais e em materiais aquosos, ricos em minerais. Espera-se que os estudantes mencionem que o que faz o corpo ser um bom condutor é o fato de ele ser composto majoritariamente de solução salina, que é rica em minerais e, portanto, apresenta uma boa condutibilidade elétrica.

Tema 2. Espera-se que os estudantes relacionem a existência de carga elétrica (íons) no meio intra e extracelular com a propagação do impulso nervoso, o que desencadeia a liberação dos neurotransmissores na fenda sináptica, região microscópica entre dois neurônios.

Tema 3. Espera-se que os estudantes descrevam que o sistema nervoso humano é dividido em sistema nervoso central (SNC) e sistema nervoso periférico (SNP). O SNC é formado pelo encéfalo (cérebro, cerebelo e tronco encefálico) e medula espinhal, e o SNP por gânglios, nervos e terminações nervosas. Os neurônios são células especializadas na transmissão e recepção de estímulos, que é feita por meio dos impulsos nervosos. A transmissão do impulso nervoso entre neurônios se dá sem que haja contato entre eles, em um espaço microscópico chamado fenda sináptica. Com o consumo de substâncias psicoativas, como o etanol, a transmissão de sinal entre uma célula e outra é afetada, provocando alterações das respostas aos estímulos. Além disso, o consumo dessas substâncias pode danificar irreversivelmente o sistema nervoso, provocando alterações no comportamento e no funcionamento do organismo como um todo.

Tema 4. Espera-se que os estudantes identifiquem a importância da avaliação da formulação e da dose adequadas, dos efeitos colaterais, das reações aos excipientes, das consequências da superdosagem, dos riscos associados ao uso por pessoas de diferentes faixas etárias (especialmente crianças e idosos), gestantes e pessoas com sistema imunológico debilitado (no caso da existência de uma imunodeficiência congênita ou adquirida), das possíveis interações medicamentosas e reação alérgicas, entre outros aspectos.

Tema 5. Espera-se que os estudantes relatem que o etanol exalado pelo indivíduo que ingeriu bebida alcoólica reage com o dicromato de potássio, formando um produto de coloração verde. O princípio empregado para avaliar a ingestão de etanol é uma reação química que pode ser identificada pela alteração de cor do sistema. Esse tipo de bafômetro não é o mais utilizado, por ser menos preciso que o bafômetro eletrônico.

Tema 6. Espera-se que os estudantes mencionem os seguintes métodos contraceptivos: os de barreira (camisinhas masculina e feminina), os hormonais (orais, adesivos e injetáveis), os intrauterinos (dispositivo intrauterino – DIU), os comportamentais (tabelinha e coito interrompido) e os cirúrgicos (como a laqueadura e a vasectomia). É esperado que eles relatem que a eficácia é variável, sendo os métodos comportamentais os menos eficientes. Métodos de barreira e métodos hormonais orais e adesivos são eficientes, mas dependem do uso adequado. Já os hormonais injetáveis, os intrauterinos e os cirúrgicos são eficientes e não dependem da forma de uso. Com relação às infecções sexualmente transmissíveis (ISTs), somente as camisinhas feminina e masculina são eficazes.

MODERNA

Tema 1

1. Alternativa **a**. Ao aproximar a carga carregada negativamente da esfera condutora neutra, os elétrons da esfera são repelidos para a face oposta. Quando aterramos a esfera, esses elétrons são expulsos do corpo, fazendo que ela fique positivamente carregada. A partir desse ponto temos duas situações:

- se afastarmos a carga Q sem tirar o aterramento, a terra irá neutralizar a esfera condutora;
- se afastarmos a carga Q somente depois de tirar o aterramento, a esfera permanecerá carregada com carga positiva.

2. Primeiramente, colocamos em contato as esferas C_1 e C_2, de modo que, após o contato, ambas estarão com cargas $\frac{Q}{2}$. Em seguida, fazemos o mesmo com as esferas C_2 e C_3; dessa forma, após o contato, ambas estarão com carga $\frac{Q}{4}$.

3. A esfera está carregada positivamente, portanto estão faltando elétrons nela. O número de elétrons faltantes é dado por:

$Q = n \cdot e \Rightarrow 5 = n \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \therefore n = 3{,}125 \cdot 10^{19}$ elétrons

4. **a)** Dado $F_{el} = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$, a partir da lei de Coulomb, temos:

$$F_{el}' = k \cdot \frac{3Q_1 \cdot Q_2}{(3d)^2} \Rightarrow F_{el}' = \frac{3}{9} \cdot k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2} \therefore F_{el}' = \frac{1}{3} \cdot F_{el}$$

b) Dado $F_{el} = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$, a partir da lei de Coulomb, temos:

$$F_{el}' = k \cdot \frac{4Q_1 \cdot 2Q_2}{(3d)^2} \Rightarrow F_{el}' = \frac{8}{9} \cdot k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2} \therefore F_{el}' = \frac{8}{9} \cdot F_{el}$$

5. Dada a distância de 20 cm $= 20 \cdot 10^{-2}$ m, temos, a partir da lei de Coulomb:

$$F_{el} = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2} \Rightarrow F_{el} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{9 \cdot 10^{-3} \cdot 40 \cdot 10^{-9}}{(20 \cdot 10^{-2})^2} \therefore F_{el} = 81 \text{ N}$$

6. A intensidade do campo elétrico resultante no ponto P é dada por:

$$E = \frac{F_{el}}{q} \Rightarrow E = \frac{2}{2 \cdot 10^{-3}} \therefore E = 1 \cdot 10^3 \text{ N C}^{-1}$$

Portanto, a intensidade da força que agirá na carga q_2 no mesmo ponto será:

$F_{el} = q \cdot E \Rightarrow F_{el} = 4 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^3 \therefore F_{el} = 4$ N

7. A partir do enunciado, temos a seguinte representação:

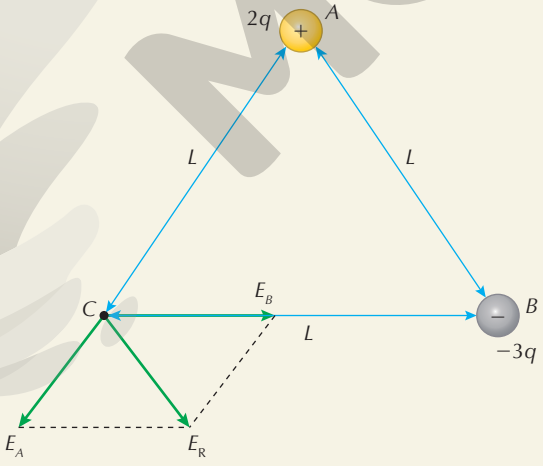


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Os módulos dos campos elétricos no ponto C são:

$$E_A = \frac{k \cdot |q_A|}{L^2} \Rightarrow E_A = \frac{k \cdot 2q}{L^2} \therefore E_A = 2 \cdot \frac{k \cdot q}{L^2}$$

$$E_B = \frac{k \cdot |q_B|}{L^2} \Rightarrow E_B = \frac{k \cdot 3q}{L^2} \therefore E_B = 3 \cdot \frac{k \cdot q}{L^2}$$

MODERNA

Dado que o ângulo entre os vetores campo elétrico $\vec{E}_A$ e $\vec{E}_B$ é de 120°, usando a lei dos cossenos, a intensidade do campo elétrico resultante $\left(\vec{E}_R\right)$ no ponto C é:

$$E_R^2 = E_A^2 + E_B^2 + 2 \cdot E_A \cdot E_B \cdot \cos\theta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_R^2 = \left(2 \cdot \frac{k \cdot q}{L^2}\right)^2 + \left(3 \cdot \frac{k \cdot q}{L^2}\right)^2 + 2 \cdot \left(2 \cdot \frac{k \cdot q}{L^2}\right) \cdot \left(3 \cdot \frac{k \cdot q}{L^2}\right) \cdot \cos 120° \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_R^2 = 13 \cdot \left(\frac{k \cdot q}{L^2}\right)^2 - 6 \cdot \left(\frac{k \cdot q}{L^2}\right)^2 \Rightarrow E_R^2 = 7 \cdot \left(\frac{k \cdot q}{L^2}\right)^2 \therefore E_R = \sqrt{7} \cdot \frac{k \cdot q}{L^2}$$

8. Alternativa **c.** A partir da definição de campo elétrico, temos:
$F_{el} = q \cdot E \Rightarrow F_{el} = 0{,}02 \cdot 800 \therefore F_{el} = 16\ N$
Portanto, do teorema da energia cinética, temos:
$\Delta E_c = \mathcal{C}_{Fel} \Rightarrow E_{c(final)} - E_{c(inicial)} = F_{el} \cdot d \Rightarrow E_{c(final)} - 0 = 16 \cdot 0{,}25 \therefore E_{c(final)} = 4\ J$

9. Alternativa **d**. No final, temos três cargas positivas nos vértices de um triângulo equilátero; portanto, precisamos somar cada uma das contribuições para a energia potencial elétrica. Então:

$$E_{potel(I)} = \frac{kq^2}{r} + \frac{kq^2}{r} + \frac{kq^2}{r} \Rightarrow E_{potel(I)} = \frac{3kq^2}{r}$$

Na primeira situação temos, na mesma configuração, duas cargas positivas e uma negativa. Então:

$$E_{potel(II)} = \frac{kq^2}{r} - \frac{kq^2}{r} - \frac{kq^2}{r} \Rightarrow E_{potel(II)} = -\frac{kq^2}{r}$$

Portanto, a variação de energia potencial nas duas configurações será:

$$E_{potel(II)} - E_{potel(I)} = \frac{3kq^2}{r} - \left(-\frac{kq^2}{r}\right) \therefore E_{potel(II)} - E_{potel(I)} = \frac{4kq^2}{r}$$

10. A partir da lei de Coulomb e usando o ponto do gráfico descrito por $d = 1{,}5$ m e $F = 3{,}6 \cdot 10^{-2}$ N, temos:

$$F_{el} = k \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2} \Rightarrow 3{,}6 \cdot 10^{-2} = 9{,}0 \cdot 10^9 \cdot \frac{2Q_1^2}{1{,}5^2} \therefore Q_1 \simeq 2{,}1 \cdot 10^{-6}\ C$$

Tema 2

1. Alternativa **b**. Dado $q = 900$ mAh e tempo de 90 min = 1,5 h, temos, com base na definição de corrente elétrica:

$$i = \frac{q}{\Delta t} \Rightarrow i = \frac{900\ mAh}{1{,}5\ h} \therefore i = 600\ mA$$

2. Da definição de potência elétrica, temos:
$P = U \cdot i \Rightarrow 3.175 = 127 \cdot i \therefore i = 25\ A$

3. Dada a corrente elétrica de intensidade 1 A, temos, pela definição de corrente elétrica:

$$i = \frac{q}{\Delta t} \Rightarrow 1 = \frac{n \cdot e}{\Delta t} \Rightarrow \frac{n}{\Delta t} = \frac{1}{e} \Rightarrow \frac{n}{\Delta t} = \frac{1}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} \therefore \frac{n}{\Delta t} = 6{,}25 \cdot 10^{18}\ \text{elétrons}\ s^{-1}$$

4. A partir da definição de capacitância elétrica, temos:

$$C = \frac{Q}{U} \Rightarrow 8 \cdot 10^{-6} = \frac{Q}{1{,}5} \therefore Q = 12 \cdot 10^{-6}\ C = 12\ \mu C$$

5. A energia elétrica armazenada no capacitor é dada por:

$$E_{el} = \frac{C \cdot U^2}{2} \Rightarrow E_{el} = \frac{3{,}6 \cdot 10^{-6} \cdot 70^2}{2} \therefore E_{el} = 8{,}82 \cdot 10^{-3}\ J$$

6. A resistência de um condutor é dada por:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

De acordo com o enunciado, $L = 20$ m e $A = 10{,}0\ mm^2$. Convertendo a espessura em unidade de medida de área no SI, m^2, temos:

$$A = 10{,}0\ mm^2 = 10{,}0 \cdot 10^{-6}\ m^2$$

MODERNA

Assim, aplicando os valores na equação, temos:

$$R = \frac{1{,}7 \cdot 10^{-8} \cdot 20}{10 \cdot 10^{-6}} \therefore R = 3{,}4 \cdot 10^{-2}\ \Omega$$

A partir da definição de potência, temos:

$P = i \cdot U$

Pela lei de Ohm, $R = \frac{U}{i}$, logo, $U = R \cdot i$. Substituindo na expressão da potência, temos:

$$P = R \cdot i^2 \Rightarrow P = 3{,}4 \cdot 10^{-2} \cdot 15^2 \therefore P = 7{,}65\ \text{W}$$

7. **a)** Dado o intervalo de tempo de 1 h = 3.600 s, temos, a partir da definição de corrente elétrica:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \Rightarrow 6 = \frac{\Delta Q}{3.600} \therefore \Delta Q = 21.600\ \text{C}$$

b) Dado o intervalo de tempo de 20 min = 1.200 s, temos, a partir da definição de corrente elétrica:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \Rightarrow 6 = \frac{\Delta Q}{1.200} \therefore \Delta Q = 7.200\ \text{C}$$

Como 1 C de carga transporta aproximadamente 1,1 mg de prata, temos:

$$m = 7.200\ \text{C} \cdot \frac{1{,}1\ \text{mg}}{1\ \text{C}} \therefore m = 7.920\ \text{mg} = 7{,}92\ \text{g}$$

8. A partir da definição de resistência elétrica, temos para $U = 3$ V e $i = 0{,}1$ A:

$$R = \frac{U}{i} \Rightarrow R = \frac{3}{0{,}1} \therefore R = 30\ \Omega$$

Como o resistor é ôhmico, sua resistência é constante; então, para $U = 9$ V, temos:

$$R = \frac{U}{i_1} \Rightarrow i_1 = \frac{9}{30} \therefore i_1 = 0{,}3\ \text{A}$$

E, para $U = 18$ V, temos:

$$R = \frac{U}{i_2} \Rightarrow i_2 = \frac{18}{30} \therefore i_2 = 0{,}6\ \text{A}$$

9. Alternativa **c**. A energia acumulada no capacitor é dada por:

$$E_{el} = \frac{Q \cdot U}{2}$$

Analisando o ponto em que a tensão é 4 kV, a carga Q = 0,10 C. Aplicando os valores na equação, temos:

$$E_{el} = \frac{0{,}10 \cdot 4.000}{2} \therefore E = 200\ \text{J}$$

Tema 3

1. Alternativa **a**.

a) Correta, pois as terminações dos axônios transmitem os impulsos nervosos para outras células.

b) Incorreta, pois as terminações neuronais não têm relação com a produção de proteínas.

c) Incorreta, pois a recepção do impulso nervoso ocorre nos dendritos ou no corpo celular do neurônio.

d) Incorreta, pois a síntese de neurotransmissores é feita no corpo celular do neurônio, onde se encontra a maior parte das organelas citoplasmáticas.

e) Incorreta, pois a bainha de mielina é formada por dois tipos de células da glia (oligodendrócitos – SNC e células de Schwann – SNP) que se enrolam no axônio do neurônio, e a produção não seria afetada.

2. Nenhum impulso é gerado.

3. Alternativa **d**.

a) Incorreta, pois os nervos do sistema simpático não afetam a capacidade de falar, por exemplo.

b) Incorreta, pois o mesencéfalo não se relaciona com a capacidade de fala.

c) Incorreta, pois o hipotálamo não se relaciona com a locomoção e com a fala.

d) Correta, pois o cerebelo coordena os movimentos e a locomoção.

e) Incorreta, pois o controle do movimento de andar, da fala e do equilíbrio ocorre no encéfalo.

MODERNA

4. Alternativa **b**.

a) Incorreta, pois acenar com as mãos, assim como os outros movimentos conscientes, passa pela mediação do córtex cerebral.

b) Correta, pois a frequência cardíaca é controlada pelo bulbo.

c) Incorreta, pois o registro de lembranças é controlado pelo córtex.

d) Incorreta, pois prender a respiração é um ato consciente, portanto é processado no córtex.

e) Incorreta, pois a coordenação da fala ocorre no córtex cerebral.

5. Os nervos do SNP são mistos. Assim, apresentam fibras sensoriais e motoras. Ao serem lesionados, tanto funções sensoriais quanto motoras ficam afetadas. Esses efeitos restringem-se à área do dedo que sofre o corte, ou seja, não afetam os demais dedos da mão.

6. A lei é importante para evitar acidentes, pois o álcool etílico age destruindo ou dificultando a ação do glutamato, o que promove depressão no SNC. Ele também prejudica a visão, diminui a ação do cerebelo atrapalhando a coordenação, afeta a capacidade de julgamento e reduz o tempo e a capacidade de resposta a estímulos.

7. Com a perda da elasticidade, os músculos ciliares não conseguem mudar a forma da lente de modo a promover a acomodação visual. Como a lente fica plana, a visão de objetos distantes não é prejudicada, mas, sim, a de objetos mais próximos, cuja focalização depende de a lente se tornar mais esférica.

8. Alternativa **d**.

a) Incorreta, pois expansões do axônio não podem substituir o estrato mielínico.

b) Incorreta, pois com a deterioração do estrato mielínico espera-se que ocorra aumento dos espaços entre os nós neurofibrosos.

c) Incorreta, pois a quantidade de neurotransmissores não influi na velocidade com que o impulso é conduzido.

d) Correta, pois nos neurônios mielinizados a condução do impulso nervoso ocorre aos saltos, o que aumenta sua velocidade; com a perda do estrato mielínico, a velocidade fica reduzida.

e) Incorreta, pois, com ou sem estrato mielínico, o impulso sempre se propaga no mesmo sentido: dos dendritos para o corpo celular e deste para o axônio.

9. Alternativa **c**.

a) Incorreta, pois a transmissão do impulso nervoso dos dendritos para o axônio não necessita da ação de neurotransmissores.

b) Incorreta, pois a velocidade de transmissão dos impulsos nervosos não depende da ação dos neurotransmissores, e sim o diâmetro do axônio e da presença da bainha de mielina.

c) Correta, pois a liberação e a ação dos neurotransmissores ocorrem nas sinapses.

d) Incorreta, pois a transmissão do impulso nervoso ao longo do axônio não necessita da ação de neurotransmissores.

e) Incorreta, pois o funcionamento das células de Schwann não depende da ação dos neurotransmissores.

10. Alternativa **b**. As afirmativas I e II estão corretas, pois o bulbo é o centro de controle de funções vitais como respiração e batimentos cardíacos. A afirmativa III está incorreta, pois o bulbo não se relaciona com a capacidade auditiva.

11. **a)** A cocaína age nas sinapses, bloqueando a remoção do neurotransmissor dopamina, que fica então mais tempo estimulando neurônios pós-sinápticos no cérebro, o que produz euforia. A maconha promove a liberação de dopamina, que ativa o sistema de recompensa, causa euforia, prejudica a coordenação e a memória, causa vasodilatação periférica e inflamação dos olhos e pode, ainda, causar distorções sensoriais.

b) Resposta variável. Os estudantes podem citar maior influência do meio, ímpeto por novas experiências, desejo de se sentir inserido em um grupo, entre outras explicações. Se julgar pertinente, pode ser interessante abrir espaço para discussão desse tema com a turma.

12. Alternativa **c**.

a) Incorreta, pois a transmissão das informações ocorre célula a célula.

b) Incorreta, pois as informações do meio são processadas em uma central de controle (encéfalo ou medula espinal).

c) Correta, pois as informações do meio são captadas pelo sistema sensorial e os estímulos são transformados em potenciais de ação, que percorrem os neurônios até chegarem ao encéfalo ou à medula, onde são processadas as respostas.

d) Incorreta, pois muitas das informações captadas do meio são transformadas em estímulos elétricos, no corpo humano.

e) Incorreta, pois as informações captadas do meio são encaminhadas até centrais de comando (encéfalo ou medula espinal).

MODERNA

13. Os canais de sódio abrem-se imediatamente após o estímulo, permitindo a entrada de cargas positivas (Na^+) na célula e a despolarização da membrana, e fecham-se em seguida. Os canais de potássio abrem-se mais lentamente do que os canais de sódio, permitindo a saída de cargas positivas (K^+) do citosol da célula e a repolarização da membrana, e fecham-se em seguida.

14. A velocidade de condução do estímulo nervoso é maior nas fibras mielinizadas. A mielinização proporciona uma condução saltatória; se o impulso percorrer toda a extensão do axônio, como ocorre nas fibras desmielinizadas, ele será mais lento. Quanto ao diâmetro, observa-se que o impulso nervoso percorre mais rapidamente as fibras com diâmetro maior.

Tema 4

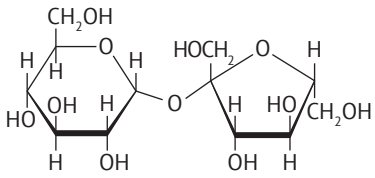
Prática investigativa

Prepare-se!

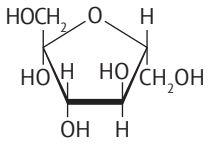
1. Espera-se que os estudantes mencionem que será observada a diminuição do brilho da luz em função do desvio do plano da luz polarizada. Alguns estudantes podem fornecer uma descrição mais detalhada, como a apresentada a seguir. Uma substância opticamente ativa desvia o plano da luz polarizada. Por isso, espera-se observar a diminuição do brilho da luz, que pode ser reestabelecido girando o filtro polarizador posicionado no ponto de observação (analisador), permitindo a passagem da luz cujo plano de propagação foi alterado.

2. Espera-se que os estudantes mencionem que concentrações diferentes de uma substância opticamente ativa desviam o plano da luz polarizada em ângulos diferentes. Os que tiverem em suas pesquisas observado a lei de Biot poderão responder que o desvio do plano da luz polarizada será mais acentuado em soluções de concentração maior da mesma substância.

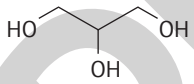
3.



Sacarose



Frutose

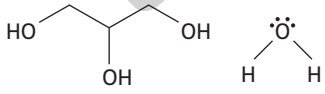


Glicerol

Discuta com seus colegas

1. Espera-se que os estudantes levantem como hipótese o fato de não existir substâncias opticamente ativas no ar, que é composto majoritariamente por gás nitrogênio, oxigênio, dióxido de carbono e gases nobres. É possível que alguns respondam que o desvio no plano da luz polarizada ocorre quando há birrefringência (ou dupla refração), o que não se verifica no ar, pois este é um meio isotrópico. Nos meios opticamente homogêneos como o ar, o índice de refração é constante em qualquer direção.

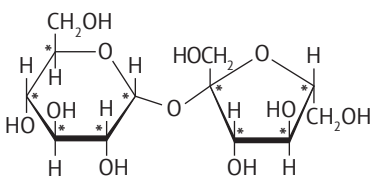
2. A água e a glicerina não são opticamente ativas por não apresentarem átomos de carbono assimétrico, como mostram as fórmulas estruturais planas a seguir.



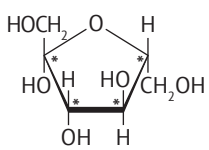
Glicerol

Água

3. Ao testar a solução aquosa de sacarose e frutose, o brilho observado diminui, sendo necessária a rotação do filtro polarizador usado como analisador para reestabelecer o brilho máximo. Tanto a sacarose quanto a frutose apresentam átomos de carbono assimétrico em sua estrutura, por isso são opticamente ativas.



Sacarose



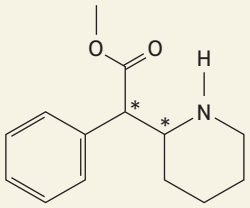
Frutose

Continua

Continuação

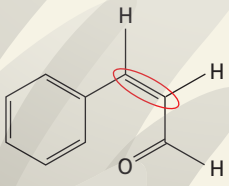
4. O desvio no plano da luz polarizada se altera de acordo com a substância e com a concentração da solução testada — sendo maior quanto mais concentrada for a solução.
5. Avalie os valores dos desvios observados pelos estudantes. Não é possível prever a magnitude dos desvios observados experimentalmente, pois o desvio no plano de luz polarizada, além de depender de uma solução opticamente ativa, depende de fatores como a intensidade da luz, a temperatura do ambiente e o tamanho do caminho óptico que a luz percorre.
6. Assim como na questão anterior, não é possível prever a magnitude dos desvios observados experimentalmente. Entretanto, a solução aquosa de glicerina não apresenta atividade óptica, pois não há átomo de carbono assimétrico na molécula de glicerina. Sob as mesmas condições de temperatura, tamanho do caminho óptico que a luz atravessa e intensidade da luz incidente, espera-se que a magnitude do ângulo de desvio da luz polarizada varie proporcionalmente com a concentração das soluções contendo componentes opticamente ativos.

1. Alternativa **d**. Isômeros apresentam mesma fórmula química, mas são substâncias diferentes. O composto indicado na alternativa **d** tem fórmula molecular $C_4H_{10}O$. A fórmula molecular das estruturas apresentadas nos outros itens é C_4H_8O.
2. Alternativa **e**. Os átomos de carbono assimétricos apresentam quatro ligantes diferentes e são destacados por asteriscos na fórmula estrutural:

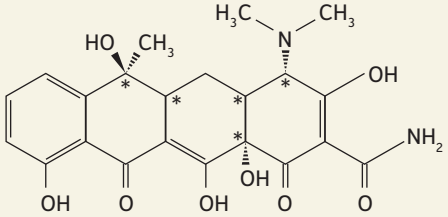


A fórmula molecular é determinada contando todos os átomos presentes na molécula: $C_{14}H_{19}NO_2$.

3. Alternativa **b**. Para apresentar atividade óptica, a molécula deve apresentar pelo menos um átomo de carbono assimétrico.
4. **a)** Fórmula molecular: C_9H_8O.
   b) O isômero representado é o isômero *trans*. Os átomos de hidrogênio ligados aos átomos de carbono em posição 2 e 3 encontram-se em lados opostos do plano imaginário no eixo da ligação dupla.
   c) O isômero *cis* do cinamaldeído apresenta a seguinte fórmula estrutural plana.



5. **a)** Para apresentar enantiomeria, a molécula deve ter pelo menos um átomo de carbono assimétrico. A condição para um átomo de carbono ser assimétrico é estar ligado a quatro grupos diferentes, o que ocorre nos átomos indicados com um asterisco a seguir.



   b) Espera-se que os estudantes tenham compreendido que o arranjo espacial das moléculas determina como se dará a interação entre a molécula e um receptor em agentes biológicos (vírus, bactérias etc.); dessa maneira, diferentes enantiômeros podem ter diferentes atividades biológicas.

MODERNA

6. Alternativa **d**.

a) Correto. O composto III corresponde ao isômero *cis* e o composto II corresponde ao isômero *trans*.

b) Correto. A fórmula molecular de todos os compostos é $C_4H_6Cl_2$.

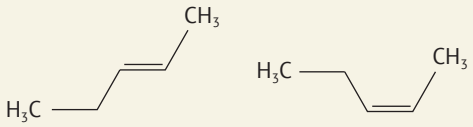
c) Correto. A única diferença está na forma de apresentar a estrutura, mas ambos correspondem ao composto *cis*-2,3-diclorobut-2-eno.

d) Incorreto. O isômero *cis* (composto III) é polar, enquanto o isômero *trans* (composto II) é apolar. Como as interações intermoleculares entre compostos polares são mais intensas que entre compostos apolares, a temperatura de ebulição da substância composta pela forma *cis* é maior quando comparado à forma *trans*.

7. Resposta variável. Espera-se que os estudantes expliquem o que é um ácido graxo/gordura *trans* utilizando os conceitos de insaturação, arranjo espacial e propriedades físico-químicas de isômeros *cis*-*trans*. O uso das gorduras *trans* apresenta vantagens como conferir crocância aos alimentos e aumentar o prazo de validade dos produtos. Uma desvantagem é o aumento do risco de morte por problemas cardiovasculares relacionados ao consumo desse tipo de gordura.

8. Alternativa **e**. Todas as afirmações são verdadeiras. Caso o combustível analisado contenha querosene "marcado", haverá formação de um sal de sódio, solúvel em água. Este sal (isômero *cis*), quando irradiado com luz ultravioleta, será convertido no isômero *trans*, que é fluorescente. Serão observadas duas fases: uma aquosa e uma apolar.

9.



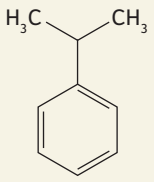
trans-pent-2-eno *cis*-pent-2-eno

As moléculas do isômero *cis* apresentam um empacotamento menos eficiente que o das moléculas do isômero *trans*. Dessa forma, as interações intermoleculares no isômero *cis* são menos intensas e, consequentemente, a temperatura de fusão da substância formada por moléculas *cis* é menor (considerando a mesma pressão atmosférica). Já no isômero *trans*, como o empacotamento das moléculas é mais eficiente, as interações intermoleculares são mais intensas e, portanto, a temperatura de fusão da substância formada por elas é maior (considerando a mesma pressão atmosférica).

10. A etapa correspondente à transformação do composto 3 nos compostos presentes na mistura racêmica do ibuprofeno deve ser alterada para que seja formado apenas o enantiômero desejado. Nessa etapa, um dos grupos —CO_2Et é removido, formando um composto que apresenta um carbono assimétrico em sua estrutura. Essa etapa deve ser alterada a fim de direcionar a remoção de especificamente um dos grupos —CO_2Et, de tal forma que a disposição espacial dos quatro substituintes corresponda apenas àquela encontrada no enantiômero biologicamente ativo.

Tema 5

1. Alternativa **e**. É uma reação de substituição do tipo alquilação de Friedel-Crafts. O produto majoritário é o isopropilbenzeno, cuja fórmula estrutural é representada por:

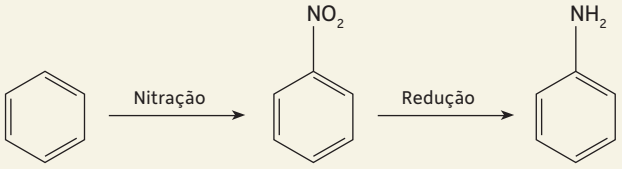


2. Alternativa **d**. Um átomo de hidrogênio do grupo metil foi substituído por um átomo de cloro com uso de luz UV. O mecanismo envolve cisão homolítica de ligação covalente e formação de radicais livres.

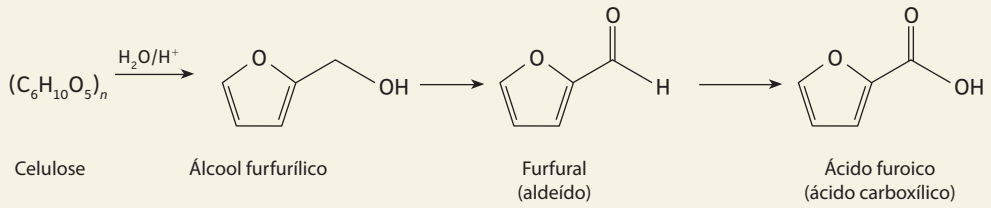
3. **a)** Fórmula molecular da anilina é C_6H_7N.

b) A obtenção da anilina a partir do benzeno pode ocorrer em duas etapas: a nitração do benzeno, para formar nitrobenzeno, e a posterior redução do grupo nitro, para formar a anilina. Embora não seja demanda da atividade, os estudantes podem representar a sequência de reações de maneira simplificada.

MODERNA



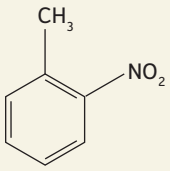
4. Tanto a conversão de álcool furfurílico a furfural quanto a conversão deste a ácido furoico ocorrem por meio de uma reação de oxirredução.



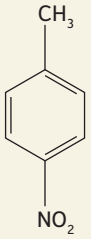
Celulose — Álcool furfurílico — Furfural (aldeído) — Ácido furoico (ácido carboxílico)

5. O composto A é o tolueno (metilbenzeno) e o composto B é a acetofenona ou cetona fenílica e metílica. Assim,

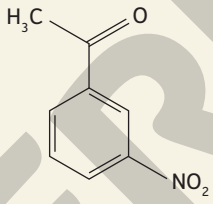
Composto C



Composto D



Composto E



6. O termo drogaria remete ao local de venda de drogas, mas, nesse caso, essas drogas são para uso terapêutico e, portanto, lícitas, empregadas na formulação dos medicamentos.

7. Alternativa **b**. Com base no princípio da economia atômica, as reações de adição permitem que todos os átomos presentes nas moléculas dos reagentes sejam incorporados na molécula do produto.

8. Para determinar a economia atômica de um processo, deve-se, primeiramente, obter as fórmulas moleculares de todas as substâncias que participam da reação, e, em seguida, calcular as massas moleculares dos reagentes e dos produtos de interesse.

Cloreto de tionila ($SOCl_2$) = 119,0 u
Pentacloreto de fósforo (PCl_5) = 208,2 u
Ácido acético ($C_2H_4O_2$) = 60,0 u
Cloreto de acetila (C_2H_3ClO) = 78,5 u

O segundo passo é determinar, para cada uma das reações indicadas, a massa total dos reagentes. Em seguida, determinar o percentual de economia atômica por meio de uma regra de três.

Na síntese com cloreto de tionila:
Massa total dos reagentes = 119,0 u + 60,0 u = 179,0 u

% economia atômica	Massa molecular
100%	179,0 u
x	78,5 u

$\therefore x \approx 44\%$

Na síntese com o pentacloreto de fósforo:
Massa total dos reagentes = 208,2 u + 60,0 u = 268,2 u

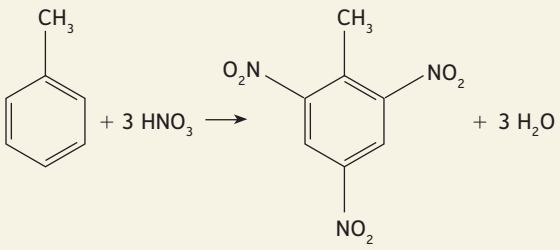
% economia atômica	Massa molecular
100%	268,2 u
y	78,5 u

$\therefore y \approx 29\%$

Logo, entre os processos apresentados, a reação que emprega cloreto de tionila apresenta a maior economia atômica para a obtenção de haleto de acila.

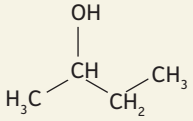
MODERNA

9. a)



b) O grupo metil (—CH_3) é um orientador *orto-para* e favorece a substituição do grupo nitro nessas posições. O grupo nitro (—NO_2) é um orientador *meta* e, por isso, favorece a entrada de grupos nitro adicionais nessa posição. É importante que os estudantes percebam que, nas substituições múltiplas, todos os substituintes presentes influenciam na posição em que ocorrerá a substituição seguinte.

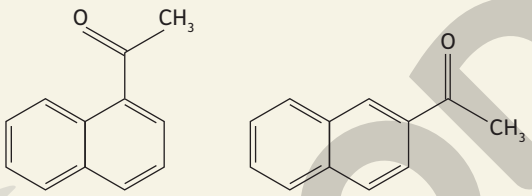
10. O álcool contido no frasco é o butan-2-ol.



No primeiro teste, em que se utilizou o reagente de Lucas, o meio se torna turvo em decorrência da formação do haleto de alquila, insolúvel no meio. Como as anotações não indicam o tempo em que as alterações foram percebidas, pode-se afirmar se tratar de um álcool secundário ou terciário. Álcoois primários não reagem nessas condições.

No segundo teste, em que foi utilizado o reagente de Jones, a mudança na coloração indica que houve oxidação do álcool. Entre as alternativas, pode-se afirmar que se trata de um álcool secundário, já que álcoois terciários não reagem nessas condições.

11. Apenas duas cetonas podem ser obtidas:



Tema 6

1. Alternativa **d**. O órgão muscular e oco é o útero. O canal que liga o útero ao exterior é a vagina. Os órgãos que unem os ovários ao útero são as tubas uterinas. Os órgãos ovais que produzem ovócitos II são os ovários. A parte externa do sistema genital feminino é o pudendo feminino.

2. Alternativa **c**.

a) Incorreta, pois a camisinha masculina não tem ação espermicida, ela retém o sêmen em seu interior, impedindo que ele entre no corpo feminino e, assim, que os espermatozoides encontrem o ovócito.

b) Incorreta, pois, para que a tabela tenha alguma eficiência como método anticoncepcional, o ciclo menstrual precisa ser regular.

c) Correta, a ação hormonal da pílula impede que ocorra a maturação dos folículos e a liberação do ovócito.

d) Incorreta, o DIU dificulta a fecundação e a implantação do embrião no útero.

e) Incorreta, pois o diafragma impede que os espermatozoides entrem no útero.

3. Alternativa **d**.

a) Incorreta, a progesterona age no útero aumentando a espessura do endométrio e preparando-o para receber o embrião, em caso de gravidez.

b) Incorreta, a produção de progesterona pelo corpo lúteo e, em caso de gravidez, pela placenta inibe a produção de FSH e LH.

c) Incorreta, a progesterona age no útero na preparação e manutenção da gravidez.

d) Correta, a progesterona promove o espessamento do endométrio.

e) Incorreta, o amadurecimento dos folículos ovarianos é estimulado pelo estrógeno.

MODERNA

4. Alternativa **d**.

a) Incorreta, pois o folículo primário é um estágio que antecede a ovulação e o hormônio luteinizante é secretado pela adenoipófise.

b) Incorreta, pois os hormônios folículo estimulante (FSH) e luteinizante (LH) são produzidos pela adenoipófise.

c) Incorreta, pois o folículo secundário é um estágio que antecede a ovulação, a função é hormonal e não há secreção de glicoproteínas e lipídeos.

d) Correta, após a ovulação, sob ação do LH, as células do folículo se reorganizam, formando uma estrutura endócrina temporária que passa a secretar estrógeno e progesterona.

e) Incorreta, pois o folículo não forma células germinativas.

5. Alternativa **a**.

I) Correto, pois o aquecimento pode prejudicar a qualidade dos espermatozoides produzidos.

II) Incorreto, pois a produção de ovócitos ocorre internamente e não é afetada pela temperatura da superfície.

III) Correto, pois a aproximação entre o escroto e o abdômen faz com que aumente a temperatura do escroto, prejudicando a produção de espermatozoides.

IV) Incorreto, o texto não indica se ocorrem mutações, apenas informa que o uso do *laptop* no colo prejudica a produção e a qualidade dos espermatozoides.

6. a) Do dia 12 ao dia 21 desse mês.

b) Porque esse método depende da regularidade do ciclo menstrual da mulher. Como muitas mulheres não apresentam um ciclo regular, a definição do período fértil pode não ser precisa.

c) Porque a estimativa depende do tempo de permanência do ovócito II no organismo e da capacidade de permanência de espermatozoides viáveis no trato genital feminino após a relação sexual.

7. a) Depois do pico de testosterona aos 6 meses, há uma redução na concentração desse hormônio no sangue até níveis quase imperceptíveis antes do primeiro ano de vida, permanecendo dessa forma até o início da puberdade indicado pelo gráfico (pouco depois dos 10 anos de idade).

b) A elevação contínua de testosterona ao longo da puberdade se relaciona diretamente com a maturação sexual e o aparecimento dos caracteres secundários no homem. E trata-se de um hormônio que age nos testículos estimulando a espermatogênese.

8. Alternativa **a**. A mulher ingeriu uma concentração constante dos hormônios presentes em cada comprimido da pílula. Essa quantidade de hormônios inibe a produção de LH e FSH e, assim, a produção de estrógenos e progesterona pelo organismo feminino. Dessa forma, a concentração desses hormônios no sangue da mulher corresponde à concentração presente na pílula e se mantém constante ao longo do tempo de uso.

9. Alternativa **e**.

Período A: a elevação dos hormônios LH, FSH e estrógeno promove a ruptura do folículo ovariano, ou seja, a ovulação.

Período B: ocorre a formação do corpo lúteo e o aumento da secreção de progesterona. Os altos índices desses hormônios provocam a retroalimentação negativa e a diminuição da produção de LH e FSH.

Períodos C e D: o corpo lúteo continua produzindo estrógeno e progesterona. A produção de progesterona atinge seu pico, assim como a espessura do endométrio uterino. O corpo lúteo degenera e, como não há fecundação, a produção de progesterona e estrógeno cai.

Período E: a queda nos níveis de hormônios provoca a descamação do endométrio uterino, ou seja, a menstruação.

10. a) Considerando a meta 90-90-90, em 2016, havia aproximadamente 830 mil pessoas com HIV no país, das quais 694 mil (84%, aproximadamente) estavam diagnosticadas. Das pessoas diagnosticadas, 498 mil (cerca de 72%) estavam em terapia antirretroviral (TARV). Das pessoas em TARV, 438 mil (cerca de 88%) estavam com carga viral suprimida.

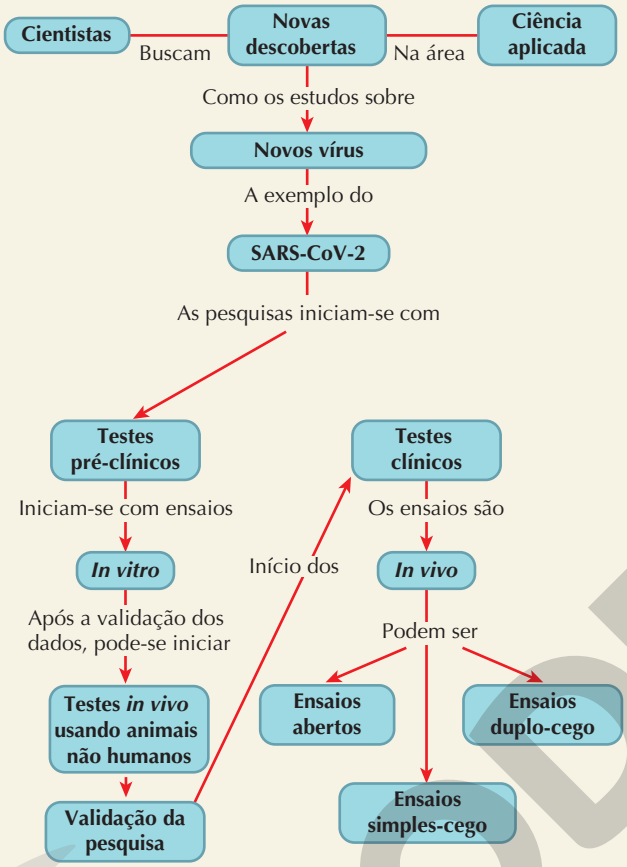
b) O último passo seria a supressão viral. Esse passo ainda representa um desafio, já que, em 2016, apesar de 88% das pessoas em tratamento estarem com a carga viral suprimida, esse número ainda representa apenas cerca de 53% das pessoas infectadas pelo HIV no país.

MODERNA

Reflexões sobre a ciência

1. Espera-se que os estudantes organizem os conceitos apresentados no texto em caixas interligadas e dispostas de maneira hierárquica, de modo que as ideias sigam um sentido lógico, que pode ser de um assunto geral para um mais específico ou o contrário. O importante, aqui, é que os estudantes consigam visualizar as etapas da pesquisa de maneira clara e coerente.

ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO



Exemplo de mapa conceitual sobre a descoberta de novos vírus.

2. Espera-se que os estudantes respondam que os testes *in vitro* permitem obter informações essenciais sobre o alvo de estudo, que até essa etapa é desconhecido, como: morfologia, taxa de replicação, ação de medicamentos etc. Esses testes contribuem para a redução do uso de animais de laboratório.

3. a) Espera-se que os estudantes respondam que foram realizados testes *in vivo* no experimento relatado no artigo 1 e, no relatado no artigo 2, testes *in vitro*. Eles podem citar, respectivamente, os seguintes trechos: "Este estudo foi realizado em 21 ratos albinos *Wistar*" e "As culturas de células ganglionares da retina de ratos *Lister Hooded*".

b) Espera-se que os estudantes mencionem que, no artigo 1, está sendo testada a N-acetilcisteína no tratamento de ototoxicidade por cisplatina. Já no artigo 2, estão sendo testadas diferentes concentrações de óleo essencial de *B. trimera* em células ganglionares.

c) Espera-se que os estudantes respondam que o experimento relatado no artigo 1 é constituído por quatro grupos. Um deles é o grupo controle (solução salina), formado por cinco indivíduos e três experimentais, sendo 500 mg/kg/dia i.p. de N-acetilcisteína (n = 5), três vezes no total; 15 mg/kg i.p. (dose única) somente de cisplatina (n = 5) e 15 mg/kg i.p. de cisplatina e 500 mg kg/dia i.p. de N-acetilcisteína (n = 6). No experimento relatado no artigo 2, existem seis grupos, sendo dois controles: o próprio meio de cultura (n = 3), para os tempos de 24 h e 48 h, e quatro experimentais, 1 : 1.000 (n = 3) e 1 : 500 (n = 3) para 24 h e 48 h.

4. Resposta variável. O texto pode ter de 10 a 15 linhas, e espera-se que os estudantes relatem a importância da Ciência em uma pandemia para conter o agente causador da doença, buscar um medicamento eficaz, elaborar uma vacina, divulgar informações confiáveis para as pessoas, entre outras.

MODERNA

Pensamento crítico e argumentação

1. A sequência correta é: d, f, c, e, a, b.

2. **a)** Espera-se que os estudantes mencionem o seguinte trecho: "Por que não desenvolver métodos alternativos mais eficazes, mais baratos, mais acessíveis, mais rápidos e mais éticos?".

b) Espera-se que os estudantes mencionem que a tese/ideia principal defendida é a extinção do uso de animais de experimentação na Ciência. Isso se justifica no próprio título do texto, "A ciência na extinção dos testes em animais", e pode ser observado também no seguinte trecho do último parágrafo: "neste contexto, estimulando e validando métodos alternativos, o que deve ser visto pela academia como um fértil terreno para desenvolvimento de uma ciência mais moderna, eficaz, justa e humanitária".

c) Espera-se que os estudantes respondam que o desenvolvimento de um artigo de opinião consiste na apresentação de argumentos e contra-argumentos que embasem um ponto de vista. No texto, eles começam a partir do terceiro parágrafo, "Embora esta seja uma tendência global [...]", e terminam antes do penúltimo parágrafo, "Por fim, os argumentos dos defensores dos animais [...]".

d) Espera-se que os estudantes respondam que, ao mencionar "procedimentos tradicionalmente consolidados", a autora se refere ao histórico uso dos animais na experimentação científica. Sendo assim, ela está afirmando que as reflexões impulsionadas por argumentos pró-animais podem fomentar o desenvolvimento de técnicas e métodos alternativos ao uso de animais na Ciência.

e) Espera-se que os estudantes respondam que a autora concluiu que as medidas adotadas por outros países podem influenciar os procedimentos empregados no Brasil e, ainda, que a busca por métodos alternativos pode contribuir para a extinção do uso de animais na experimentação científica, como está indicado, de maneira implícita, no seguinte trecho: "um terreno fértil para desenvolvimento de uma ciência mais moderna, eficaz, justa e humanitária".

f) Espera-se que os estudantes respondam que o texto é um artigo de opinião, pois apresenta todas as partes indicadas na questão 1, mesmo que a ordem dessas seções traga algumas diferenças. A questão polêmica é apresentada explicitamente ao final do texto (na conclusão), embora haja indicativos implícitos dessa questão no título e no subtítulo. A introdução traça um contexto amplo, usando mais de um parágrafo. As demais partes do artigo de opinião seguem o mesmo modelo estrutural da questão 1: o desenvolvimento vem na sequência da introdução, com a apresentação das diferentes visões sobre o tema (argumentos e contra-argumentos), e a conclusão fecha o texto, com a apresentação da tese.

3. **a)** Espera-se que os estudantes mencionem que, para o entrevistado do fragmento A, há técnicas alternativas à experimentação animal e isso pode ajudar na redução e na extinção do uso de cobaias, como vemos no trecho: "dispensar a utilização de cobaias". Já para o entrevistado do fragmento B, o uso de cobaias é fundamental para a Ciência, e esse posicionamento fica claro no trecho: "No entanto, como pesquisador ainda em formação, acredito na importância desse tipo de atividade para o desenvolvimento de métodos de cura e melhoria de vida, tanto para o homem quanto para animais de companhia e de produção, além de inúmeros outros usos".

b) Espera-se que os estudantes respondam que o entrevistado do fragmento A usa a criação da legislação brasileira voltada para a proteção dos animais como argumento para defender a redução e extinção do uso de animais de laboratório. Isso fica explicito na declaração: "A legislação brasileira vem avançando justamente para diminuir e até abolir esta prática". Em outras partes, o entrevistado afirma, para defender seu posicionamento: "já está comprovado que a maioria dos testes que se realizam em modelos animais não tem as mesmas respostas em modelos humanos" e "vários cientistas chegaram a esta conclusão e estão abolindo essa prática". O entrevistado do fragmento B, por sua vez, utiliza como argumento para o seu posicionamento o fato de existirem comissões para regular o uso de cobaias, como podemos ver no trecho: "existem comissões de ética bastante atuantes de universidades e instituições de pesquisa com a função de estabelecer parâmetros para a prática do uso de cobaias, visando garantir o bem-estar e diminuir o sofrimento desses animais". Ele menciona, também, que não usar animais pode comprometer a formação de profissionais como veterinários e médicos, como vemos no trecho: "Cabe ponderar e questionar se os futuros doutores formados por essas escolas terão capacidade e conhecimento *in loco* para exercer a profissão de maneira eficaz e segura, reduzindo, e até mesmo evitando, o tão temido erro médico".

EDIÇÃO MODERNA

c) Espera-se que os estudantes respondam que o entrevistado do fragmento A não apresenta contra-argumentos. Já o entrevistado do fragmento B menciona que há comissões éticas para regular o uso de animais. Nesse caso, isso pode ser usado como posicionamento para os dois lados da discussão. Se por um lado ter uma legislação serve como argumento de que os animais estão protegidos por boas práticas, por outro, a existência dessa mesma legislação indica que usar animais pode ser visto como uma prática cruel.

d) Espera-se que os estudantes respondam que o entrevistado do fragmento A não apresenta uma conclusão, o que pode ocorrer nesse gênero de texto, que é uma entrevista. Todavia, a tese está clara no início do parágrafo, e o desenvolvimento do texto estabelece a relação com a tese defendida. Já o entrevistado do fragmento B apresenta como conclusão a importância do uso de cobaias para a formação de profissionais que trabalharão com animais ou na área da saúde. Esse ponto se relaciona com o que ele apresentou no início do texto, ao discorrer sobre a importância do uso de animais.

4. Resposta pessoal. Espera-se que, após a leitura e discussão das duas opiniões, os estudantes se posicionem em relação ao uso de cobaias em pesquisas científicas. As justificativas para as respostas podem contemplar, por exemplo, quais dos argumentos apresentados nos textos foram os mais convincentes e se esses argumentos pertencem necessariamente ao texto considerado mais convincente.

5. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes elaborem um pequeno texto em que sejam incorporadas as três partes de um artigo de opinião: introdução, desenvolvimento e conclusão, com as respectivas características. Esclareça que o debate deve ocorrer de maneira cordial entre os estudantes. O professor pode ser o mediador da turma. Os estudantes podem ler trechos dos textos que escreveram para subsidiar os argumentos do debate.

Valores e atitudes

1. a) Espera-se que os estudantes definam automedicação como o ato de se medicar por conta própria, isto é, sem a orientação de um médico.

b) Resposta variável. Os estudantes podem mencionar, por exemplo, que alguns medicamentos são comprados sem nenhuma dificuldade em farmácias e drogarias e que, de modo geral, considera-se que esses medicamentos possam resolver alguns problemas mais leves de forma rápida. Outro motivo é que nem sempre se encontra assistência médica pública ágil no momento em que sintomas de doenças aparecem. Dentre outras respostas, pode aparecer o medo de ir ao médico, medo de possível descoberta de alguma doença mais séria ou, ainda, o custo da consulta.

c) Espera-se que os estudantes tenham consciência dos riscos envolvidos nessa prática e pesquisem sobre eles. É provável que, durante as pesquisas, eles se deparem com os perigos do uso de analgésicos contra enxaquecas, que, além de não curá-las, podem piorá-las, ou ainda com os perigos dos antitérmicos e xaropes, que podem mascarar os sintomas de algo mais grave, entre outros.

2. Os estudantes devem elaborar um roteiro para as entrevistas, que podem ser registradas em uma caderneta ou por meio de vídeo, com a autorização de imagem dos envolvidos. Com os dados das entrevistas, os estudantes podem quantificar as pessoas que se automedicam e comparar com os dados do gráfico. Além disso, eles devem elaborar soluções e estratégias para alertar a população, seja por meio de um *podcast*, de um cartaz, um *post* nas redes sociais ou outro meio de comunicação.

3. Espera-se que os estudantes reflitam sobre os danos que podem ser causados pela automedicação e apontem atitudes como: ir ao médico especialista quando surgir algum tipo de sintoma, não comprar e não ter medicamentos disponíveis em sua moradia etc.

4. Os medicamentos vencidos ou não usados devem ser devolvidos para farmácias e postos de saúde para que seja feito o descarte correto. Eles não devem ser descartados no lixo comum, nem em ralos ou vasos sanitários. Caso o medicamento seja descartado em lugares inapropriados, pode haver a contaminação do solo e da água.

EDITORA MODERNA

UNIDADE 2
Vida saudável

Abertura

Na obra de Röhrig estão representados diversos alimentos industrializados (processados e ultraprocessados) e poucos alimentos *in natura*. O grande desenvolvimento da indústria alimentícia, especialmente ao longo das últimas décadas, incentivou o consumo de produtos industrializados, que se tornaram característicos da sociedade contemporânea e amplamente associados ao aumento da incidência dos distúrbios alimentares, em especial da obesidade, como mostrado pelo mapa. Espera-se que os estudantes façam uma crítica aos hábitos alimentares atuais e repensem seus próprios hábitos alimentares, fazendo um levantamento dos alimentos que são consumidos, bem como suas atividades diárias, de modo que percebam quais pontos precisam ser melhorados para terem uma vida saudável.

Tema 1. Espera-se que os estudantes identifiquem a temperatura e o calor como grandezas físicas. Nesse caso, o alimento está a uma temperatura maior que a do nosso corpo e, ao ingerirmos o alimento, há troca de calor entre o alimento e o nosso corpo.

Tema 2. Espera-se que os estudantes mencionem que a característica é o isolamento térmico. São exemplos de bons isolantes térmicos: o isopor, a madeira, a cortiça, a lã, o ar. Os estudantes podem citar as embalagens de isopor usadas para conservar a temperatura dos alimentos.

Tema 3. Espera-se que os estudantes mencionem que um cardápio saudável deve conter alimentos variados como arroz, feijão, legumes, verduras, frutas, ovos e carnes, e quantidades moderadas de açúcar e sal. Os nutrientes obtidos a partir desses alimentos são os glicídios (comumente chamados de carboidratos), proteínas, lipídeos (óleos e gorduras), vitaminas, minerais e fibras alimentares. A quantidade que deve ser consumida de cada um desses nutrientes varia com a idade, as tarefas realizadas no dia a dia, entre outras características e condições fisiológicas da pessoa.

Tema 4. Espera-se que os estudantes relacionem a queimação no estômago à presença de substâncias de caráter ácido no suco gástrico. Alguns médicos receitam antiácidos porque eles apresentam caráter básico que neutraliza os ácidos estomacais, reduzindo a sensação de queimação, apesar de não resolver o problema que a originou.

Tema 5. Espera-se que os estudantes expliquem que os distúrbios nutricionais são doenças associadas ao processo alimentar, podendo ser originadas de hábitos alimentares que causam danos à saúde, como a redução extrema ou o consumo em excesso de alimentos. Eles podem citar a anorexia, a bulimia, a obesidade, a compulsão alimentar e a subnutrição. As intolerâncias ao glúten e à lactose também podem ser mencionadas.

Tema 6. Espera-se que os estudantes expliquem que as vacinas estimulam o sistema imunológico a produzir anticorpos específicos ao inserir uma versão enfraquecida ou inativa do agente causador da doença. Assim, caso a pessoa entre em contato com o agente causador de tal doença, o sistema imunológico atuará rapidamente, impedindo que a doença se desenvolva. Por isso, a vacina é uma forma efetiva de prevenção individual e coletiva.

Tema 1

1. Alternativa **b**. A partir do enunciado, podemos montar a seguinte representação das escalas:

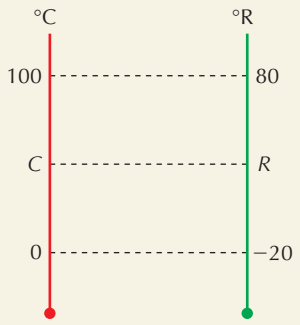


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Aplicando a relação entre as escalas, temos:

$$\frac{C - 20}{80 - (-20)} = \frac{R - 0}{100 - 0} \Rightarrow C - 20 = R \therefore C = R + 20$$

MODENA

2. Aplicando a lei geral dos gases ideais, temos:

$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{3p_1 \cdot V_2}{4T_1} \therefore V_2 = \frac{4}{3}V_1$

3. Aplicando a lei geral dos gases ideais, temos:

$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{0{,}5 \cdot 6.000}{(20 + 273)} = \frac{0{,}25 \cdot V_2}{450}$

$\therefore V_2 \simeq 18.430\ cm^3$

4. Aplicando a lei de Boyle-Mariotte, temos:

$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \Rightarrow p_1 \cdot V_1 = (p_1 + 0{,}1p_1) \cdot V_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow p_1 \cdot V_1 = 1{,}1p_1 \cdot V_2 \therefore V_2 \simeq 0{,}909V_1$

Portanto, ocorre uma diminuição do volume de aproximadamente 90,9%.

5. **a)** Pela equação de Clapeyron, o número de mols é:

$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow 2 \cdot 35 = n \cdot 0{,}082 \cdot (25 + 273)$

$n \simeq 2{,}86\ mol$

b) A partir da definição de número de mols, temos:

$n = \frac{m}{M} \Rightarrow 2{,}86 = \frac{m}{28} \therefore m \simeq 80\ g$

c) Considerando 1 mol de gás sob pressão de 2 atm e uma temperatura de 25 °C, pela equação de Clapeyron, o volume ocupado será de:

$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow 2 \cdot V = 1 \cdot 0{,}082 \cdot (25 + 273) \therefore V \simeq 12{,}2\ L$

6. Alternativa **d**. A partir da equação geral dos gases, temos:

$pV = nRT \Rightarrow p \cdot 0{,}1 = 0{,}5 \cdot 8{,}3 \cdot 300 \therefore p = 12.450\ Pa$

7. Alternativa **a**. O modelo teórico de um gás obedece às equações $\frac{pV}{T} = k$ e $pV = nRT$. Além disso, o modelo adotado para um gás ideal compreende a teoria cinética molecular dos gases, que indica que:

- A pressão do gás é exercida igualmente em todos os pontos do recipiente.
- Os choques entre as moléculas são elásticos.
- As moléculas de um gás são pontos materiais, ou seja, têm massa, mas apresentam um volume praticamente nulo.
- Em um gás ideal, não há atração nem repulsão entre as moléculas.

8. No ponto B, temos $V_B = 6\ L$, $T_B = 1.200\ K$ e $p_B = 8\ atm$.

Aplicando a lei geral dos gases entre o ponto A e o ponto B, encontramos:

$\frac{p_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{p_B \cdot V_B}{T_B} \Rightarrow \frac{8 \cdot 3}{T_A} = \frac{8 \cdot 6}{1.200} \therefore T_A = 600\ K$

Portanto, no ponto A, temos $V_A = 3\ L$, $T_A = 600\ K$ e $p_A = 8\ atm$ e, no ponto C, $V_C = 6\ L$, $T_C = 600\ K$ e $p_C = 4\ atm$.

Portanto, entre os pontos A e B, temos uma expansão isobárica, entre os pontos B e C, uma expansão isocórica e, entre C e A, uma contração isotérmica.

Tema 2

1. **a)** Como se trata de um processo isobárico, sabemos que o volume e a temperatura variam de forma diretamente proporcional. Portanto, se diminui o volume, a temperatura do gás ideal também diminui.

b) Pelo gás. Dados a pressão de $1\ atm = 10^5\ N\ m^{-2}$, a área do êmbolo de $A = 25\ cm^2 = 25 \cdot 10^{-4}\ m^2$ e um deslocamento de $\Delta h = 7\ cm = 7 \cdot 10^{-2}\ m$, a partir da definição de trabalho realizado pelo gás, temos:

$\mathcal{C} = p \cdot \Delta V \Rightarrow \mathcal{C} = p \cdot A \cdot \Delta h \Rightarrow \mathcal{C} = 10^5 \cdot 25 \cdot 10^{-4} \cdot 7 \cdot 10^{-2} \therefore \mathcal{C} = 17{,}5\ J$

2. Considerando a temperatura inicial de $27 + 273 = 300\ K$, a temperatura final de $227 + 273 = 500\ K$ e que se trata de um gás monoatômico, a variação de energia interna do gás é:

$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 8{,}31 \cdot (500 - 300) \therefore \Delta U = 4.986\ J$

3. A partir da equação de Clapeyron, temos:

$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

Além disso, como o gás é monoatômico, a energia interna é dada por:

$U = \frac{3}{2}n \cdot R \cdot T$

MODERNA

Portanto, pelas duas equações e dados a pressão de $2 \cdot 10^5$ Pa e o volume de 2 L $= 2 \cdot 10^{-3}$ m³, obtemos:

$U = \frac{3}{2} p \cdot V \Rightarrow U = \frac{3}{2} \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \therefore U = 600$ J

4. Pela primeira lei da Termodinâmica, temos:

$Q = \mathcal{C} + \Delta U \Rightarrow 600 = 400 + \Delta U \therefore \Delta U = 200$ J

Portanto, a energia interna final do gás é:

$\Delta U = 200$ J $\Rightarrow U_{final} - 400$ J $= 200$ J $\therefore U_{final} = 600$ J

5. Alternativa **e**. Sabemos que a energia interna de um gás ideal é diretamente proporcional a sua temperatura; portanto:

$T_2 > T_1 \Rightarrow U_2 > U_1 \therefore \Delta U > 0$

Logo, pela primeira lei da Termodinâmica, $\Delta U = Q - \mathcal{C}$, temos:

$Q - \mathcal{C} > 0 \therefore Q > \mathcal{C}$

Portanto, o calor absorvido pelo gás durante a transformação é maior que o trabalho realizado por ele.

6. Na primeira situação, o sistema não realiza trabalho, portanto todo o calor adicionado ao sistema é convertido em energia interna. Isto é, a energia interna aumenta em 100 J.

No segundo caso, o sistema realiza um trabalho de 40 J, portanto a energia interna do sistema sofre um aumento de 100 J – 40 J = 60 J.

7. **a)** Pela primeira lei de Charles e Gay-Lussac, temos:

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{2{,}0 \cdot 10^{-3}}{300} = \frac{3{,}5 \cdot 10^{-3}}{T_2} \therefore T_2 = 525$ K

b) O trabalho realizado numa expansão isobárica é dado por:

$\mathcal{C} = p \cdot \Delta V \Rightarrow \mathcal{C} = 1{,}0 \cdot 10^5 \cdot (3{,}5 - 2{,}0) \cdot 10^{-3} \therefore \mathcal{C} = 150$ J

Assim, dada a quantidade de calor de 375 J, a partir da primeira lei da Termodinâmica, temos:

$Q = \mathcal{C} + \Delta U \Rightarrow 375 = 150 + \Delta U \therefore \Delta U = 225$ J

8. **a)** A partir do ponto *A* do gráfico, sabemos que 5 mols do gás ocupam um volume de 10 L $= 10 \cdot 10^{-3}$ m³ e têm temperatura $T_A = 200$ K; assim, pela equação de Clapeyron, temos:

$p_A \cdot V_A = n \cdot R \cdot T_A \Rightarrow p_A \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 5 \cdot 8{,}31 \cdot 200 \therefore p_A = 8{,}31 \cdot 10^5$ N m^{-2}

b) Pela definição de trabalho realizado por um gás e sabendo que a variação do volume em litros foi de 20 L − 10 L $= 10 \cdot 10^{-3}$ m³, temos:

$\mathcal{C} = p \cdot \Delta V \Rightarrow \mathcal{C} = 8{,}31 \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \therefore \mathcal{C} = 8.310$ J

c) Considerando a temperatura inicial de 200 K, a temperatura final de 400 K e que se trata de um gás monoatômico, a variação de energia interna do gás é:

$\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \cdot 5 \cdot 8{,}31 \cdot (400 - 200) \therefore \Delta U = 12.465$ J

d) Pela primeira lei da Termodinâmica, temos:

$Q = \mathcal{C} + \Delta U \Rightarrow Q = 8.310 + 12.465 \therefore Q = 20.775$ J

9. **a)** O ponto de maior temperatura é o ponto *B* e o ponto de menor temperatura é o ponto *A*.

b) A partir da equação geral dos gases, temos:

$p_A V_A = nRT_A \Rightarrow 2{,}0 \cdot 10^3 \cdot 2{,}0 = 4 \cdot 8{,}3 \cdot T_A \therefore T_A \simeq 120$ K

$p_B V_B = nRT_B \Rightarrow 6{,}0 \cdot 10^3 \cdot 4{,}0 = 4 \cdot 8{,}3 \cdot T_B \therefore T_B \simeq 723$ K

c) O trabalho realizado do ponto *C* até o ponto *A* é dado por:

$\mathcal{C}_{C \to A} = p \cdot \Delta V \Rightarrow \mathcal{C}_{C \to A} = 2{,}0 \cdot 10^3 \cdot (2 - 4)$

$\therefore \mathcal{C}_{C \to A} = -4 \cdot 10^3$ J

O trabalho realizado do ponto *A* até o ponto *B* é numericamente igual à área abaixo da curva; assim:

$\mathcal{C}_{A \to B} = \text{Área} \Rightarrow \mathcal{C}_{A \to B} = \frac{(b + B) \cdot h}{2} \Rightarrow \mathcal{C}_{A \to B} = \frac{(2{,}0 \cdot 10^3 + 6{,}0 \cdot 10^3) \cdot (4{,}0 - 2{,}0)}{2}$

$\therefore \mathcal{C}_{A \to B} = 8.000$ J

E o trabalho do ponto *B* até o ponto *C* é nulo, pois não há variação do volume; portanto:

$\mathcal{C}_{B \to C} = 0$

d) A partir da primeira lei da Termodinâmica e dado que num ciclo a variação de energia interna é nula, temos:

$Q_{total} = \mathcal{C}_{ciclo} = 8.000$ J $- 4.000$ J $\therefore Q_{total} = 4.000$ J

MODERNA

Prática investigativa

Prepare-se!

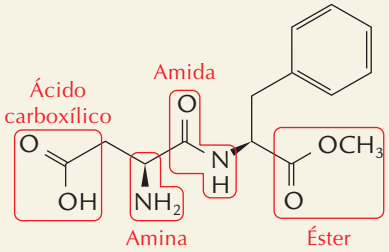
1. Espera-se que os estudantes indiquem que os principais ácidos graxos encontrados no óleo de soja são insaturados, como os ácidos linoleico (18:2 ω-6) e oleico (18:1 ω-9). A gordura de coco é rica em ácidos graxos saturados, como os ácidos láurico (12:0), mirístico (14:0) e caprílico (8:0).
2. Não há semelhanças significativas entre a estrutura dos lipídios e a estrutura das substâncias que compõem o amido. Enquanto os lipídios são ácidos graxos, cujas cadeias carbônicas podem ser saturadas ou insaturadas, o amido é composto de amilose e amilopectina, dois polissacarídeos. O iodo reage com ligações insaturadas, por meio de uma reação de adição do tipo halogenação, e reage com a amilose, formando um complexo de cor azul-escura.
3. O índice de iodo indica a massa de iodo, em gramas, que é consumido em 100 gramas de uma amostra. Esse índice permite conhecer a quantidade de insaturações na substância. Na etapa III do experimento, a adição de amido aos tubos C e D permite verificar a quantidade de iodo livre, ou seja, que não reagiu. Quanto mais iodo livre, menor o índice de iodo da substância inicial, permitindo comparar qualitativamente esse índice entre a gordura de coco e o óleo de soja.

Discuta com seus colegas

1. Ao final da etapa I, observa-se coloração azul intensa no tubo A, evidência da reação entre iodo e amido. Ao final da etapa II, espera-se observar o descoloramento da amostra do tubo D, indicando que o iodo reagiu com as cadeias carbônicas insaturadas. Ao final da etapa III, observa-se coloração azul nos tubos B e C, mas não no D, evidenciando reação química nos dois primeiros, entre iodo livre e amido. Espera-se que haja iodo livre na gordura de coco, mas não no óleo de soja, levando à conclusão de que há mais insaturações no óleo de soja do que na gordura de coco. Portanto, pode-se inferir que o índice de iodo do óleo de soja é maior do que o da gordura de coco.
2. Espera-se que os estudantes retomem o conceito de grupo controle trabalhado na seção **Reflexões sobre a ciência** da Unidade 1 para responder a esta questão. A água atua como controle negativo, pois se trata de uma amostra que temos confiança que dará resultado negativo no teste. O controle negativo nos ajuda a garantir a validade das conclusões obtidas no experimento, uma vez que, se o teste der realmente negativo para essa amostra, temos um indício de que o procedimento foi bem executado pelo pesquisador ou analista. A solução de amido funciona como indicador. Em Química Analítica, os indicadores são substâncias que, acrescentadas ao sistema reacional, sinalizam a extensão ou o término da reação. Esse conteúdo é detalhado na Unidade Análise forense.
3. Nas manteigas, encontram-se gorduras de origem animal e, por isso, apresentam uma porcentagem mais elevada de ácidos graxos com cadeia saturada, em comparação com os óleos vegetais. Logo, o teste com o amido, para determinação de iodo livre, indicaria a presença de iodo que não reagiu devido à baixa porcentagem de ácidos graxos insaturados na manteiga.
4. Os ácidos graxos insaturados são o oleico, o linoleico e o linolênico. Espera-se que os estudantes sejam capazes de identificá-los com base nos dados das pesquisas realizadas, ou ainda por meio do esboço da fórmula estrutural do ácido graxo – mesmo que desconheçam as posições corretas das ligações duplas, eles podem determinar a quantidade de ligações duplas presentes no ácido graxo a partir das fórmulas moleculares. Incentive-os a determinar as fórmulas gerais para os ácidos saturados ($C_nH_{2n+1}COOH$), monoinsaturados ($C_nH_{2n-1}COOH$), di-insaturados ($C_nH_{2n-3}COOH$) e tri-insaturados ($C_nH_{2n-5}COOH$). Com base nos resultados observados e nos dados fornecidos no enunciado, os estudantes devem inferir que os ácidos graxos di-insaturados consomem o dobro de iodo na reação que os monoinsaturados e que os tri-insaturados consomem o triplo. Assim, como o óleo de linhaça apresenta maior quantidade de ácido linolênico, ele deve apresentar o maior índice de iodo. Peça aos estudantes que pesquisem em fontes confiáveis os valores de índice de iodo para os dois óleos, a fim de validar ou refutar suas hipóteses.

MODERNA

1. Alternativa **a**.



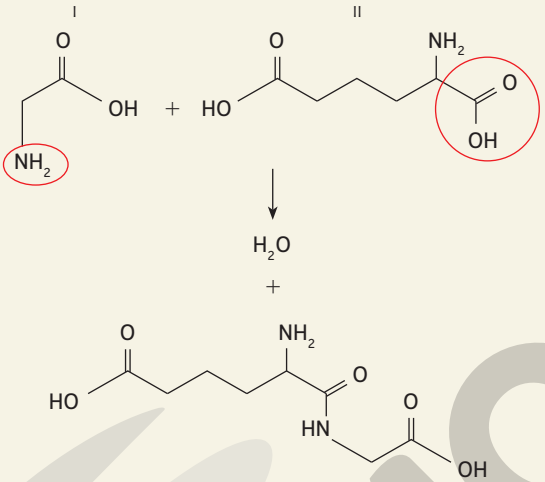
2. Alternativa **d**. A celulose é um polímero formado por moléculas de glicose na configuração β.

3. **a)** A fórmula molecular do ácido esteárico é: $C_{18}H_{36}O_2$.

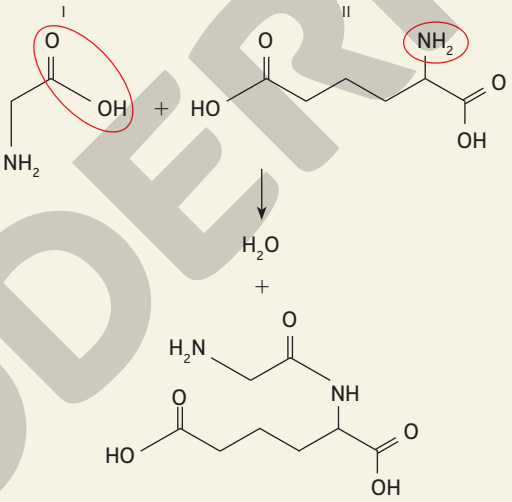
b) Esse composto é insolúvel em água. A molécula do ácido esteárico apresenta uma porção hidrofílica (grupo carboxila), capaz de realizar ligações de hidrogênio com as moléculas de água, e outra hidrofóbica (cadeia de átomos de carbono), que interage com outras moléculas do ácido, por meio das forças dispersivas de London. Quanto maior a cadeia carbônica, maior é a contribuição das forças dispersivas de London em relação à solubilidade dos ácidos graxos. Como o ácido esteárico tem uma longa cadeia carbônica, podemos concluir que é insolúvel em água.

4. **a)** Como as ligações peptídicas são estabelecidas entre os grupos amino e carboxila, há duas possibilidades.

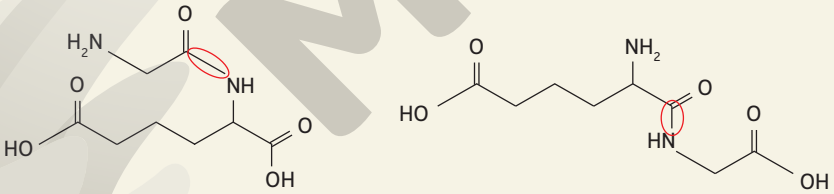
1ª possibilidade:



2ª possibilidade:



b) As ligações peptídicas estão contornadas em vermelho.



5. **a)** Resposta variável. Espera-se que os estudantes relacionem a confusão da consumidora à presença de aditivos alimentares em um produto de origem natural.

b) As substâncias são classificadas como aditivos alimentares, mais especificamente dois conservantes: o citrato de sódio e o monofosfato de sódio.

6. Alternativa **b**. A variação de temperatura que ocorre no procedimento citado provoca a desnaturação e a consequente perda de função da enzima responsável pela conversão do açúcar em amido, o que mantém o sabor adocicado dos grãos de milho.

7. Cada copo de leite contém 13 g de glicídios; logo, dois copos de leite contêm 26 g de glicídios:

Massa de glicídios	Quantidade de energia
1 g	17 kJ
26 g	x

$$x = \frac{26\ \text{g} \cdot 17\ \text{kJ}}{1\ \text{g}} = 442\ \text{kJ}$$

MODERNA

Cada copo de leite contém 7 g de proteínas; logo, dois copos de leite contêm 14 g de proteínas:

Massa de proteínas	Quantidade de energia
1 g	17 kJ
14 g	y

$$y = \frac{14\ g \cdot 17\ kJ}{1\ g} = 238\ kJ$$

Cada copo de leite contém 6 g de lipídios; logo, dois copos de leite contêm 12 g de lipídios:

Massa de lipídios	Quantidade de energia
1 g	38 kJ
12 g	z

$$z = \frac{12\ g \cdot 38\ kJ}{1\ g} = 456\ kJ$$

Energia total = 442 kJ + 238 kJ + 456 kJ = 1.136 kJ

De acordo com a Tabela 3.4, correr tem um gasto energético de 13,2 kcal kg^{-1} h^{-1}; por isso, concluímos que, se a pessoa tem 50 kg, ela gasta 660 kcal em 1 hora de corrida.

Se 1 cal equivale a 4,2 J, essa pessoa gasta 2.772 kJ em 1 hora de corrida:

Quantidade de energia	Tempo de corrida
2.772,0 kJ	1 hora
1.136 kJ	*t*

$$t = \frac{1.136\ kJ \cdot 1\ hora\ de\ corrida}{2.772,0\ kJ}$$

$\therefore t \approx 0{,}41$ hora $\approx$ 25 minutos

8. **a)** As proteínas são macromoléculas formadas pela união de aminoácidos. Embora apenas vinte deles sejam encontrados em proteínas, a diversidade de arranjos que eles podem formar, bem como a quantidade de aminoácidos em uma cadeia, dão origem às diversas proteínas existentes.

b) Segundo o enunciado, dos cinco aminoácidos presentes no pentapeptídeo, dois e apenas dois serão glicina. Assim, há $2^3 = 8$ possibilidades de combinação entre os outros 3 aminoácidos, considerando que deverão ser apenas o ácido glutâmico (Glu) ou a fenilalanina (Phe): Glu-Glu-Glu, Glu-Glu-Phe, Glu-Phe-Glu, Phe-Glu-Glu, Glu-Phe-Phe, Phe-Glu-Phe, Phe-Phe-Glu e Phe-Phe-Phe.

Os dois aminoácidos de glicina podem se localizar na cadeia peptídica de 10 modos diferentes: posições 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 2-3, 2-4, 2-5, 3-4, 3-5 e 4-5.

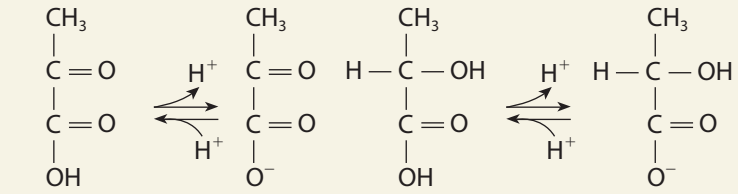
Portanto, há 8 · 10 = 80 pentapeptídeos diferentes que podem ser formados sob as condições estabelecidas.

9. **a)** Ambos são ácidos carboxílicos, pois apresentam o grupo carboxila (—COOH) em sua estrutura. Na nomenclatura sistemática, o primeiro termo utilizado, quando esse grupo está presente, é "ácido". Observa-se também a presença de função cetona, no ácido pirúvico, e da função álcool, no ácido lático; entretanto, os grupos que caracterizam essas duas funções têm menor prioridade em relação à função ácido carboxílico, para efeitos de escolha de um grupo principal e nomeação do composto conforme recomendação da IUPAC.

b) O grupo cetona é transformado em álcool (C — OH). A reação é uma oxirredução. A cetona se reduz a álcool, enquanto o NADH (dinucleotídio de nicotinamida e adenina, reduzido) se oxida a NAD^+ (dinucleotídio de nicotinamida e adenina, oxidado).

c) O composto NADH, uma coenzima, é o agente redutor, pois é o responsável pela doação de elétrons e H^+ ao ácido pirúvico, promovendo a redução do grupo carbonila. Da mesma forma, a coenzima sofre oxidação de NADH para NAD^+. Caso não haja NADH no meio reacional, a especificidade enzima-substrato dificulta ou até mesmo impossibilita que outra substância substitua o NADH e, por isso, a reação não ocorre na ausência da coenzima reduzida.

d) Ambos os ácidos são ionizados em meio aquoso, gerando o íon carboxilato. Por se tratar de ácidos fracos, estarão pouco ionizados, estabelecendo um equilíbrio ácido-base. O ácido pirúvico gera sua base conjugada, o piruvato, e o ácido lático gera sua base conjugada, o lactato.



10. Alternativa **b.** Os testes mencionados no enunciado são essenciais em laboratórios de análises orgânicas para diferenciar glicídios e indicam, de forma qualitativa, a presença ou a ausência de substâncias com certas características. Vemos, nessa sequência de testes, que um resultado positivo para o teste de Fehling descarta a possibilidade de o analito ser a sacarose. Este tipo de atividade favorece o desenvolvimento do pensamento computacional, mais especificamente a ideia de algoritmo como uma sequência finita de procedimentos que permite alcançar certo objetivo.

Tema 4

1. Alternativa **d**. O aumento da concentração de OH^- diminui o valor de pOH, dada a expressão $pOH = -\log[OH^-]$. Assim, considerando a expressão $pH + pOH = 14$, a diminuição de pOH resultará no aumento de pH necessário para se ajustar à faixa considerada ideal para a água do aquário.

2. Alternativa **c**.

a) Incorreta. Quando o pH do solo encontra-se entre 4 e 6 haverá deficiência do elemento químico fósforo em consequência da formação de compostos fosfatados poucos solúveis em água.

b) Incorreta. Quando o pH do solo encontra-se entre 4 e 8 haverá deficiência dos elementos químicos fósforo e zinco, em consequência da formação de fosfatos de ferro e de alumínio (pH entre 4 e 6) e de hidróxido de zinco (pH entre 7 e 8), espécies químicas pouco solúveis em água.

c) Correta. O pH do solo deve estar entre 6 e 7, pois nessa faixa todos os íons apresentados estarão solúveis.

d) Incorreta. Quando o pH do solo encontra-se entre 6 e 11 haverá deficiência dos elementos químicos fósforo, magnésio e zinco, em consequência da formação de fosfato de cálcio (pH entre 8 e 11), de carbonato de magnésio (pH entre 8,5 e 11) e de hidróxido de zinco (pH entre 7 e 11), espécies químicas pouco solúveis em água.

e) Incorreta. Quando o pH do solo encontra-se entre 8,5 e 11 haverá deficiência dos elementos químicos fósforo, magnésio e zinco, em consequência da formação de fosfato de cálcio (pH entre 8,5 e 11), de carbonato de magnésio (pH entre 8,5 e 11) e de hidróxido de zinco (pH entre 8,5 e 11), espécies químicas pouco solúveis em água.

3. $K_a(HX) > K_a(HZ)$. Quanto menor o valor de K_a, menor é a tendência do ácido a se ionizar. Assim, identificando nos modelos moleculares as espécies que representam o ácido, a base conjugada e o íon oxônio, é possível inferir que o HZ é um ácido mais fraco que o HX.

4. **a)** $HNO_3(aq) + H_2O(l) \longrightarrow H_3O^+(aq) + NO_3^-(aq)$

b) Nessa reação, a espécie HNO_3 é um ácido de Brønsted-Lowry porque doa um próton, e a espécie H_2O é uma base de Brønsted-Lowry porque recebe o próton doado.

c) O ácido gera uma base conjugada ao transferir seu próton. Ao receber o próton, a base forma um ácido conjugado.

Par ácido-base conjugada: $HNO_3(aq)/NO_3^-(aq)$.

Par base-ácido conjugado: $H_2O(l)/H_3O^+(aq)$.

5. **a)** O aumento da concentração de íons H^+ fará com que o equilíbrio químico seja perturbado, favorecendo a formação de H_2CO_3 e, consequentemente, de CO_2 (reação inversa).

$$H_2O(l) + CO_2(aq) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$

$\xleftarrow{\text{aumento } [H^+]}$

b) Quando uma base de Brønsted-Lowry é adicionada ao sangue, ela reage com a água presente no plasma sanguíneo, formando íons OH^-.

$B^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HB(aq) + OH^-(aq)$

Os íons OH^- formados reagem com os íons H^+, perturbando o equilíbrio químico e favorecendo a formação de H^+ e HCO_3^- (reação direta).

$$H_2O(l) + CO_2(aq) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$

$\xrightarrow{\text{redução } [H^+]}$

MODERNA

6. Analisando a equação química dada e sua constante de equilíbrio:

$$K_c = \frac{\left[H_3O^+\right]\left[HPO_4^{2-}\right]}{\left[H_2PO_4^-\right]}$$

É possível inferir que a adição de uma substância de caráter ácido aumentará a concentração de íons $H_3O^+(aq)$ no meio, tornando $Q_c > K_c$. Isso indica que a reação inversa será favorecida, de modo que Q_c se iguale a K_c e uma nova situação de equilíbrio seja alcançada.

7. Alternativa **e**.

a) Incorreta. Quanto maior o K_a do ácido, maior é a ionização desse ácido. Como $K_a(HF) > K_a(NH_4^+)$, HF apresenta maior tendência a doar próton do que NH_4^+.

b) Incorreta. A base conjugada do íon amônio, o NH_3, tem K_b maior do que o fluoreto, F^-, base conjugada do HF. Logo, a base conjugada do íon amônio é mais forte do que a base conjugada do HF.

c) Incorreta. Na formação do íon oxônio, a água recebe um próton, atuando como uma base de Brønsted-Lowry: $H_2O(l) + H^+(aq) \rightleftharpoons H_3O^+(aq)$.

d) Incorreta. Quando o sal $NH_4F(s)$ é adicionado à água, os íons (NH_4^+ e F^-) se dissociam e ambos são hidrolisados, pois são oriundos, respectivamente, de uma base fraca (NH_4OH) e de um ácido fraco (HF).

Avaliando os valores das constantes de equilíbrio informadas para cada uma dessas espécies químicas, percebemos que $K_a(NH_4^+) > K_b(F^-)$; logo, a hidrólise de NH_4^+ acontecerá em extensão um pouco maior. Assim, serão produzidos mais íons H_3O^+ do que íons OH^-. Portanto, o sal fluoreto de amônio em água dará origem a uma solução ácida.

e) Correta.

$x = K_a K_b \Rightarrow x = (7{,}1 \cdot 10^{-4}) \cdot (1{,}4 \cdot 10^{-11}) \therefore x \approx 1{,}0 \cdot 10^{-14} = K_w$

8. **a)** $pH = -\log[H^+] \Rightarrow 3{,}0 = -\log[H^+] \therefore [H^+] = 1{,}0 \cdot 10^{-3}\ mol\ L^{-1}$

	$CH_3COOH(aq)$	$\rightleftharpoons$	$H^+(aq)$	+	$CH_3COO^-(aq)$
Início	$x\ mol\ L^{-1}$		0		0
Variação	$-1{,}0 \cdot 10^{-3}\ mol\ L^{-1}$		$+1{,}0 \cdot 10^{-3}\ mol\ L^{-1}$		$+1{,}0 \cdot 10^{-3}\ mol\ L^{-1}$
Equilíbrio	$(x - 1{,}0 \cdot 10^{-3})\ mol\ L^{-1}$		$1{,}0 \cdot 10^{-3}\ mol\ L^{-1}$		$1{,}0 \cdot 10^{-3}\ mol\ L^{-1}$

$$K_a = \frac{\left[H^+\right]\left[CH_3COO^-\right]}{\left[CH_3COOH\right]} \Rightarrow 1{,}8 \cdot 10^{-5} = \frac{\left(1{,}0 \cdot 10^{-3}\right)^2}{\left(x - 1{,}0 \cdot 10^{-3}\right)} \therefore x \approx 0{,}056$$

Portanto, a concentração de ácido acético no vinagre é aproximadamente 0,056 mol L^{-1}.

b) Como a temperatura foi mantida constante durante a diluição, não há alteração no valor da constante de equilíbrio. No entanto, o grau de ionização aumenta, pois a diluição favorece a reação que consome água, ou seja, a reação direta.

9. **a)** Os dois sais se dissociam em grande extensão. Assim, pode-se considerar que a concentração do di-hidrogenofosfato é 0,08 mol L^{-1} e a do hidrogenofosfato é 0,04 mol L^{-1}, pois a variação das concentrações é mínima entre a etapa inicial e o equilíbrio. Aplicando a equação de Henderson-Hasselbalch, tem-se:

$$pH = pK_a + \log\left(\frac{0{,}04}{0{,}08}\right) = 6{,}86 + \log 0{,}50 = 6{,}86 + (-0{,}30) \therefore pH = 6{,}56$$

De acordo com o valor de pH calculado, a solução não atende às necessidades do meio para cultivo de bactérias.

b) O hidróxido de sódio é uma base forte e se dissocia em grande extensão. Os íons $OH^-(aq)$ adicionados reagem com o di-hidrogenofosfato, diminuindo sua concentração e aumentando a concentração da base conjugada (o ânion hidrogenofosfato).

	$H_2PO_4^-(aq)$	+	$OH^-(aq)$	$\rightleftharpoons$	$H_2O(l)$	+	$HPO_4^{2-}(aq)$
Início	$0{,}08\ mol\ L^{-1}$		$0{,}01\ mol\ L^{-1}$				$0{,}04\ mol\ L^{-1}$
Variação	$-0{,}01\ mol\ L^{-1}$		$-0{,}01\ mol\ L^{-1}$				$+0{,}01\ mol\ L^{-1}$
Equilíbrio	$0{,}07\ mol\ L^{-1}$		0				$0{,}05\ mol\ L^{-1}$

$$pH = pK_a + \log\left(\frac{0{,}05}{0{,}07}\right) \Rightarrow pH = 6{,}86 + \log 0{,}71 \Rightarrow pH = 6{,}86 + (-0{,}15) \therefore pH = 6{,}71$$

De acordo com o valor de pH calculado, a solução atende às necessidades do meio para cultivo de bactérias.

10. a) A precipitação (cristalização) se inicia quando o produto das concentrações dos íons em solução é igual ao valor da constante de equilíbrio de dissolução do composto sólido. Pela análise do gráfico, considerando que todas as espécies têm a mesma proporção estequiométrica (1 : 1), o carbonato de estrôncio ($SrCO_3$) apresenta o valor mais baixo de K_s. Nesse caso, o produto da concentração dos íons atinge primeiro esse valor, ou seja, o carbonato de estrôncio é o primeiro a se cristalizar.

b) A expressão da constante de equilíbrio de dissolução do carbonato de estrôncio é dada por: $K_s = [Sr^{2+}][CO_3^{2-}]$

Substituindo os valores de K_s estimado e de $[Sr^{2+}]$, é possível estimar a concentração de íons carbonato necessária para que o $SrCO_3$ comece a se formar.

$$1{,}0 \cdot 10^{-9} = (1{,}0 \cdot 10^{-6})[CO_3^{2-}] \Rightarrow \left[CO_3^{2-}\right] = \frac{1{,}0 \cdot 10^{-9}}{1{,}0 \cdot 10^{-6}} \therefore \left[CO_3^{2-}\right] = 1{,}0 \cdot 10^{-3}\ \text{mol L}^{-1}$$

Tema 5

1. Alternativa **b**.

a) Incorreta, pois na boca os alimentos são mastigados e transformados no bolo alimentar.

b) Correta, pois a ação das enzimas produzidas no estômago e no intestino delgado, junto com os movimentos peristálticos, transformam os alimentos no quimo e no quilo respectivamente.

c) Incorreta, pois esses processos não ocorrem no intestino grosso.

d) Incorreta, pois a quimificação ocorre no estomago e a quilificação no intestino delgado.

e) Incorreta, pois os alimentos não passam pelo fígado.

2. Alternativa **d**.

A ptialina, a pepsina, a tripsina, a nuclease e a sacarase são enzimas digestivas produzidas, respectivamente, na boca, no estômago, no pâncreas, no pâncreas e no intestino delgado.

3. a) A resposta é o aumento da liberação de ADH pela hipófise.

b) A resposta é desencadeada a partir do aumento da pressão osmótica do sangue (aumento da concentração plasmática), o que estimula os receptores do hipotálamo. A liberação de ADH promove a reabsorção de maior quantidade de água, reduzindo o volume da urina e economizando água.

4. a) Sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA).

b) Em uma situação de queda da pressão, os rins são estimulados a produzir renina, cujo efeito é desencadear a conversão do angiotensinogênio produzido no fígado e presente no sangue em angiotensina. Esta tem dois efeitos: induz a vasoconstrição das arteríolas, aumentando diretamente a pressão arterial, e estimula a produção de aldosterona pelas glândulas suprarrenais e de hormônio antidiurético (vasopressina) pelo hipotálamo. A aldosterona (e a vasopressina) aumentam a reabsorção de íons e água, elevando o volume sanguíneo e, portanto, a pressão arterial.

5. Alternativa **b**.

Entre a chegada ao átrio direito e depois ao átrio esquerdo, o sangue proveniente do corpo passará pelas trocas gasosas no pulmão, fazendo o seguinte caminho para isso: valva atrioventricular direita, ventrículo direito, valva pulmonar, artéria pulmonar, pulmão e veia pulmonar.

6. a) Ao ingerir muita carne, cuja composição é basicamente proteica, a pessoa sobrecarregou seu sangue com aminoácidos. Parte deles foi metabolizada no fígado, perdendo os radicais amina, transformados em ureia no próprio fígado. Essa ureia em excesso é eliminada com a urina, o que explica esse aumento de concentração.

b) Ao ingerir muita água, a pessoa produziu uma queda na concentração do plasma sanguíneo. Isso inibiu a síntese de ADH e diminuiu a reabsorção de água nos ductos coletores, aumentando o volume de urina e reduzindo sua concentração.

7. Alternativa **d**.

I. Correta, pois, ao se contrair o diafragma, a caixa torácica aumenta, ampliando o volume e determinando a entrada do ar.

II. Correta, a redução da pressão da caixa torácica permite a entrada do ar.

III. Incorreta, pois os eventos citados levam à inspiração, e não à expiração.

IV. Correta, com a redução do volume aumenta-se a pressão dentro da caixa torácica e o ar é expelido.

MODERNA

8. Alternativa **e**.

I. Incorreta, pois o consumo de grãos e proteínas, como ovos e peixes, caiu.

II. Correta, tem ocorrido aumento de alimentos ultraprocessados e com excesso de calorias, o que pode levar à obesidade, que desencadeia diversos problemas de saúde.

III. Correta, uma das consequências da obesidade são as doenças cardiovasculares.

9. **a)** As informações nutricionais do rótulo correspondem a porção de 5 pedaços do produto:

Massa de gorduras totais	Porção
5,0 g	5 pedaços
x	8 pedaços

$$x = \frac{5\ \text{g} \cdot 8\ \text{pedaços}}{5\ \text{pedaços}} = 8\ \text{g}$$

Valor energético	Porção
92 kcal	5 pedaços
y	8 pedaços

$$y = \frac{92\ \text{kcal} \cdot 8\ \text{pedaços}}{5\ \text{pedaços}} = 147{,}2\ \text{kcal}$$

Massa de sódio	Porção
446 mg	5 pedaços
z	8 pedaços

$$z = \frac{446\ \text{mg} \cdot 8\ \text{pedaços}}{5\ \text{pedaços}} = 713{,}6\ \text{mg}$$

A %VD para cada caso deve ser calculada também usando regra de três. O cálculo pode ser feito pelo número de pedaços ou pelos valores obtidos acima. A quantidade ingerida de gorduras totais corresponde a 14,4% VD; a de quilocalorias corresponde a 8% VD e a de sódio corresponde a 30,4% VD.

b) Novamente, para responder a este item, basta aplicar a regra de três. O que se pretende ao final deste exercício é mostrar aos estudantes que eles podem fazer esses cálculos no dia a dia e, com isso, avaliar sua alimentação. Os resultados são: glicídio: 88 kcal; proteína: 8 kcal; gordura: 90 kcal; valor total: 186 kcal, que correspondem a 9,3% VD para uma dieta de 2.000 kcal.

c) Os componentes indesejáveis desse alimento são: as gorduras saturadas, as gorduras *trans* e o sódio (todos em excesso). As duas primeiras devem ser evitadas, pois aumentam consideravelmente o teor de colesterol do sangue, levando à formação das chamadas placas de ateroma (aterosclerose) nas artérias. Já o sódio em excesso pode levar à hipertensão arterial.

10. Alternativa **c**.

a) e **b)** Incorretas, a hemoglobina fetal tem maior afinidade pelo O_2 que a hemoglobina materna.

c) Correta, como a hemoglobina fetal tem maior afinidade pelo O_2 que a hemoglobina materna, quando os sangues fetal e materno se aproximam na placenta, o O_2 se difunde o sangue materno para o fetal.

d) Incorreta, pois os pulmões fetais não funcionam e o feto recebe oxigênio do sangue materno.

e) Incorreta, pois a maior afinidade da hemoglobina fetal faz com que a hemoglobina materna libere o oxigênio para a o sangue do feto.

Tema 6

1. Alternativa **d**.

a) Incorreta, pois a digestão é feita pelo sistema digestório e a distribuição dos nutrientes é feita pelo sistema sanguíneo.

b) Incorreta, pois a captação do oxigênio é feita pelo sistema respiratório e o transporte, pela hemoglobina do sangue.

c) Incorreta, pois o controle hormonal é feito pelo sistema endócrino e o controle por impulsos nervosos, pelo sistema nervoso.

d) Correta, pois os capilares linfáticos presentes nos tecidos drenam o excesso de líquido intercelular e este é filtrado nos linfonodos, onde partículas estranhas ao corpo são retidas, colaborando assim para a proteção do organismo.

e) Incorreta, pois o sistema linfático age de forma contrária, retirando líquido dos tecidos e levando-os de volta ao sangue.

2. a) O processo é a fagocitose e as células que o realizam são os neutrófilos.
   b) A reação é a produção de anticorpos, e as células diretamente responsáveis são os linfócitos.
3. a) Imunização passiva, pois os anticorpos prontos são transferidos para o corpo do bebê.
   b) Ela é temporária porque o corpo do bebê não produziu os anticorpos, nem células de memória, que são aquelas que garantem a imunização prolongada ou até permanente.
4. a) Porque os vírus destroem as células responsáveis pelo sistema de defesa das focas.
   b) Macrófagos – fagocitose; linfócitos – reconhecimento dos antígenos e produção de anticorpos.
5. Alternativa **e**.
   a) Incorreta, pois o termo autoimune significa que o sistema imunológico da pessoa reage a alguma substância do próprio corpo, o que não estaria relacionado ao controle de uma epidemia de doença infecciosa.
   b) Incorreta, pois a população de insetos manteve-se relativamente constante no período.
   c) Incorreta, pois essa medida não teria o efeito de controle total da epidemia, uma vez que as pessoas estariam seguras apenas em casa, podendo ser picadas quando saíssem.
   d) Incorreta, pois não houve diminuição significativa da população de agentes transmissores.
   e) Correta, pois, com a vacina, o corpo é estimulado a produzir anticorpos e células de memória. Quando a pessoa entra em contato com o agente causador no ambiente, o corpo reage rapidamente e o indivíduo não desenvolve a doença.

Reflexões sobre a ciência

1. Resposta variável. Espera-se que os estudantes apresentem outros exemplos de pseudociências, como homeopatia, astrologia, frenologia, numerologia, ufologia. Juntos, elaborem uma lista no quadro de giz, reunindo todas as pseudociências citadas. Depois, com atenção para não permitir que exerçam juízo de valor, convide-os a organizar a lista por área de conhecimento. Ao final do exercício, peça que voluntários apresentem contra-argumentos científicos sobre os exemplos mais citados.
2. a) A autora do texto é A. Kowaltowski. O texto foi divulgado na revista *Questão de Ciência*, uma publicação digital.
   b) A revista *Questão de Ciência* tem como parte de sua missão apontar e corrigir a falsificação e a distorção do conhecimento científico na arena pública, promover a educação científica e apoiar o uso de evidências na formulação de políticas públicas. Com base na missão dessa revista de divulgação científica, fica evidente o papel de meios semelhantes a esse no combate a pseudociências e às *fake news*.
   c) O autor contesta cada uma das dietas embasando-se no conhecimento científico disponível. Com essa atividade, espera-se que os estudantes percebam a importância do uso da evidência, ou seja, do conhecimento científico como um dos meios para rebater as pseudociências.
3. Espera-se que os estudantes percebam que o texto da seção e o trecho apresentado na atividade versam sobre a existência e a presença da pseudociência. O misticismo, por si, é uma pseudociência; a má divulgação e interpretação da ciência, por sua vez, pode ser compreendida como uma faceta dela.
4. A atividade tem como objetivo mostrar para os estudantes o papel no combate às pseudociências e às *fake news*, instrumentalizando-os com ferramentas de checagem de informação. Nesse quesito, além de os estudantes terem a oportunidade de perceber a importância do embasamento em conhecimentos científicos, saberes esses também desenvolvidos ao longo da vida escolar, será proporcionado o uso do pensamento computacional na construção do algoritmo de checagem de informações.

Pensamento crítico e argumentação

1. a) Opinião, pois ela está baseada em uma ideia subjetiva, a de que "as pessoas passam a se preocupar apenas com os possíveis efeitos colaterais ou reações de algumas vacinas", e isso pode variar de pessoa para pessoa.
   b) Fato, pois é possível verificar essa afirmação em relatórios internacionais sobre imunização, por exemplo.
   c) Espera-se que os estudantes respondam que, nesse caso, se a informação puder ser verificada com base em dados obtidos em pesquisa de opinião realizada com diferentes grupos, por exemplo, ela pode ser considerada um fato.
   d) Opinião, uma vez que a afirmação está baseada em uma ideia subjetiva e que pode variar entre as pessoas.

MODERNA

e) Espera-se que os estudantes respondam que o trecho "Muitas pessoas dizem que as vacinas não são seguras pois contêm mercúrio" precisa ser verificado por pesquisa para ser considerado um fato. Do contrário, será considerado uma opinião. Já o restante do trecho traz um fato, pois essas informações podem ser verificadas de forma objetiva em muitos trabalhos científicos.

f) Fato, pois a afirmação pode ser verificada com informações obtidas de observações ou dados epidemiológicos.

g) Espera-se que os estudantes mencionem que o trecho "Muitas pessoas que são contra as vacinas se baseiam em um trabalho fraudulento publicado em 1998 numa revista científica de grande circulação" precisa ser verificado por pesquisa para ser considerado um fato. Do contrário, será considerado uma opinião. Já o restante do trecho pode ser considerado um fato, pois isso pode ser verificado com o resgate de informações históricas e em pesquisa bibliográfica.

2. Resposta variável. Os estudantes podem indicar que, no item (a), a vacinação deve ocorrer mesmo se as doenças já não ocorrem, uma vez que elas podem ser comuns em outras regiões. No item (d), a sentença está incorreta, pois a vacinação é necessária mesmo quando uma doença é considerada erradicada. O item (g), "O trabalho que associava a vacina à incidência de autismo [...]", pode ser considerado cientificamente incorreto, pois não há relação ente a vacinação e a incidência de autismo.

3. a) Espera-se que os estudantes mencionem que o autor usa uma história pessoal para embasar a defesa da vacinação, que é o fato de ele ter contraído paralisia infantil quando havia um pico da doença no Brasil, em meados de 1970, e passado a apresentar limitações de movimentação, ocasionadas pela doença em questão.

b) Espera-se que os estudantes respondam que o autor é a favor da vacinação e faz críticas aos responsáveis que deixam de vacinar seus filhos. Eles podem mencionar os seguintes trechos que evidenciam isso: "O vírus da poliomielite invade frágeis corpos de bebês e de crianças pequenas com um objetivo muito claro: matá-las devagarinho, de maneira agonizante"; "E hoje? O que leva uma família a não vacinar seu filho [...]"; "[...] vacinem suas crianças".

c) Espera-se que os estudantes mencionem que o autor usa palavras ou expressões fortes, dramáticas e efusivas e evoca figuras de linguagem para enfatizar e defender seu posicionamento. Eles podem citar trechos como: "clemência do acaso"; "frágeis corpos de bebês e de crianças pequenas"; "estragos comparados ao rastro de furacões raivosos"; "ermo de mundo"; "poderoso vírus da pólio"; "fatalidade orgânica de grandes proporções".

O autor faz o contraponto entre a tranquilidade das crianças e o perigo de uma doença grave como a poliomielite. Ele também faz uma pergunta retórica para que o leitor reflita a respeito dos motivos que levam uma família a não vacinar uma criança.

4. Resposta variável. Espera-se que os estudantes se posicionem utilizando fatos de diferentes fontes e tipos. Os textos podem ser divididos em três parágrafos de cinco linhas, mas outros modelos que contemplem as características discutidas na Unidade 1 deste Volume também são possíveis. Eles podem defender as teses a seguir.

- A vacinação deve ser considerada obrigatória porque protege todas as crianças, conforme consta no ECA, que defende a criminalização da não vacinação como forma de garantir a imunização das crianças e da sociedade.
- A vacinação não pode ser considerada obrigatória porque, segundo a legislação, ela fere o princípio de liberdade individual.

Comunicação

Espera-se que os estudantes atuem de modo colaborativo ao longo de todo o processo de produção do *teaser*. Na etapa I, eles são conduzidos a compreender a problemática apresentada pela seção por meio da leitura e da reflexão do excerto e da tirinha, cujo conteúdo explora os padrões de corpo e de beleza impostos atualmente, bem como por meio de pesquisa em fontes confiáveis e variadas. Ao final dessa etapa, cada grupo deve apresentar um registro escrito contendo, principalmente, a frase curta e chamativa a ser utilizada no *teaser*, o público-alvo a que se pretende atingir com o *teaser* e uma breve descrição das estratégias para impactá-lo. Na etapa II, os estudantes devem se organizar para a escrita do roteiro e a gravação do vídeo. A divisão das tarefas deve envolver todos os integrantes do grupo. Reforce a importância do compartilhamento das dificuldades e da colaboração na realização das tarefas. Essas atitudes estimulam a empatia e o diálogo, além de promover o respeito ao outro e a valorização da diversidade de indivíduos. As anotações e as discussões providas nas etapas I e II são fundamentais para que os estudantes decidam como deve ser a divulgação do *teaser*, desde os meios de divulgação até as estratégias para impulsioná-la, atingindo mais pessoas.

SÔNIA LOPES

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

SERGIO ROSSO

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

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

CIÊNCIAS DA NATUREZA LOPES & ROSSO

Corpo humano e Vida saudável

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

1ª edição

São Paulo, 2020

MODERNA

Elaboração de originais

Artur Guazzelli Leme Silva

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

Bianca Trama Freitas

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

Fabio Rizzo de Aguiar

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

Graciele Almeida de Oliveira

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

Ivo Bernardi de Freitas

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

Jéssica Brito dos Santos Lima

Bacharela em Química e mestra em Química (área de concentração em Química Inorgânica) pela Universidade Federal de Sergipe (SE). Professora.

Joana Guilares de Aguiar

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

Juliana Maia

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

Letícia Gomes de Melo

Licenciada em Química pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro (MG). Química

Lina M. Almeida-Silva

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

Luiz Alberto de Paula

Licenciado em Física pela Universidade de São Paulo (SP). Mestre em Ciências no programa: Astronomia pela Universidade de São Paulo (SP). Doutor em Ciências no programa: Astronomia pela Universidade de São Paulo (SP). Professor.

Matheus Cabral Torres

Licenciado em Química pela Universidade Federal de Alfenas (MG). Editor.

Nathália Helena Azevedo

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

Oliveira-Junior, M. M.

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

Patrícia Araújo dos Santos

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

Rodrigo Uchida Ichikawa

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

Rosana Louro Ferreira Silva

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

Tathyana Tumolo

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

Vinicius Roggério da Rocha

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

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

Assessoria pedagógica: Daniela Ferrari

Preparação de texto: Fabiana Biscaro, Malvina Tomaz

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

Coordenação de produção: Patricia Costa

Gerência de planejamento editorial: Maria de Lourdes Rodrigues

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

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

Capa: APIS Design, Bruno Tonel

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

Coordenação de arte: Wilson Gazzoni Agostinho

Edição de arte: Adriana Santana, Clayton Renê P. Soares, Eliazar Alves Cavalcanti Junior

Editoração eletrônica: Teclas editorial

Edição de infografia: Giselle Hirata, Priscilla Boffo

Coordenação de revisão: Elaine C. del Nero

Revisão: Equipe Moderna, Adriana Bairrada, Eliana Vila Nova, Leandra Trindade, Luciana Azevedo, Viviane T. Mendes

Coordenação de pesquisa iconográfica: Luciano Baneza Gabarron

Pesquisa iconográfica: Márcia Mendonça

Coordenação de *bureau*: Rubens M. Rodrigues

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

Pré-impressão: Alexandre Petreca, Everton L. de Oliveira, Marcio H. Kamoto, Vitória Sousa

Coordenação de produção industrial: Wendell Monteiro

Impressão e acabamento:

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

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

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

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

20-36704 CDD-373.19

Índices para catálogo sistemático:

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

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

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

Todos os direitos reservados

EDITORA MODERNA LTDA.
Rua Padre Adelino, 758 - Belenzinho
São Paulo - SP - Brasil - CEP 03303-904
Vendas e Atendimento: Tel. (0_ _11) 2602-5510
Fax (0_ _11) 2790-1501
www.moderna.com.br
2020
Impresso no Brasil

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

Apresentação

Conversando com você, *estudante*,

Estamos vivenciando um momento sem precedentes de integração mundial e de produção e fluxo de informação, promovidos principalmente pelo uso disseminado de tecnologias da comunicação. Nesse cenário, as contribuições das Ciências da Natureza e suas Tecnologias ganham ainda mais importância, trazendo novos dados acerca dos fenômenos naturais e novas interpretações daquilo que já conhecíamos, desvendando fronteiras tecnológicas cada vez mais amplas.

Diante dessa realidade, almejamos uma educação de qualidade amplamente acessível a jovens como você, pautada em dados científicos e no desenvolvimento de senso crítico, fornecendo instrumentos para que você faça escolhas conscientes a fim de melhorar a sua qualidade de vida e a das demais pessoas. Afinal, entender a natureza nos possibilita adotar posturas mais adequadas diante dos enormes desafios do mundo atual.

Por meio desta coleção, vamos analisar como a Química, a Física e a Biologia e suas tecnologias estão integradas na resolução de problemas reais. Nosso objetivo é que você encontre o estímulo para despertar seu olhar para a natureza de modo crítico, analítico, ético e responsável. Para isso, selecionamos temáticas atuais e relevantes que serão abordadas à luz dessas ciências ao longo de cada uma das unidades. Com essas escolhas, procuramos valorizar o desenvolvimento de competências e habilidades fundamentais para sua formação como indivíduo e cidadão de um mundo em constante transformação.

Assim, convidamos você a desfrutar do prazer de abrir os olhos e desvendar a beleza que é entender a natureza e fazer parte dela.

Com carinho,

Os *Autores*.

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

MODERNA

Conheça seu livro

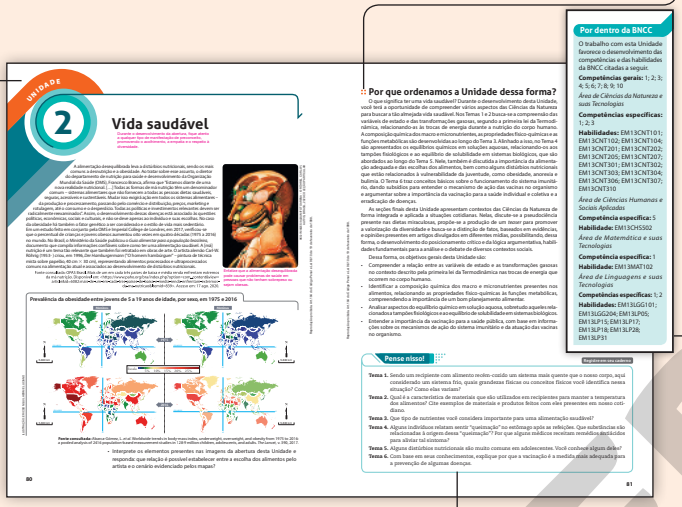
Esta obra está dividida em Unidades que abrangem diferentes tópicos e seções. Veja e entenda, a seguir, a estrutura do seu livro e o propósito de cada parte dele.

Abertura de Unidade

Imagens e texto convidam você a conhecer uma problemática atual e interdisciplinar que servirá de desencadeador de ideias a serem trabalhadas na Unidade.

Pense nisso!

Questões que ajudam a estabelecer relações entre o que você já sabe e o que será estudado.



Por que ordenamos a Unidade dessa forma?

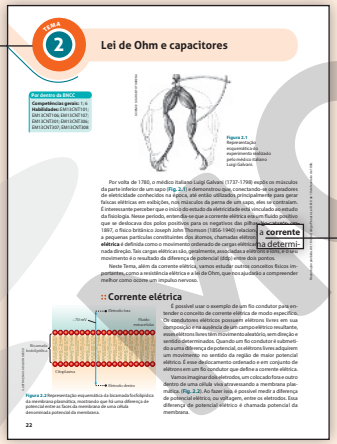
Apresenta os conteúdos de cada componente curricular da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias trabalhados na Unidade, evidenciando as relações entre eles e a temática da Unidade, bem como os objetivos de aprendizagem pretendidos.

Por dentro da BNCC

Relação das competências gerais e das habilidades definidas na BNCC para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e outras áreas do conhecimento que foram mobilizadas na Unidade e em cada um dos Temas e das seções.

Tema

Cada Unidade é dividida em um número variável de Temas, nos quais os conteúdos foram selecionados e organizados para possibilitar sua compreensão e atuação sobre a problemática apresentada na abertura da Unidade.



Termos e conceitos

Os termos e os conceitos importantes estão destacados em negrito no texto.

Videotutorial

- Assista ao videotutorial com orientações sobre o volume.

Os videotutoriais apresentam informações sobre o volume.

O **Boxe +** é composto de informações complementares, principalmente das concernentes a aspectos das culturas tradicionais, como as indígenas e as quilombolas.

O **Bloco de notas** traz as definições de grandezas e suas unidades de medida, além de valores de referência diversos.

Fique por dentro

Gases: introdução

Neste *site*, é possível simular transformações isotérmicas e isovolumétricas, com uma pequena quantidade de gás dentro de um recipiente.

Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html>.

Acesso em: 17 ago. 2020.

Fique por dentro

Sugestões comentadas de recursos complementares que vão ajudar você a ampliar seus conhecimentos e se aprofundar nos conteúdos abordados no Tema.

PROIBIDA

Prática investigativa

Prática investigativa

Propostas de atividades para você investigar situações, construir modelos, interpretar resultados e até planejar os próprios experimentos, considerando a segurança e o descarte ambientalmente correto dos resíduos.

Atividades

Atividades

Uma seleção de atividades – a maioria desenvolvida especialmente para este livro, mas incluindo também questões de vestibulares de todo o país – ajuda a revisar, aplicar, aprofundar e até expandir os conceitos estudados no Tema.

Reflita sobre seu aprendizado!

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

Reflita sobre seu aprendizado

Momento de identificar as compreensões alcançadas por você e os aspectos de cada Tema que ainda precisam ser mais bem trabalhados.

Reflexões sobre a ciência

Reflexões sobre a ciência

Seção destinada a abordar aspectos da natureza da ciência e dos procedimentos científicos, desenvolvendo também a leitura inferencial.

Pensamento crítico e argumentação

Pensamento crítico e argumentação

Com diferentes propostas de análise de situações cotidianas, esta seção ajuda você a desenvolver o senso crítico e a argumentação – habilidades características da prática científica tão necessárias no contexto atual das *fake news*.

Valores e atitudes

Valores e atitudes

Atividades contextualizadas que ajudam você a refletir, à luz dos novos conhecimentos construídos, acerca de suas atitudes diante de diversas situações, propondo intervenções pessoais e mudanças de postura.

Comunicação

Comunicação

Propostas de atividades em grupo que ajudarão você a desenvolver a criatividade, a atitude cidadã e as habilidades de comunicação e trabalho em equipe. Nelas, você produzirá material relevante ao seu contexto local, com base nos conhecimentos construídos ao longo da Unidade, e o divulgará para a comunidade por meio de tecnologias de informação e comunicação (TICs).

Revise e amplie!

Revise e amplie!

É o momento para você refletir sobre seu aprendizado, reconhecer conceitos da Unidade que ainda precisam ser mais bem trabalhados, além de buscar aprofundar a aprendizagem sobre a temática, identificando novos aspectos a serem estudados.

Este ícone indica momentos propícios para você retomar o infográfico ***Segurança no laboratório***, presente no início de cada volume.

MODERNA

Sumário

UNIDADE 1

Drogas e medicamentos 10

Tema 1 Eletrostática 12

Eletrização 12
Carga elétrica 13
Condutores e isolantes 13
Processos de eletrização 13
- Eletrização por atrito 13
- Eletrização por contato 14
- Eletrização por indução 15

Força entre cargas elétricas: lei de Coulomb 15
Campo elétrico 16
- Campo elétrico gerado por cargas elétricas puntiformes 17
- Linhas de força 18
- Campo elétrico uniforme 18

Trabalho e potencial elétrico 19
- Trabalho da força elétrica 19
- Potencial elétrico e diferença de potencial 19
- Superfícies equipotenciais 20
- Energia potencial elétrica 20

■ Atividades 21

Tema 2 Lei de Ohm e capacitores 22

Corrente elétrica 22
- Intensidade da corrente elétrica 23
- Efeitos da corrente elétrica 23
- Efeito Joule 24

Resistência elétrica 24
- Resistores 25
- Lei de Ohm 25

Potência elétrica 26
Capacitores 27
- Energia armazenada por um capacitor 27

■ Atividades 28

Tema 3 Sistemas nervoso e sensorial 29

Sistema nervoso 29
- As células do sistema nervoso 30
- Fibras nervosas, nervos e gânglios 30
- Substâncias branca e cinzenta 31
- Sistema nervoso central 31
- Sistema nervoso periférico 32
- Atos voluntários e atos reflexos 32
- Impulso nervoso e sua transmissão 33

Sistema sensorial 34
- Paladar e olfato 35
- Visão 35
- Audição e equilíbrio 36

Ação de drogas no sistema nervoso 37

■ Atividades 38

Tema 4 Estrutura espacial e atividade biológica – Estereoisomeria 40

Diastereoisômeros ou isômeros *cis-trans* 40
- Propriedades físico-químicas dos diastereoisômeros 42
- Isomeria *cis-trans* em compostos cíclicos 43
- Convenção E/Z 43

Enantiômeros 43
- Simetria 43
- Enantiômeros e assimetria molecular 44
- Propriedades físico-químicas dos enantiômeros 44

■ Prática investigativa – Polarímetro adaptado para medição do desvio do plano da luz polarizada 45
- A luz polarizada e os enantiômeros 47
- Mistura racêmica 48
- Quiralidade e atividade biológica 48

■ Atividades 49

Tema 5 Reatividade de compostos orgânicos 51

Tabaco 51
- Reações radicalares 52
- Substituição eletrofílica: estudando a halogenação do benzeno 53
- Comparando reações de adição e substituição 55

Analgésicos 57
- Morfina e heroína 57
- Paracetamol 57

Bebidas alcoólicas 59
- Reações de oxirredução: o metabolismo do etanol 59
- A influência da estrutura na reatividade dos álcoois 60

Química Verde e a síntese orgânica 62

■ Atividades 63

Tema 6 Adolescência, puberdade e saúde reprodutiva 65

Sistema genital masculino 65
Sistema genital feminino 66
O controle hormonal da reprodução 67
- Regulação hormonal na mulher 68

Planejamento familiar 69
- Métodos anticoncepcionais reversíveis 69
- Métodos anticoncepcionais irreversíveis 71

Infecções sexualmente transmissíveis 71

■ Atividades 72
■ Reflexões sobre a ciência 75
■ Pensamento crítico e argumentação 77
■ Valores e atitudes 79
■ Revise e amplie! 79

MODERNA

UNIDADE 2

Vida saudável ... 80

Tema 1 Transformações gasosas ... 82

Temperatura ... 82
Escalas termométricas ... 82
Gases e a teoria cinética ... 83
Propriedades gerais dos gases ... 84
Gases e suas variáveis de estado ... 84
Transformações gasosas ... 85
- Transformação isotérmica ... 85
- Transformação isobárica ... 86
- Transformação isovolumétrica ou isocórica ... 87

Equação de estado de um gás ideal ou equação de Clapeyron ... 88
Lei geral dos gases ideais ... 88
- Atividades ... 89

Tema 2 Primeira lei da Termodinâmica ... 90

Trabalho realizado por um gás ... 90
Energia interna ... 92
Primeira lei da Termodinâmica ... 92
- Atividades ... 94

Tema 3 Nutrientes e aditivos alimentares ... 95

Lipídios ... 96
- Ácidos graxos ... 96
- Lipídios essenciais ... 96
- Lipídios de reserva energética ... 97

- Prática investigativa – Os lipídios presentes nos alimentos ... 97
- Lipídios para proteção ... 99

Glicídios ... 99
- Monossacarídeos e dissacarídeos ... 100
- Polissacarídeos ... 102

Proteínas ... 103
- Aminoácidos ... 103
- Ligações peptídicas ... 104
- Estrutura e função das proteínas ... 105

- Boxe + ... 107

A energia dos alimentos ... 107
Micronutrientes ... 108
- Vitaminas ... 108
- Os minerais ... 109

Aditivos alimentares ... 110
- Atividades ... 111

Tema 4 Equilíbrio químico e sistema-tampão ... 113

Equilíbrios ácido-base ... 114
- A autoionização da água e as medidas de pH ... 114
- Constante de acidez e de basicidade ... 116
- Constante de hidrólise e o pH de soluções salinas ... 117
- Perturbações do equilíbrio ácido-base ... 118

Soluções-tampão ... 120
Equilíbrio de solubilidade e formação de cáries ... 121
- Atividades ... 122

Tema 5 Nutrição ... 125

Sistema digestório ... 126
- Organização e funcionamento ... 126
- Controle dos processos digestivos ... 128

Sistema respiratório ... 128
- Organização e funcionamento ... 129
- Controle da respiração ... 130
- Curva de dissociação de hemoglobina – O_2 ... 131

Sistema cardiovascular ... 131
- Pressão sanguínea ... 132

Sistema urinário ... 132
- Organização e funcionamento ... 133
- Regulação da função renal ... 134

Alimentos e nutrição ... 134
- Quilocalorias (kcal) ... 135
- Macronutrientes ... 135
- Micronutrientes ... 135
- Água ... 136
- Densidade nutricional ... 136
- Características de uma dieta nutritiva ... 136
- Distúrbios nutricionais ... 137

- Atividades ... 139

Tema 6 Mecanismos de defesa do corpo, vacinas e soros ... 141

Sangue, linfa e o sistema linfático ... 141
- Sistema linfático ... 142

Mecanismos de defesa e o sistema linfático ... 143
- Imunidade inata ... 143
- Imunidade adquirida ... 144

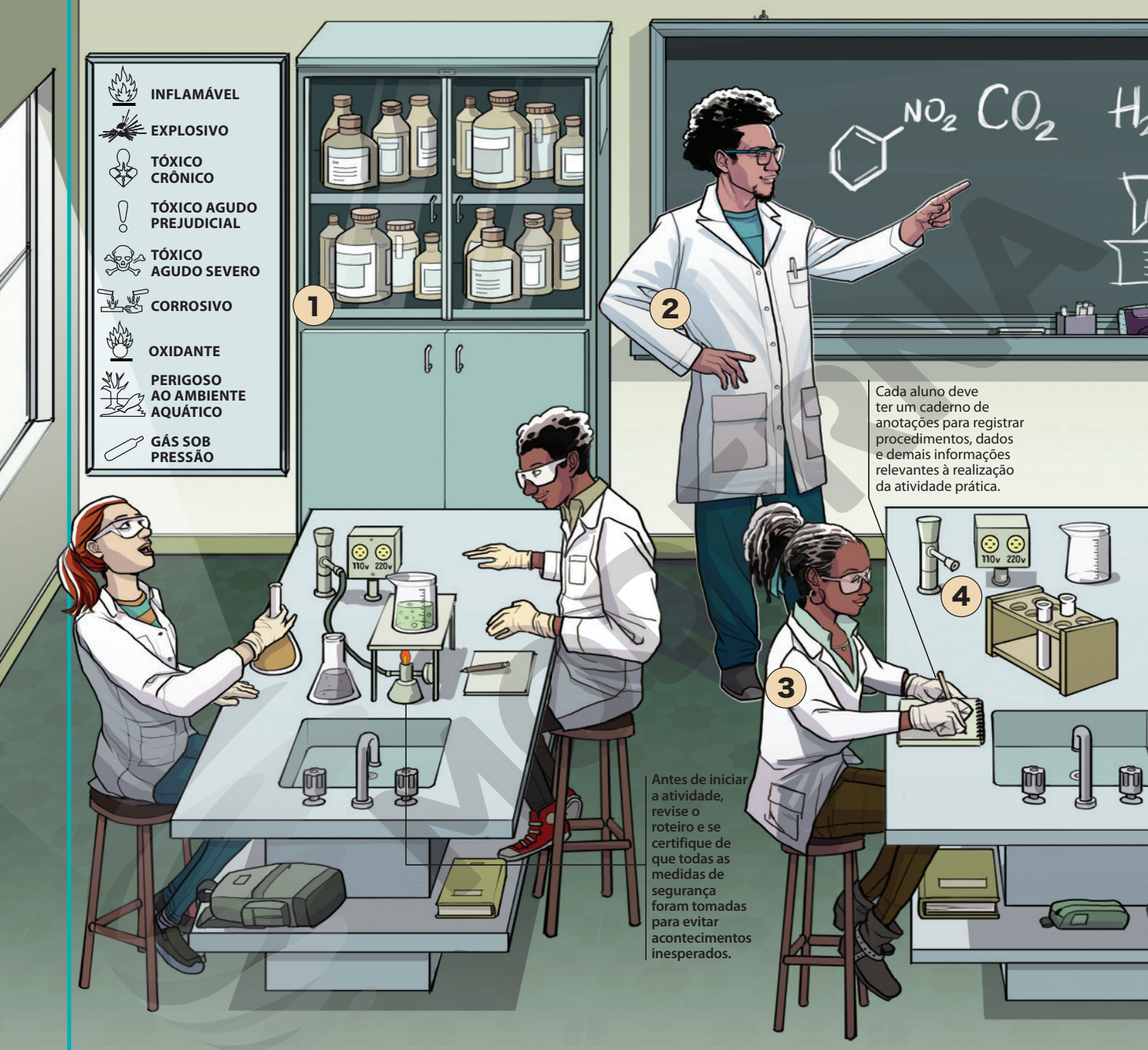
Vacinas e soros ... 145
- Atividades ... 146
- Reflexões sobre a ciência ... 147
- Pensamento crítico e argumentação ... 149
- Comunicação ... 151
- Revise e amplie! ... 151

Tabela periódica ... 152
Tabelas para consulta ... 153
Respostas ... 154
Por dentro da BNCC ... 155
Bibliografia ... 159

MODERNA

Segurança no laboratório

Seja no laboratório, seja na sala de aula, qualquer atividade prática deve ser realizada respeitando as normas básicas de segurança.



1 Armário de reagentes
É fundamental verificar os símbolos e as informações presentes nos rótulos dos frascos de reagentes e nas fichas de informações de segurança (FISPQ) que devem acompanhar os produtos químicos.

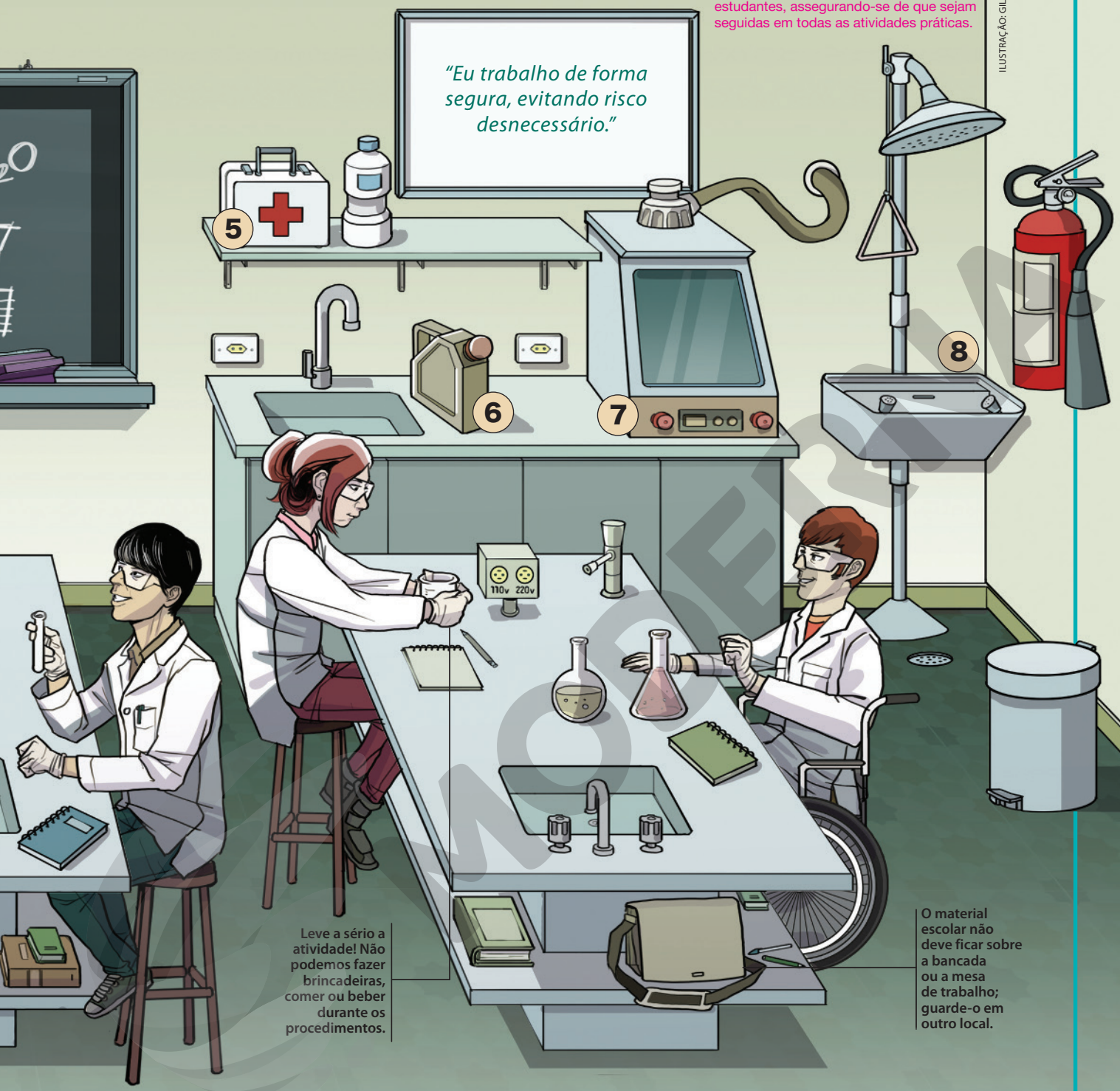
2 O que fazer?
Devemos prestar muita atenção às explicações do professor antes de iniciar uma atividade prática. Se mesmo assim houver dúvidas ou acontecer algum imprevisto, comunique-o imediatamente.

3 Proteja-se
O uso de roupas e equipamentos de proteção adequados é obrigatório durante a atividade prática. Devemos usar calças compridas, calçados fechados, avental, óculos de proteção e, em alguns casos, luvas. Cabelos longos devem ser presos.

4 Fonte de gás e de eletricidade
Verifique a voltagem de equipamentos elétricos antes de ligá-los e não manipule substâncias inflamáveis próximo de chamas. Ao final, certifique-se de ter desligado os aparelhos e fechado as saídas de gás.

Consulte as orientações de segurança detalhadas na seção *Segurança nas atividades práticas* do **Suplemento para o Professor** e divulgue-as para os estudantes, assegurando-se de que sejam seguidas em todas as atividades práticas.

ILUSTRAÇÃO: GIL TOKIO



5 Primeiros socorros
Em caso de acidente, comunique ao professor imediatamente. As substâncias envolvidas deverão ser informadas para orientar o socorro. Lembre-se dos telefones de emergência: 192 (Samu) e 193 (Corpo de Bombeiros).

6 Descarte de resíduos
Alguns resíduos gerados durante as atividades devem ser tratados antes de serem descartados ou lançados à rede de esgoto. Esses resíduos devem ser separados em recipientes adequados para posterior tratamento.

7 Capela de exaustão
Esse equipamento de proteção coletiva é usado para manipular as substâncias tóxicas e as reações químicas que podem liberar gases ou vapores tóxicos. O sistema de exaustão impede a passagem desses vapores para o interior do laboratório.

8 Lava-olhos e chuveiro
Esse equipamento de proteção coletiva deve ser utilizado se produtos químicos entrarem em contato com os olhos ou com o corpo. Sob orientação do professor, lave o local atingido com água em abundância.

MODERNA

UNIDADE 1

Drogas e medicamentos

ERNESTO REGHRAN/PULSAR IMAGENS

Dirigir é uma tarefa complexa que envolve muita atenção do condutor, pois ele recebe, continuamente, várias informações que precisa analisar rapidamente para tomar uma decisão a respeito. O consumo de substâncias psicoativas, como as bebidas alcoólicas, retarda essas tomadas de decisão, comprometendo o desempenho do condutor no trânsito.

Estimativas de 2019 feitas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) mostram que o consumo de bebidas alcoólicas é a causa de cerca de 3 milhões de mortes por ano no mundo (o que representa 5,3% de todos os óbitos), e 13,5% desses casos são de pessoas na faixa etária de 20 a 39 anos. Esses números já foram maiores, ao menos no Brasil.

Em 2017 as mortes no país caíram de 38.278 para 32.615, segundo dados do Sistema de Informação de Mortalidade (SIM) do Ministério da Saúde. Essa redução é atribuída, em grande parte, à implementação e intensificação da Lei nº 11.705, de 19 de junho de 2008, também conhecida como Lei Seca. Logo que ela foi sancionada, a tolerância era de 0,1 mg de etanol por litro de sangue. Atualmente, ela se tornou conhecida pelo rigor no que diz respeito ao consumo de bebidas alcoólicas por motoristas, sendo o nível máximo permitido de 0,05 mg de etanol por litro de sangue. Durante as fiscalizações de trânsito, os condutores são orientados a soprarem em um bocal de um aparelho chamado bafômetro (ou etilômetro), que verifica o teor de etanol no ar expelido. Além de aumentar as chances de acidentes de trânsito, o consumo excessivo de bebidas alcoólicas está associado a atos violentos, a distúrbios digestivos, a doenças cardiovasculares e a alguns tipos de câncer.

É importante lembrar que, além de todos os problemas mencionados, a ingestão de bebidas alcoólicas leva à dependência e pode causar danos a outras pessoas, como familiares, amigos, colegas de trabalho ou até mesmo desconhecidos, ocasionando prejuízos de ordem social e econômica e afetando a saúde pública.

0,06-0,10 g /100 mL

Redução da capacidade de tomar decisões racionais.

Diminuição de atenção e reflexos mais lentos. Problemas de coordenação. Sensação crescente de ansiedade e depressão.

0,01-0,05 g /100 mL

Diminuição da capacidade de discernimento e perda da inibição.

Leve sensação de euforia, relaxamento e prazer. Comportamento incoerente ao executar tarefas.

0,11-0,15 g /100 mL

Dificuldades de equilíbrio. Comprometimento dos movimentos e funções visuais. Fala desordenada.

0,16-0,29 g /100 mL

Transtornos graves dos sentidos. Consciência reduzida dos estímulos externos. Alterações graves da coordenação motora.

0,30-0,39 g /100 mL

Letargia profunda. Perda de consciência. Estado de sedação comparável ao de uma anestesia cirúrgica. Risco de morte.

A partir de 0,40 g /100 mL

Inconsciência. Parada respiratória. Morte, em geral provocada por insuficiência respiratória.

Fonte consultada: GLOBAL ROAD SAFETY PARTNERSHIP. *Beber e dirigir*: manual de segurança de trânsito para profissionais de trânsito e de saúde. Genebra, 2017. Disponível em: <https://www.grsproadsafety.org/wp-content/uploads/Beber-e-Dirigir_Portuguese.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2020.

LUIZ IRIA

- Faça a leitura das imagens e do texto da abertura e avalie a pertinência da Lei Seca em relação à redução do teor máximo permitido de 0,1 mg de etanol por litro de sangue para 0,05 mg. Você considera essa nova concentração mais adequada?

Por que ordenamos a Unidade dessa forma?

Como as drogas e os medicamentos agem no corpo? Sabemos que o consumo de substâncias psicoativas pode afetar o funcionamento do sistema nervoso central, causando efeitos psicológicos e fisiológicos, como alívio de dor, ansiedade, indução ao sono etc. Ao longo desta Unidade, vamos compreender como isso ocorre. Nos Temas 1 e 2 são apresentados os conceitos de eletricidade que auxiliam na compreensão do impulso nervoso, um fenômeno de natureza elétrica que, uma vez iniciado, caminha pela membrana plasmática do neurônio, falando-se em bioeletricidade. Além disso, são abordadas, no Tema 3, as estruturas e funções dos componentes do sistema nervoso e, também, o modo como ele se integra aos demais sistemas do corpo humano, por meio de atos reflexos e voluntários. No Tema 4, são apresentados aspectos relativos à estrutura tridimensional de compostos orgânicos, em moléculas biológicas e em compostos empregados em medicamentos, de modo que propicie a compreensão de que alguns medicamentos têm isômeros biologicamente ativos, que agem de forma muito específica no organismo. Já no desenvolvimento do Tema 5, é discutida a estrutura de algumas moléculas que podem afetar o funcionamento do sistema nervoso, como etanol, nicotina e analgésicos, além de se discutir alguns processos de obtenção de fármacos, como os considerados nos propósitos da Química Verde. O Tema 6 apresenta conceitos relacionados à vulnerabilidade juvenil, como questões ligadas à adolescência, à puberdade e ao planejamento de vida, além de estimular o desenvolvimento de ações de prevenção e a promoção da saúde ao tratar dos métodos contraceptivos e das infecções sexualmente transmissíveis (ISTs).

As seções finais desta Unidade trazem contextos das Ciências da Natureza de forma integrada e aplicada a situações cotidianas, como o papel da Ciência no desenvolvimento de vacinas em casos de epidemias e a nossa relação com o uso de medicamentos. Além disso, as seções apresentam aspectos importantes que ajudam a distinguir fatos de opiniões, desenvolvendo o posicionamento crítico e a lógica argumentativa que possibilitam a análise e o debate de situações controversas em diversos contextos locais e globais.

Assim, os objetivos gerais desta Unidade são:

- Reconhecer como ocorre a integração entre o sistema nervoso e os demais sistemas do corpo humano, de modo que relacione o impulso nervoso a fenômenos elétricos que ocorrem em razão da diferença de carga elétrica entre a face externa e a interna da membrana plasmática.
- Entender como algumas substâncias interagem com as células do ponto de vista da estrutura das moléculas, possibilitando, assim, compreender como novos medicamentos e terapias são desenvolvidos.
- Conhecer os métodos contraceptivos e algumas ISTs, reconhecendo as vulnerabilidades vinculadas às vivências a que a juventude está exposta, a fim de discutir e desenvolver ações que ajudem a prevenir a saúde física e emocional, promovendo, assim, o bem-estar dos adolescentes.

Por dentro da BNCC

O trabalho com esta Unidade favorece o desenvolvimento das competências e das habilidades da BNCC citadas a seguir.

Competências gerais: 1; 2; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10

Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Competências específicas: 1; 2; 3

Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT104; EM13CNT106; EM13CNT107; EM13CNT202; EM13CNT203; EM13CNT205; EM13CNT207; EM13CNT301; EM13CNT303; EM13CNT304; EM13CNT306; EM13CNT307; EM13CNT308; EM13CNT309; EM13CNT310

Área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Competências específicas: 1; 3; 5

Habilidades: EM13CHS101; EM13CHS304; EM13CHS502; EM13CHS504

Área de Matemática e suas Tecnologias

Competência específica: 1

Habilidade: EM13MAT101

Área de linguagens e suas Tecnologias

Competências específicas: 1

Habilidades: EM13LGG101; EM13LGG103; EM13LP04; EM13LP13; EM13LP42; EM13LP44; EM13LP45

Pense nisso!

Tema 1. A Bioeletricidade é uma parte da Ciência que trata de fenômenos elétricos em sistemas biológicos, como o corpo humano. O que faz nosso organismo ser um bom condutor de eletricidade?

Tema 2. Como ocorre a transmissão de impulsos nervosos entre os neurônios? Quais conceitos de Física estão envolvidos nesse processo?

Tema 3. Descreva o que você sabe a respeito da organização do sistema nervoso humano, explicando como os impulsos nervosos são afetados pelo consumo de bebidas alcoólicas e outras substâncias psicoativas.

Tema 4. O que deve ser levado em consideração antes da liberação do uso de um novo medicamento?

Tema 5. Um dos modelos de bafômetro (etilômetro) mais simples consiste em um tubo contendo dicromato de potássio e sílica, umedecida com ácido sulfúrico, originalmente de coloração laranja. Após a utilização pode-se verificar a coloração verde dentro do tubo. Explique o que você sabe sobre esse assunto.

Tema 6. Que métodos contraceptivos você conhece? Todos eles apresentam a mesma eficácia? E com relação à prevenção de ISTs?

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

MODERNA

TEMA 1

Eletrostática

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6
Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT301; EM13CNT306; EM13CNT307

Os neurônios são células do tecido nervoso capazes de receber e transmitir sinais ou mensagens no corpo. Quando queremos mover os músculos para tocar um objeto, por exemplo, o cérebro envia um impulso nervoso que chega até o músculo por meio dos neurônios. O impulso é conduzido como uma onda de alterações de cargas elétricas entre as duas faces da membrana plasmática.

Nos próximos temas desta unidade veremos, em detalhes, o funcionamento do sistema nervoso e como ocorrem os impulsos nervosos; antes, porém, é necessário definirmos conceitos importantes de uma área da Física denominada **eletricidade**, mais especificamente de um dos seus ramos, a **eletrostática**, que estuda as cargas elétricas em repouso. Neste Tema, veremos o conceito de carga elétrica, os processos de eletrização, a força elétrica, o campo elétrico, o potencial elétrico e a energia potencial elétrica.

:: Eletrização

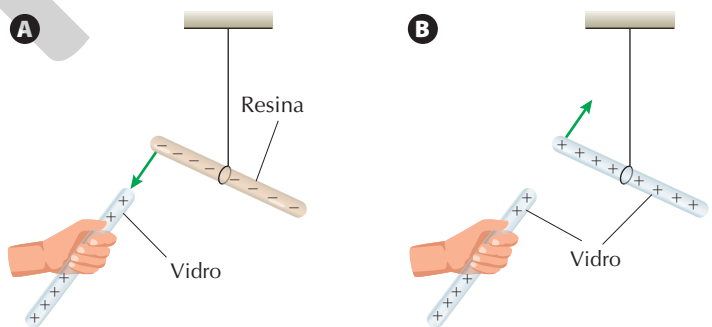
Tudo o que ouvimos, enxergamos e até o que sentimos quando tomamos um choque elétrico é resultado de processos que ocorrem envolvendo impulsos nervosos. Mas, para compreendermos a transmissão de um impulso nervoso, precisamos antes entender o conceito de carga elétrica e sua interação.

JOEL AREM/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

Figura 1.1 O âmbar é um tipo de resina fossilizada.

Na Antiguidade, os gregos já haviam percebido que o âmbar (**Fig. 1.1**), um tipo de resina fossilizada, quando atritado com uma pele de animal, adquiria o poder de atrair pequenos objetos próximos, como grãos de poeira.

Foi somente no século XVIII que o químico francês Charles Du Fay (1698-1739) estudou como objetos que eram atritados por lã se atraíam em certas circunstâncias, enquanto em outras se repeliam. Ele concluiu que havia dois tipos diferentes de "eletricidade", que designou, conforme o material de referência, como eletricidade vítrea e eletricidade resinosa. Assim, descobriu que corpos com "eletricidades diferentes" se atraem (**Fig. 1.2 A**) e corpos com a "mesma eletricidade" se repelem (**Fig. 1.2 B**).



ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 1.2 **(A)** Ao aproximarmos um objeto carregado positivamente de um objeto carregado negativamente, ocorre a atração elétrica entre eles. **(B)** Ao aproximarmos dois objetos carregados positivamente, ocorre a repulsão elétrica.

Mais tarde, o cientista e político estadunidense Benjamin Franklin (1706-1790) definiu o termo eletricidade vítrea como **carga positiva** e o termo eletricidade resinosa como **carga negativa**. Para Franklin, corpos que, em certas circunstâncias, tinham

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

MODERNA

comportamento semelhante ao do vidro eram carregados positivamente, e corpos que tinham comportamento semelhante ao do âmbar eram carregados negativamente. Assim, por exemplo, quando uma barra de vidro é atritada com um pedaço de seda, o vidro adquire carga positiva e a seda, carga negativa.

Hoje, no entanto, sabemos que os diversos materiais são constituídos de átomos, que, por sua vez, são formados por prótons, nêutrons e elétrons. Prótons têm carga positiva; elétrons, carga negativa; e nêutrons não têm carga elétrica. Se um material possui o mesmo número de prótons e de elétrons, dizemos que ele é **eletricamente neutro**; se o material apresenta um déficit de elétrons em relação ao número de prótons, dizemos que ele está **eletrizado positivamente**; e um material com excesso de elétrons em relação ao número de prótons está **eletrizado negativamente**.

Carga elétrica

A eletrização ocorre graças à transferência de elétrons entre os dois corpos. Cada um desses elétrons possui uma carga elétrica (Q_e) que, em módulo, é igual à do próton (Q_p).

$$Q_e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \text{C}$$
$$Q_p = +1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \text{C}$$

O módulo dessas cargas é denominado **carga elétrica elementar** (e).

$$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \text{C}$$

No Sistema Internacional de Unidades (SI), o coulomb (C) é a unidade para a carga elétrica.

Como um corpo eletrizado apresenta excesso ou perda de determinado número de elétrons, todo corpo eletrizado possui uma carga elétrica que é um número múltiplo da carga elétrica elementar. Por esse motivo, dizemos que a **quantidade de carga elétrica** (Q) de um corpo é quantizada e dada pela expressão:

$$Q = \pm n \cdot e$$

em que n é o número de elétrons perdidos ou em excesso no corpo.

Muitas vezes vamos nos referir simplesmente como carga elétrica à quantidade de carga elétrica, que poderá assumir as notações Q ou q.

Condutores e isolantes

Alguns materiais podem ser compreendidos como um conjunto de átomos cujo núcleo é cercado por elétrons. Esses elétrons são fracamente ligados ao núcleo atômico e podem se mover, sendo então chamados elétrons "livres". Os materiais que apresentam elétrons livres são denominados de **condutores**. Metais como platina, ouro e cobre são os exemplos mais comuns desse tipo de material. O cobre, por exemplo, é muito utilizado na confecção de fios condutores (**Fig. 1.3**) usados em instalações elétricas de residências.

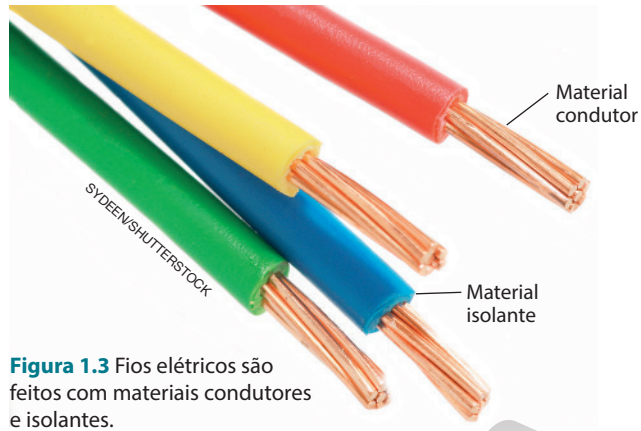


Figura 1.3 Fios elétricos são feitos com materiais condutores e isolantes.

Podemos definir a condutividade como uma propriedade dos materiais que indica a facilidade com que as cargas elétricas se movimentam entre os átomos. Além disso, a condutividade varia com a temperatura. Nos metais, por exemplo, a condutividade diminui com o aumento da temperatura.

Já os materiais conhecidos como **isolantes** possuem poucos elétrons livres e, portanto, oferecem grande oposição à passagem de cargas elétricas. Nesses materiais, os elétrons encontram-se, de modo geral, fortemente ligados ao núcleo atômico. Entre exemplos de materiais isolantes são comuns a borracha, o silicone, o vidro e a cerâmica. No caso dos neurônios, em uma de suas regiões há a bainha de mielina, um envoltório formado por células acessórias, o qual, nesse caso, funciona como um isolante.

Nem sempre a condutividade ocorre em razão do transporte de elétrons livres; muitas vezes, a condução elétrica ocorre pelo transporte de íons, isto é, átomos eletrizados. No corpo humano, por exemplo, íons participam de vários processos corporais vitais e são conhecidos como **eletrólitos**. Os eletrólitos são átomos ionizados, também chamados de sais, como os íons de sódio, potássio, cálcio e magnésio. Além de ajudar a regular a distribuição de água no organismo e atuar no equilíbrio ácido básico, certos eletrólitos são responsáveis por desencadear as contrações musculares do corpo.

Processos de eletrização

Vimos que os corpos carregados eletricamente possuem um desequilíbrio entre a quantidade de elétrons e de prótons de seus átomos. Essa situação pode ser observada em processos denominados eletrização por atrito, eletrização por contato e eletrização por indução, conforme veremos a seguir.

Eletrização por atrito

É comum que crianças brincando e escorregando em brinquedos plásticos sintam um choque elétrico ao tocar em uma superfície metálica. Por causa do atrito entre suas roupas e a superfície dos brinquedos, elétrons são trocados;

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

MODERNA

uma parte fica com mais elétrons e a outra, com menos. Dessa forma, na **eletrização por atrito**, os corpos atritados ficam sempre com cargas de sinais opostos, isto é, um corpo perde elétrons, enquanto o outro ganha elétrons. Portanto, um corpo ficará carregado negativamente e o outro, positivamente. Para sabermos qual corpo ficará carregado positivamente ou negativamente, usamos a chamada **série triboelétrica**, apresentada na **Tabela 1.1**. Objetos da parte superior da tabela, ao serem atritados com objetos da parte inferior, perdem elétrons e ficam carregados positivamente, enquanto os objetos da parte inferior recebem elétrons e ficam carregados negativamente.

Tabela 1.1 Série triboelétrica com alguns materiais

	Material
Positivo (+)	Vidro
	Sal
	Lã
	Pelo
	Seda
	Alumínio
	Papel
	Algodão
	Aço
	Madeira
	Âmbar
	Cobre
	Prata
	Ouro
	Borracha
Negativo (−)	Teflon

Fonte: KIM, Y. J. *et al*. Effect of the relative permittivity of oxides on the performance of triboelectric nanogenerators. *RSC Advances*, v. 7, p. 49368-49373, out. 2017. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2017/RA/C7RA07274K#!divAbstract>. Acesso em: 18 ago. 2020.

Podemos entender a eletrização por atrito realizando o seguinte experimento: pegue pequenos pedaços de papel e uma caneta esferográfica com corpo de plástico; em seguida, atrite o corpo da caneta em seu cabelo várias vezes e aproxime a parte atritada dos pedaços de papel. Você vai observar que os pequenos pedaços de papel serão atraídos pela caneta (**Fig. 1.4**). Isso ocorre porque a caneta foi eletrizada por atrito.

JUNIOR ROZZO/ROZZO IMAGENS

Figura 1.4 Depois de atritar várias vezes o plástico da caneta no cabelo, os pedacinhos de papel são atraídos por ela.

Esse exemplo de troca de cargas elétricas entre a caneta e o cabelo ilustra um fato muito importante, o **princípio de conservação de cargas**, que diz:

Em um processo de eletrização de um corpo, não ocorre criação nem desaparecimento de cargas elétricas, apenas transferência, de modo que a soma algébrica das cargas totais antes do processo (carga total nula) é igual à soma algébrica das cargas depois dele ($+Q - Q = 0$).

Eletrização por contato

A eletrização por contato pode causar choques elétricos quando encostamos em uma superfície e também pode causar efeitos mais graves, como danificar equipamentos eletrônicos sensíveis ou causar incêndio, por exemplo, em uma área, fábrica ou plataforma de petróleo que possua vapores inflamáveis.

Considere uma pessoa que está carregada negativamente. Ela possui mais elétrons do que prótons em seu corpo. Agora, considere que ela toque em outro corpo condutor neutro. Uma parte dos elétrons em excesso será transferida para esse corpo. O corpo que foi tocado estava neutro e recebeu carga elétrica durante o contato. Chamamos esse processo de **eletrização por contato**.

A eletrização por contato implica a transferência de cargas de um corpo para outro de modo que, ao final, os dois corpos ficam com cargas de mesmo sinal, como indica a **Figura 1.5**.

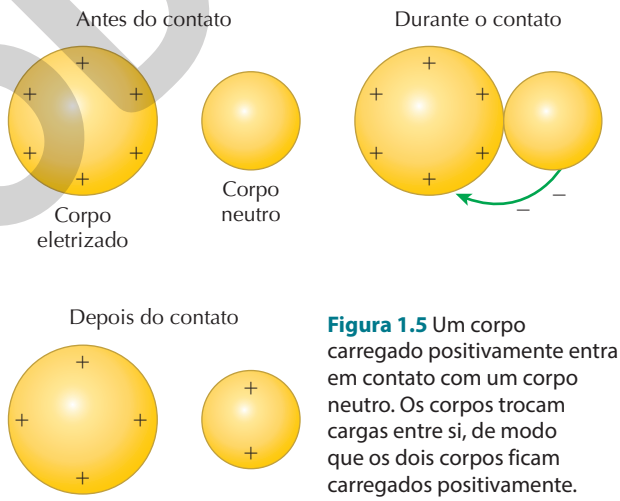


Figura 1.5 Um corpo carregado positivamente entra em contato com um corpo neutro. Os corpos trocam cargas entre si, de modo que os dois corpos ficam carregados positivamente.

Se colocamos em contato dois objetos, *A* e *B*, de mesmo formato e dimensões, com cargas diferentes, Q_A e Q_B, ambos terminam com a mesma carga elétrica, como mostra a **Figura 1.6**.

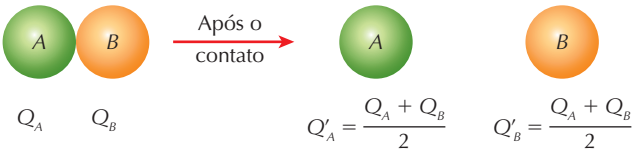


Figura 1.6 Corpos idênticos dividem a carga elétrica total após o contato.

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

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

MODERNA

Eletrização por indução

O último processo de eletrização que veremos é a **eletrização por indução**. Esse fenômeno é responsável pela separação de cargas elétricas de sinais contrários em um mesmo corpo e ocorre pela aproximação entre um corpo eletrizado e um corpo neutro, sem que entre eles aconteça qualquer tipo de contato.

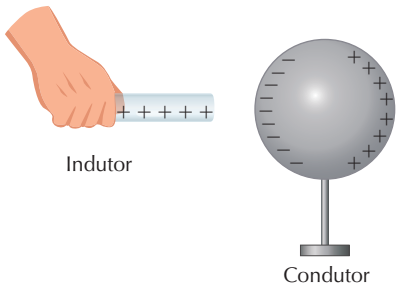


Figura 1.7 Ao aproximarmos uma barra carregada (indutor) de um condutor, as cargas positivas do condutor são repelidas para uma região mais afastada.

Note que, na **Figura 1.7**, a presença da barra eletrizada, também chamada de **indutor**, induz a movimentação de cargas no condutor. Na região mais próxima entre condutor e indutor as cargas são de sinais contrários e na região oposta, as cargas são de sinais iguais. No entanto, o condutor ainda é considerado neutro, já que tem o mesmo número de prótons e elétrons. Para que esse corpo fique eletrizado, devemos manter o indutor em suas proximidades e conectá-lo à terra, como mostra a **Figura 1.8**.

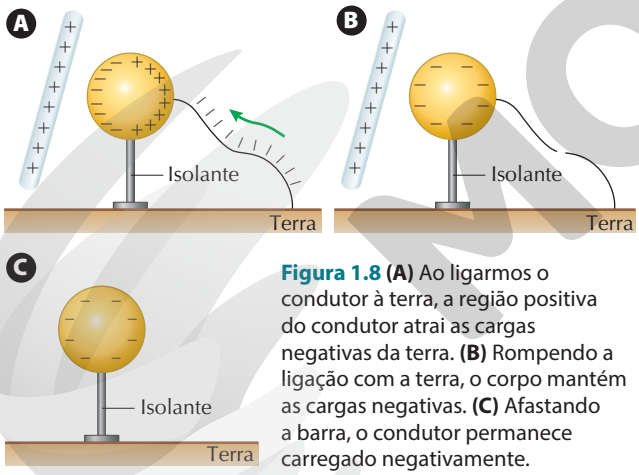


Figura 1.8 **(A)** Ao ligarmos o condutor à terra, a região positiva do condutor atrai as cargas negativas da terra. **(B)** Rompendo a ligação com a terra, o corpo mantém as cargas negativas. **(C)** Afastando a barra, o condutor permanece carregado negativamente.

Ao conectarmos o condutor à terra, a região positiva do condutor atrai os elétrons da terra, que pode ser considerada um condutor perfeito. Em seguida, rompemos a conexão com a terra e afastamos a barra. Dessa forma, o condutor se torna carregado negativamente. Esse processo é denominado eletrização por indução. É por isso que o termo "aterrar um corpo" significa eliminar o excesso de cargas positivas ou negativas por meio de sua condução para a terra. Portanto, a terra pode enviar ou ceder elétrons, neutralizando o condutor.

Fique por dentro

Balões e eletricidade estática

Veja neste *site* um experimento envolvendo os processos de eletrização por atrito e indução aplicada a balões de aniversário inicialmente neutros.

Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_pt_BR.html>.

Acesso em: 18 ago. 2020.

:: Força entre cargas elétricas: lei de Coulomb

Quando íons se movimentam como resultado de atrações ou repulsões elétricas, podemos reconhecer a ação de uma força, a **força elétrica** $\left(\vec{F}_{el}\right)$.

Para compreendermos como as partículas ficam sujeitas a essa força elétrica, vamos considerar um caso menos complexo, analisando a interação entre duas cargas elétricas pontuais isoladas.

Para realizar esse estudo, o físico francês Charles-Augustin Coulomb (1736-1806) analisou a intensidade da força de repulsão entre cargas elétricas por meio de um experimento usando uma balança de torção, como mostra a **Figura 1.9**.

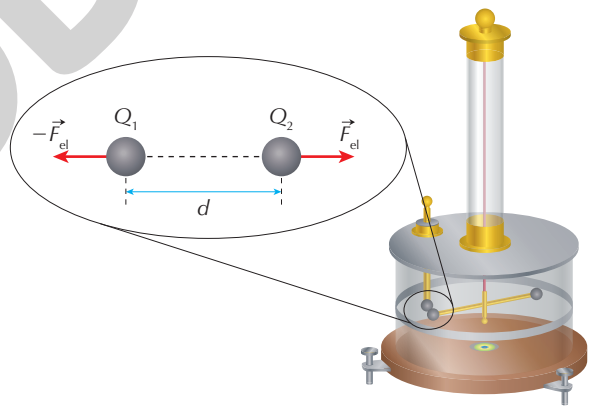


Figura 1.9 Representação esquemática da balança de torção usada no experimento de Coulomb. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Por causa da força elétrica entre as esferas, a haste que está suspensa por um fio gira, provocando nele uma torção. Assim, medindo o ângulo de torção, é possível determinar a força entre as esferas. Coulomb concluiu que a intensidade da força elétrica (F_{el}) era **inversamente proporcional** ao quadrado da distância entre duas esferas carregadas.

$$F_{el} \propto \frac{1}{d^2}$$

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

MODERNA

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Além disso, também descobriu que a intensidade da força elétrica era **proporcional** ao valor da carga elétrica nas esferas.

$$F_{el} \propto |Q_1|$$
$$F_{el} \propto |Q_2|$$

Com base nesses resultados experimentais, Coulomb enunciou a seguinte lei, hoje conhecida como lei de Coulomb:

Duas cargas puntiformes de intensidades Q_1 e Q_2, separadas a uma distância (d) em um determinado meio material, exercem forças elétricas mútuas cuja intensidade é dada por:

$$F_{el} = k \cdot \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2}$$

Nessa expressão, k é uma constante de proporcionalidade denominada **constante eletrostática** que varia com o meio material onde estão as cargas. No vácuo, temos $k = k_0 = 9 \cdot 10^9\ N\,m^2\,C^{-2}$. No SI, a força é dada em newton (N).

No entanto, não podemos esquecer que força é uma grandeza vetorial. A força elétrica possui uma direção que está sempre na reta que liga as cargas elétricas envolvidas e seu sentido é determinado pelo sinal das cargas elétricas, isto é, cargas elétricas de mesmo sinal se repelem e cargas elétricas de sinais opostos se atraem, como mostra a **Figura 1.10**.

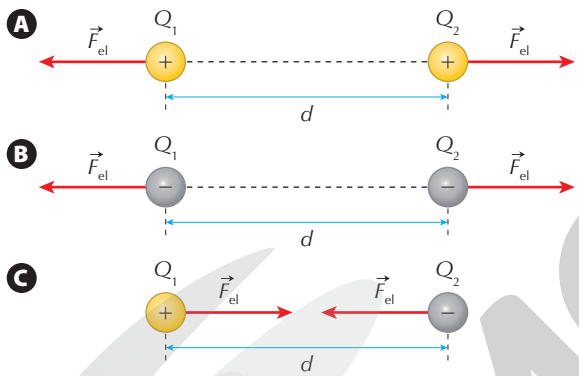


Figura 1.10 **(A)** Duas cargas elétricas positivas se repelem. **(B)** Duas cargas elétricas negativas se repelem. **(C)** Duas cargas elétricas de sinais opostos se atraem.

Imagine um íon de sódio Na^+ e um íon de cloro Cl^-. A atração entre esses dois íons que formam o sal de cozinha pode ser calculada com a lei de Coulomb. Considere que os dois íons estejam a uma distância de $3 \cdot 10^{-10}$ m. Como a carga de ambos tem o mesmo módulo, que é igual ao módulo da carga do elétron, a intensidade da força elétrica (atração) entre eles será de:

$$F_{el} = k \cdot \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{el} = 9{,}0 \cdot 10^9\ N\,m^2\,C^{-2} \cdot \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C}{(3 \cdot 10^{-10}\ m)^2}$$

$$\therefore F_{el} = 2{,}56 \cdot 10^{-9}\ N$$

Esse valor de intensidade da força pode parecer pequeno, mas é ela que atrai os íons, mantendo-os coesos e formando os cristais de sal de cozinha, por exemplo.

Campo elétrico

Um relâmpago (**Fig. 1.11**) pode ser um fenômeno ao mesmo tempo belo e assustador. Antes da invenção dos para-raios, por Benjamin Franklin, nos anos 1750, os relâmpagos eram muito mais assustadores, pois provocavam muitos incêndios. Um relâmpago é uma descarga elétrica entre uma nuvem carregada e o solo ou entre regiões diferentemente carregadas dentro da própria nuvem. Em algumas situações, o ar entre a nuvem e o solo age como um isolante. Mas, como veremos nesta seção, a carga elétrica cria ao seu redor um **campo elétrico**. Se o campo elétrico na região entre a nuvem e o solo for muito alto, uma descarga pode acontecer e essa região pode, por um breve intervalo de tempo, tornar-se condutora.

DMYTRO BUIANSKYI/SHUTTERSTOCK

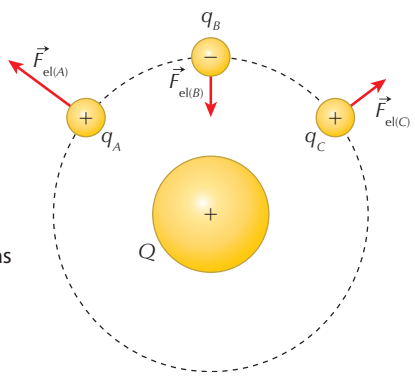
Figura 1.11 Relâmpagos são fenômenos de origem elétrica.

No estudo da lei de Coulomb, vimos que as cargas elétricas interagem sem que haja contato entre elas. Isso também ocorre com a força gravitacional: quando soltamos um objeto, ele é atraído pela Terra sem que haja contato entre os corpos.

A dificuldade em aceitar que uma partícula possa exercer uma força em outra partícula distante, sem existir contato entre elas, foi superada com a introdução do conceito de campo de força. No caso da **força gravitacional**, o campo mediador dessa interação é o **campo gravitacional**, e, no caso da **força elétrica**, o campo mediador é o **campo elétrico**.

Portanto, uma carga elétrica gera um campo elétrico que é capaz de interagir com outra carga elétrica de modo que se estabeleça uma força elétrica entre as cargas.

Ao colocarmos uma carga de prova em uma região em que há um campo elétrico, essa carga ficará sujeita a uma força elétrica de atração ou de repulsão. Para obter a intensidade do campo elétrico na região, vamos considerar as cargas de prova q_A, q_B e q_C, que podem ser iguais ou não, a uma mesma distância de uma carga Q. Sobre as cargas de prova agem as forças elétricas $\vec{F}_{el(A)}$, $\vec{F}_{el(B)}$ e $\vec{F}_{el(C)}$, respectivamente, como mostra a **Figura 1.12**.



ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 1.12 Representação esquemática das cargas de prova q_A, q_B e q_C a uma mesma distância da carga geradora do campo elétrico Q.

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

Se efetuarmos a razão entre a força elétrica e a carga que recebe a ação da força, vamos verificar que se trata de um valor constante, que define o vetor campo elétrico $(\vec{E})$ naquele ponto.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_{el(A)}}{q_A} = \frac{\vec{F}_{el(B)}}{q_B} = \frac{\vec{F}_{el(C)}}{q_C} \therefore \vec{E} = \frac{\vec{F}_{el}}{q}$$

Se quisermos obter o valor da intensidade do campo elétrico, podemos fazer:

$$E = \frac{F_{el}}{|q|}$$

No SI, a unidade de medida usada para expressar o valor da força é o newton (N) e a usada para o valor da carga é o coulomb (C). Assim, $N\,C^{-1}$ é a unidade utilizada no SI para expressar a intensidade do campo elétrico.

Em cargas de prova positivas, a força elétrica e o campo elétrico possuem a mesma direção e o mesmo sentido. Em cargas de prova negativas, eles possuem a mesma direção e sentidos opostos. A **Figura 1.13** resume as direções dos vetores $\vec{F}_{el}$ e $\vec{E}$ dependendo das cargas elétricas.

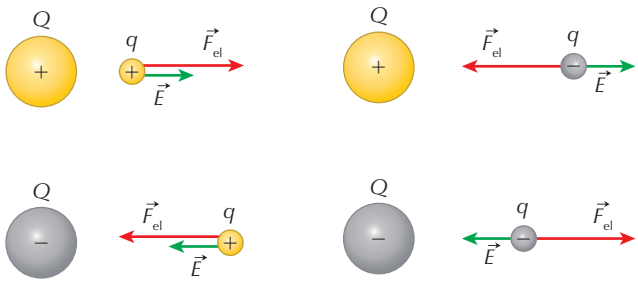


Figura 1.13 Representações esquemáticas do sentido dos vetores campo elétrico e força elétrica.

Campo elétrico gerado por cargas elétricas puntiformes

Podemos utilizar a lei de Coulomb para obter o campo elétrico gerado por uma carga puntiforme. Considere uma carga elétrica pontual Q e que, a uma distância d dessa carga, uma carga de prova q fique sujeita a uma força elétrica com intensidade igual a:

$$F_{el} = k \cdot \frac{|Q| \cdot |q|}{d^2}$$

Substituindo a expressão acima na equação para a intensidade do campo elétrico, temos:

$$E = \frac{F_{el}}{|q|} \Rightarrow E = \frac{k \cdot \frac{|Q| \cdot |q|}{d^2}}{|q|} \therefore E = k \cdot \frac{|Q|}{d^2}$$

Observe que a expressão obtida mostra que a intensidade do campo gerado por uma carga elétrica pontual é diretamente proporcional ao valor da carga geradora e inversamente proporcional ao quadrado da distância.

No caso da presença de várias cargas elétricas geradoras, o campo elétrico resultante na região é dado pela soma vetorial dos campos no ponto considerado.

Considere, por exemplo, a **Figura 1.14**, na qual temos um par de cargas elétricas puntiformes fixas de mesma intensidade q, de sinais contrários e separadas por uma distância d finita; a esse sistema damos o nome de **dipolo elétrico**. Um exemplo é um par de íons Na^+ e Cl^-.

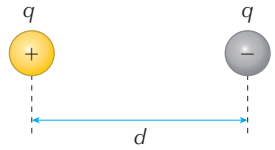


Figura 1.14 Representação esquemática de um dipolo elétrico.

Nesse caso, cada íon cria um campo elétrico em um ponto P como se estivesse isolado na região, ou seja, independentemente da outra carga. Esse conceito é denominado **princípio da superposição**. Portanto, para obtermos o campo resultante no ponto P, devemos realizar a soma vetorial dos campos elétricos gerados por cada íon, como indica a **Figura 1.15**.

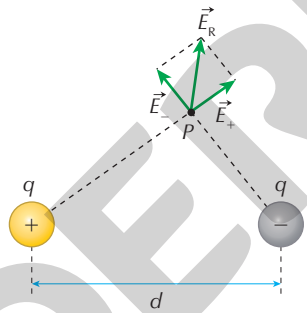


Figura 1.15 Representação esquemática dos vetores campo elétrico $(\vec{E}_-$ e $\vec{E}_+)$ gerado pelo par de íons Na^+ e Cl^- em um ponto P e o campo elétrico resultante $(\vec{E}_R)$.

De forma geral, podemos escrever o campo elétrico resultante $(\vec{E}_R)$ em um determinado ponto devido a um conjunto de cargas elétricas como:

$$\vec{E}_R = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \ldots$$

Vejamos um exemplo. Considere duas bolinhas que possuem carga elétrica $Q_1 = 13$ nC e $Q_2 = -13$ nC. Em seguida, elas são separadas por uma distância de 50 cm, em uma região que podemos considerar vácuo; logo, $k = k_0 = 9 \cdot 10^9\ N\,m^2\,C^{-2}$. Nessa situação, coloca-se uma carga de prova com $Q_3 = -3$ nC em um ponto a 30 cm da bolinha carregada positivamente e a 40 cm da bolinha carregada negativamente, como mostra a **Figura 1.16**.

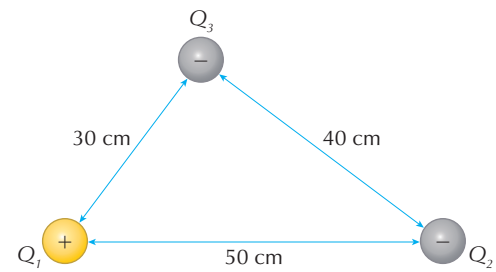


Figura 1.16 Representação esquemática das cargas elétricas no vácuo.

Qual é a intensidade do campo elétrico resultante no ponto em que se encontra a carga de prova? Esse valor depende da carga de prova?

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

MODERNA

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

No ponto em que está a carga de prova, temos o campo resultante, como mostra a **Figura 1.17**.

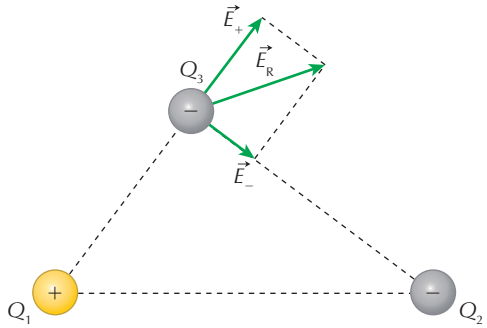


Figura 1.17 Representação esquemática do campo resultante na posição da carga Q_3.

Calculando as intensidades (E_+ e E_-) dos campos elétricos, temos:

$$E_+ = k \cdot \frac{|Q_1|}{d^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_+ = 9{,}0 \cdot 10^9\ \text{N m}^2\,\text{C}^{-2} \cdot \frac{13 \cdot 10^{-9}\ \text{C}}{(3{,}0 \cdot 10^{-2}\ \text{m})^2}$$

$$\therefore E_+ = 13 \cdot 10^4\ \text{N C}^{-1}$$

$$E_- = k \cdot \frac{|Q_2|}{d^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_- = 9{,}0 \cdot 10^9\ \text{N m}^2\,\text{C}^{-2} \cdot \frac{13 \cdot 10^{-9}\ \text{C}}{(4{,}0 \cdot 10^{-2}\ \text{m})^2}$$

$$\therefore E_- = 7{,}3 \cdot 10^4\ \text{N C}^{-1}$$

O vetor campo elétrico resultante $(\vec{E}_R)$ em P é a soma vetorial dos campos elétricos calculados. No ponto em que a carga de prova se encontra, os campos elétricos calculados formam um triângulo retângulo; assim, o módulo do vetor resultante, que é igual a intensidade do campo elétrico resultante, pode ser calculado pelo teorema de Pitágoras.

$$E_R = \sqrt{E_+^2 + E_+^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_R = \sqrt{(13 \cdot 10^4\ \text{N C}^{-1})^2 + (7{,}3 \cdot 10^4\ \text{N C}^{-1})^2}$$

$$\therefore E_R = 15 \cdot 10^4\ \text{N C}^{-1}$$

Portanto, o campo elétrico resultante depende apenas das cargas elétricas geradoras do campo.

Linhas de força

Podemos usar uma representação gráfica para visualizar a variação contínua do campo elétrico em termos de **linhas de força**, partindo das cargas, como mostra a **Figura 1.18**.

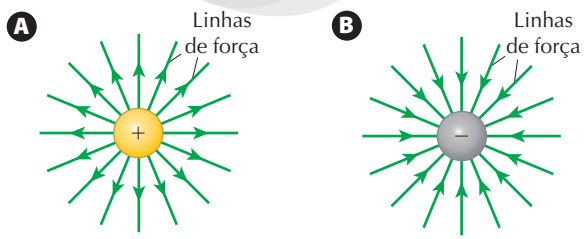


Figura 1.18 Representação esquemática das linhas de força em torno de uma carga elétrica **(A)** positiva ($+q$) e **(B)** negativa ($-q$).

Dessa forma, as linhas de força de um campo elétrico são tangentes à direção do campo elétrico em cada ponto da região, sendo divergentes para a carga elétrica positiva e convergentes para a carga elétrica negativa.

As linhas de força são um recurso imaginado pelo cientista inglês Michael Faraday (1791-1867) para visualizar o campo elétrico, sendo muito útil na investigação de sistemas complexos de cargas elétricas. A **Figura 1.19**, por exemplo, mostra as linhas de força obtidas para o dipolo elétrico.

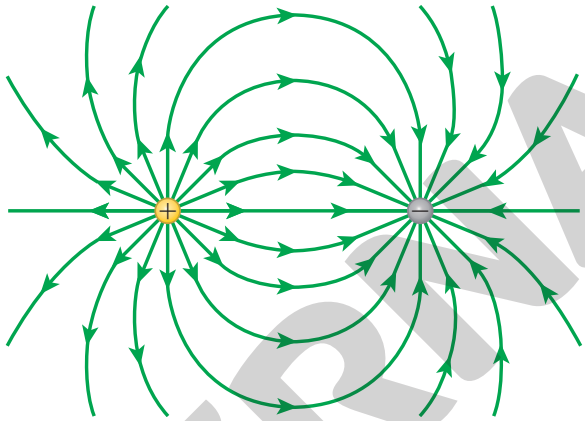


Figura 1.19 As linhas de força em um dipolo saem da carga positiva e entram na carga negativa.

Observe que as linhas de força dessa distribuição são mais concentradas onde o campo elétrico é mais intenso e mais espaçadas onde a intensidade do campo elétrico diminui.

Campo elétrico uniforme

Considere duas placas planas e paralelas (**Fig. 1.20**) que possuem cargas elétricas de sinais opostos e estão separadas por uma pequena distância, quando comparada ao tamanho das placas. Como a distribuição de cargas, nesse caso, se dá ao longo de toda a placa, não podemos utilizar um modelo de cargas puntiformes como vínhamos fazendo. O campo gerado por uma distribuição de cargas planas e paralelas é um campo elétrico uniforme, isto é, possui mesma intensidade, direção e sentido em todos os pontos dessa região.

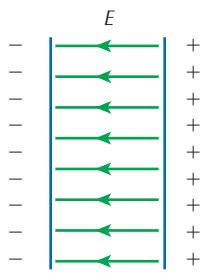


Figura 1.20 Representação esquemática de um campo elétrico uniforme entre duas placas planas e paralelas.

Considere que a intensidade do campo no interior de duas placas seja $10^7\ \text{N C}^{-1}$. Um íon com carga igual a $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C fica sujeito a uma força elétrica com intensidade igual a:

$$F = |q| \cdot E \Rightarrow F = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ \text{C} \cdot 10^7\ \text{N C}^{-1}$$

$$\therefore F = 1{,}6 \cdot 10^{-12}\ \text{N}$$

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

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

MODERNA

Trabalho e potencial elétrico

Na seção que trata da força entre cargas elétricas, mencionamos que a diferença de carga elétrica entre a membrana do neurônio ocorre graças à bomba de sódio e potássio, ou seja, há uma diferença nas concentrações desses íons dentro e fora da célula. Essa diferença é capaz de criar o que denominamos de diferença de potencial, que nesse caso também é chamada de potencial de repouso, muito importante no processo de transmissão do impulso nervoso.

Nesta seção vamos estudar os conceitos físicos envolvendo a diferença de potencial, além de introduzir outros, como o trabalho da força elétrica e a energia potencial elétrica.

Trabalho da força elétrica

Vamos considerar uma carga q que se desloca de uma distância d paralela a um campo elétrico uniforme. Logo, ela está sujeita a uma força elétrica constante, cujo trabalho é dado por:

$$\mathcal{T}_{F_{el}} = F_{el} \cdot d \therefore \mathcal{T}_{F_{el}} = q \cdot E \cdot d$$

No entanto, se uma carga q se move em um campo elétrico não constante criado por uma carga puntiforme Q, o **trabalho da força elétrica** no deslocamento entre as posições d_A e d_B é dado por:

$$\mathcal{T}_{F_{el}} = q \cdot \left(k \cdot \frac{Q}{d_A} - k \cdot \frac{Q}{d_B}\right)$$

A unidade para o trabalho de uma força no SI é o Joule (J).

Potencial elétrico e diferença de potencial

O conceito de diferença de potencial consiste em calcular o trabalho realizado pela força elétrica por unidade de carga durante o deslocamento dessa carga entre dois pontos. Assim, a **diferença de potencial elétrico (ddp)** entre dois pontos, A e B, que indicamos como $V_A - V_B$ ou simplesmente U, também conhecida por **voltagem** ou **tensão elétrica**, é definida como:

$$U = \frac{\mathcal{T}_{F_{el}}}{q}$$

Note que a unidade de ddp é dada por $J\,C^{-1}$, que no SI é dada por **V (volt)**, ou seja, $1\ V = 1\ J\,C^{-1}$.

Considerando que esse deslocamento ocorra no sentido do campo elétrico em uma região cujo campo elétrico é uniforme, temos:

$$U = \frac{\mathcal{T}_{F_{el}}}{q} \Rightarrow U = \frac{q \cdot E \cdot d}{q} \therefore U = E \cdot d$$

Já para o deslocamento de uma carga elétrica q em uma região cujo campo elétrico foi gerado por uma carga puntiforme Q, temos:

$$U = \frac{\mathcal{T}_{F_{el}}}{q} \Rightarrow U = \frac{q \cdot \left(k \cdot \frac{Q}{d_A} - k \cdot \frac{Q}{d_B}\right)}{q} \therefore U = k \cdot \frac{Q}{d_A} - k \cdot \frac{Q}{d_B}$$

Sendo $U = k \cdot \frac{Q}{d_A} - k \cdot \frac{Q}{d_B}$ uma diferença entre termos, podemos entender cada um deles como os **potenciais elétricos** dos pontos A e B do campo elétrico. Assim, a todo ponto P de um campo elétrico criado por uma carga elétrica (Q) puntiforme a uma distância d_P atribui-se um **potencial elétrico** (V_P), dado por:

$$V_P = k \cdot \frac{Q}{d_P}$$

Observe que o potencial elétrico em um ponto existe independentemente da carga de prova q, mas depende de um referencial adotado para a sua medida, no caso, a carga geradora do campo elétrico. Observe também que, se $Q > 0$, o potencial será positivo, e, se $Q < 0$, o potencial será negativo.

O potencial em um ponto gerado por várias cargas puntiformes é a soma algébrica dos potenciais gerados por cada carga.

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

MODERNA

Vejamos um exemplo no qual uma partícula com carga elétrica positiva $Q = 1{,}5$ C foi abandonada em uma região imersa em um campo elétrico uniforme de intensidade $E = 2 \cdot 10^3$ N C^{-1} e se move de um ponto *A* até um ponto *B*, percorrendo uma distância $d = 20$ cm, como mostra a **Figura 1.21**. Qual é a diferença de potencial entre o ponto final e o ponto inicial do percurso?

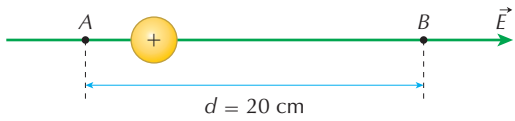


Figura 1.21 Representação esquemática de uma partícula com carga positiva imersa em um campo elétrico uniforme e se movimentando de *A* até *B*.

A diferença de potencial entre dois pontos, *A* e *B*, em um campo uniforme é dada por:

$$U = V_A - V_B = E \cdot d \Rightarrow$$
$$\Rightarrow U = 2{,}0 \cdot 10^3 \text{ N C}^{-1} \cdot 0{,}2 \text{ m}$$
$$\therefore U = 400 \text{ N m C}^{-1}$$

Lembrando que 1 N m = 1 J e 1 V = 1 J C^{-1}, temos:

$$U = 400 \text{ V}$$

Superfícies equipotenciais

As **superfícies equipotenciais** são regiões do campo elétrico que possuem **o mesmo potencial**. Essas superfícies facilitam a visualização da distribuição de carga. As linhas de campo elétrico e as superfícies equipotenciais são sempre perpendiculares.

Quando tratamos do campo elétrico gerado por uma carga puntiforme e analisamos a expressão do potencial elétrico de um ponto a certa distância da carga, concluímos que todos os pontos a uma mesma distância da carga apresentam o mesmo potencial; logo, formam uma superfície equipotencial que, no espaço tridimensional, é uma superfície esférica (**Fig. 1.22 A**) e, no espaço bidimensional, um círculo (**Fig. 1.22 B**). Nesse caso, quanto mais longe da carga, menor é o potencial.

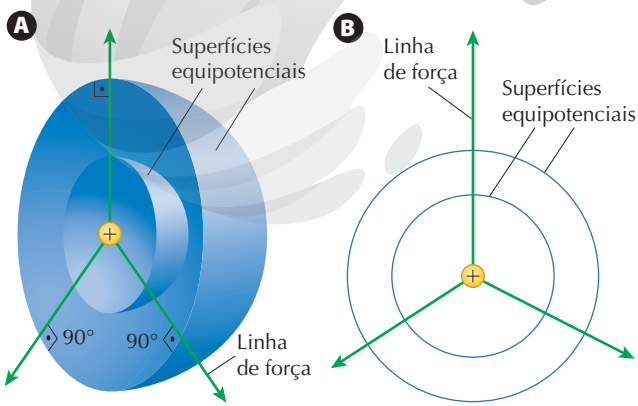


Figura 1.22 Superfícies equipotenciais de um campo radial gerado por uma carga puntiforme positiva. **(A)** Representação tridimensional. **(B)** Representação bidimensional.

No caso do campo elétrico uniforme criado por placas paralelas, as superfícies equipotenciais são planos paralelos entre si e paralelos às placas carregadas (**Fig. 1.23**).

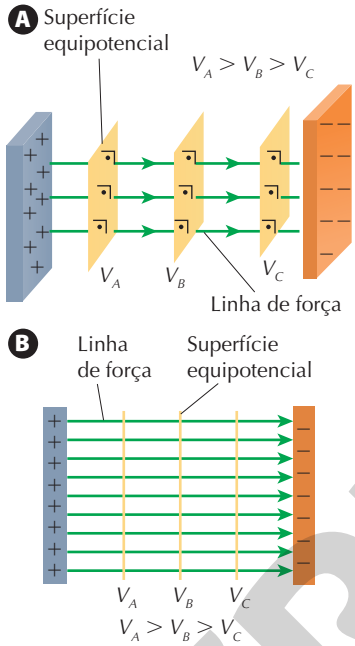


Figura 1.23 Superfícies equipotenciais de um campo uniforme criado por placas paralelas. **(A)** Representação tridimensional. **(B)** Representação bidimensional.

Energia potencial elétrica

A energia proveniente da posição de *q* no campo elétrico é chamada de **energia potencial elétrica** (E_{potel}).

Vamos definir essa energia considerando uma carga elétrica sob a ação de um campo elétrico uniforme. Desse modo, energia potencial elétrica é igual ao trabalho da força elétrica; portanto, no caso de um campo uniforme, temos:

$$E_{potel} = \mathcal{T}_{Fel} = q \cdot E \cdot d$$

E, no caso de um campo não uniforme, temos:

$$E_{potel} = \mathcal{T}_{Fel} = k \cdot \frac{Q \cdot q}{d}$$

No caso de um sistema de cargas puntiformes, a energia potencial elétrica é a soma algébrica de todas as energias potenciais geradas pelos pares de cargas do sistema. Assim, por exemplo, considerando a **Figura 1.24**, encontramos que a energia potencial elétrica do sistema é dada por:

$$E_{potel} = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d_{12}} + k \cdot \frac{q_2 \cdot q_3}{d_{23}} + k \cdot \frac{q_1 \cdot q_3}{d_{13}}$$

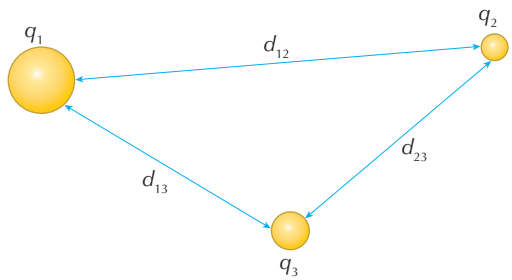


Figura 1.24 Representação esquemática da configuração de um sistema de cargas no espaço.

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

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Atividades

Registre em seu caderno

1. (UFRGS) Uma carga negativa Q é aproximada de uma esfera condutora isolada, eletricamente neutra. A esfera é, então, aterrada com um fio condutor.

Indique a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Se a carga Q for afastada para bem longe enquanto a esfera está aterrada, e, a seguir, for desfeito o aterramento, a esfera ficará ■.

Por outro lado, se primeiramente o aterramento for desfeito e, depois, a carga Q for afastada, a esfera ficará ■.

a) eletricamente neutra – positivamente carregada
b) eletricamente neutra – negativamente carregada
c) positivamente carregada – eletricamente neutra
d) positivamente carregada – negativamente carregada
e) negativamente carregada – positivamente carregada

2. Temos três esferas condutoras isoladas, C_1, C_2 e C_3, idênticas. A esfera C_1 está carregada com carga Q, enquanto as esferas C_2 e C_3 são neutras. Descreva uma maneira de fazer com que a esfera C_1 adquira carga $\frac{Q}{2}$ e que C_2 e C_3 adquiram cargas $\frac{Q}{4}$ cada uma.

3. Uma esfera condutora está carregada com 5 C de carga elétrica. Nessa esfera há excesso ou falta de elétrons? Quantos elétrons faltam ou sobram nessa esfera?

4. Duas cargas elétricas pontuais, Q_1 e Q_2, separadas por uma distância d, estão sob a ação de uma força elétrica de atração de intensidade F. Qual será a nova intensidade da força elétrica no caso de:

a) triplicar o valor da carga elétrica Q_1 e também a distância entre as cargas elétricas?
b) quadruplicar o valor da carga elétrica Q_1, dobrar o valor da carga elétrica Q_2 e triplicar a distância d?

5. Determine o valor da intensidade da força elétrica entre uma partícula de carga elétrica de +9 mC e outra partícula de carga elétrica +40 nC, separadas a uma distância de 20 cm. Considere $k = k_0 = 9 \cdot 10^9\ \text{N m}^2\,\text{C}^{-2}$.

6. Em um ponto P do espaço, coloca-se uma carga de prova de valor $q_1 = -2$ mC, que fica sujeita a uma força elétrica horizontal para a direita e de intensidade 2 N. A qual intensidade de força elétrica ficará submetida uma carga de prova com valor $q_2 = +4$ mC colocada no mesmo ponto.

7. Nos vértices A e B de um triângulo equilátero de lado L, há duas cargas iguais a $2q$ e $-3q$. Determine a intensidade do campo elétrico resultante gerado por essas cargas em um ponto situado no terceiro vértice do triângulo equilátero.

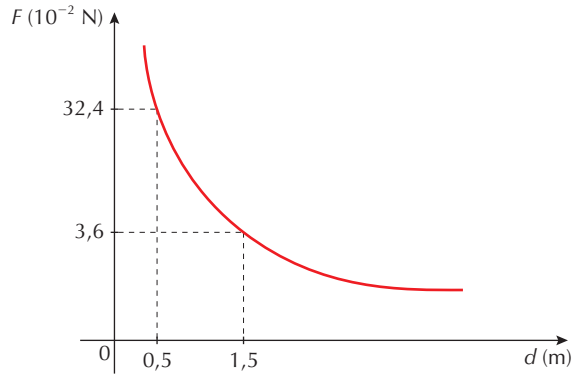
8. (IFS-SE) Duas placas planas e paralelas, separadas por 25 cm de distância, estão uniformemente carregadas com cargas de sinais opostos, de modo que entre as placas há um campo elétrico uniforme de 800 N C^{-1}, perpendicular às placas. Qual deve ser a energia cinética com que uma carga de 0,02 C atinge a placa negativa, tendo partido do repouso da placa positiva?

a) 2 J
b) 3 J
c) 4 J
d) 0

9. (PUC-PR) Um sistema de cargas pontuais é formado por duas cargas positivas $+q$ e uma negativa $-q$, todas de mesma intensidade, cada qual fixa em um dos vértices de um triângulo equilátero de lado r. Se substituirmos a carga negativa por uma positiva de mesma intensidade, qual será a variação da energia potencial elétrica do sistema? A constante de Coulomb é denotada por k.

a) $\frac{2kq^2}{r}$
b) $-\frac{2kq^2}{r}$
c) $-\frac{4kq^2}{r}$
d) $\frac{4kq^2}{r}$
e) $\frac{kq^2}{r}$

10. Duas cargas elétricas puntiformes positivas, Q_1 e Q_2, no vácuo interagem mutuamente através de uma força elétrica cuja intensidade varia com a distância entre elas, segundo o diagrama abaixo.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Sabendo-se que a carga Q_2 é o dobro da carga Q_1, calcule o valor de Q_1.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

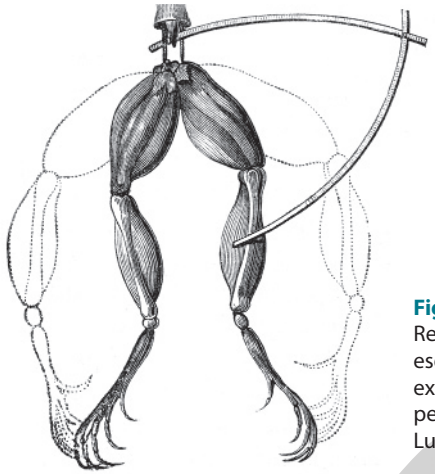
MODERNA

TEMA 2

Lei de Ohm e capacitores

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 6
Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT106; EM13CNT107; EM13CNT301; EM13CNT306; EM13CNT307; EM13CNT308



SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

Figura 2.1 Representação esquemática do experimento realizado pelo médico italiano Luigi Galvani.

Por volta de 1780, o médico italiano Luigi Galvani (1737-1798) expôs os músculos da parte inferior de um sapo (**Fig. 2.1**) e demonstrou que, conectando-se os geradores de eletricidade conhecidos na época, até então utilizados principalmente para gerar faíscas elétricas em exibições, nos músculos da perna de um sapo, eles se contraíam. É interessante perceber que o início do estudo da eletricidade está vinculado ao estudo da fisiologia. Nesse período, entendia-se que a corrente elétrica era um fluido positivo que se deslocava dos polos positivos para os negativos das pilhas. No entanto, em 1897, o físico britânico Joseph John Thomson (1856-1940) relacionou a carga elétrica a pequenas partículas constituintes dos átomos, chamadas elétrons. Hoje a **corrente elétrica** é definida como o movimento ordenado de cargas elétricas em uma determinada direção. Tais cargas elétricas são, geralmente, associadas a elétrons e íons, e o seu movimento é o resultado da diferença de potencial (ddp) entre dois pontos.

Neste Tema, além da corrente elétrica, vamos estudar outros conceitos físicos importantes, como a resistência elétrica e a lei de Ohm, que nos ajudarão a compreender melhor como ocorre um impulso nervoso.

Corrente elétrica

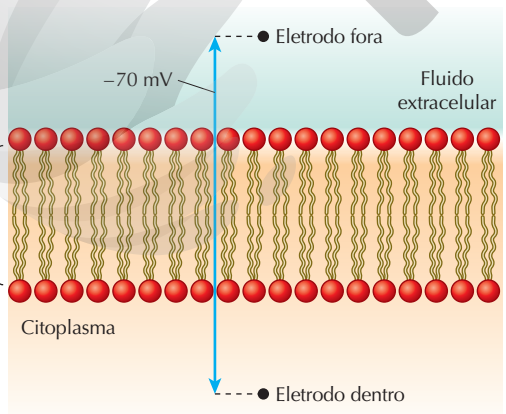


ILUSTRAÇÃO: ADILSON SECCO

Figura 2.2 Representação esquemática da bicamada fosfolipídica da membrana plasmática, mostrando que há uma diferença de potencial entre as faces da membrana de uma célula denominada potencial da membrana.

É possível usar o exemplo de um fio condutor para entender o conceito de corrente elétrica de modo específico. Os condutores elétricos possuem elétrons livres em sua composição e na ausência de um campo elétrico resultante, esses elétrons livres têm movimento aleatório, sem direção e sentido determinados. Quando um fio condutor é submetido a uma diferença de potencial, os elétrons livres adquirem um movimento no sentido da região de maior potencial elétrico. É esse deslocamento ordenado e em conjunto de elétrons em um fio condutor que define a corrente elétrica.

Vamos imaginar dois eletrodos, um colocado fora e outro dentro de uma célula viva atravessando a membrana plasmática. (**Fig. 2.2**). Ao fazer isso, é possível medir a diferença de potencial elétrico, ou voltagem, entre os eletrodos. Essa diferença de potencial elétrico é chamada potencial da membrana.

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

MODERNA

Intensidade da corrente elétrica

Suponha uma intersecção entre uma superfície imaginária e um fio condutor, conforme apresentado na **Figura 2.3**; essa intersecção é chamada de secção transversal. Define-se a **intensidade da corrente elétrica** (i) como a razão entre o módulo da quantidade de carga q que atravessa certa secção transversal do condutor em um intervalo de tempo Δt.

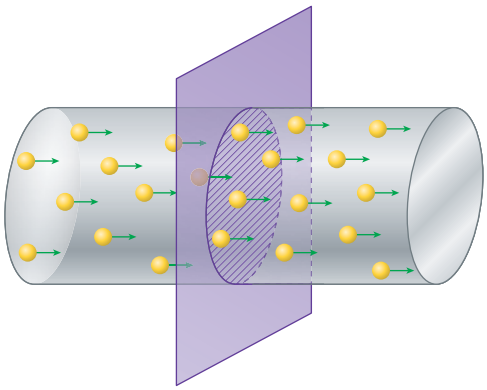


Figura 2.3 A intensidade da corrente é determinada pela quantidade de carga que atravessa uma secção transversal do fio.

Matematicamente, temos:

$$i = \frac{q}{\Delta t}$$

De acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida de intensidade de corrente elétrica é o ampere (A), em homenagem ao físico francês André-Marie Ampere (1775-1836). É comum apresentar a quantidade de amperes em seus múltiplos, como miliamperes (10^{-3} A ou mA) e microamperes (10^{-6} A ou μA).

Assim, por exemplo, se por uma secção transversal de um fio de um aparelho carregador de celular atravessarem 2 C em um intervalo de tempo de 10 s, a intensidade da corrente elétrica será de:

$$i = \frac{q}{\Delta t} \Rightarrow i = \frac{2\,\text{C}}{10\,\text{s}} \therefore i = 0{,}2\,\text{A}$$

O entendimento de que a corrente elétrica é o fluxo ordenado de cargas elétricas negativas ou positivas levou a comunidade científica a estabelecer uma convenção quanto ao sentido da corrente. Dessa forma, denomina-se **corrente elétrica convencional** a corrente cujo sentido é representado pelo movimento de cargas elétricas hipoteticamente positivas do polo positivo para o negativo (**Fig. 2.4**).

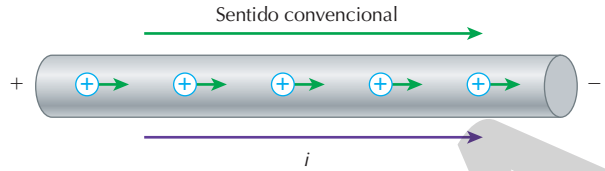


Figura 2.4 O sentido da corrente elétrica convencional é oposto ao sentido real do fluxo de elétrons em um fio condutor.

Efeitos da corrente elétrica

Os neurônios são muito sensíveis às correntes elétricas e seu funcionamento pode ser fortemente afetado mesmo por correntes relativamente fracas. Por isso, os choques elétricos podem ser bastante perigosos, em decorrência da intensidade da corrente que passa pelo corpo e por onde ela passa.

Dependendo da intensidade da corrente, os efeitos do choque elétrico podem ser muito diferentes: o corpo humano pode ter desde um leve incômodo até queimaduras e parada cardíaca. A **Tabela 1.1** apresenta alguns prováveis efeitos da corrente elétrica no corpo humano de acordo com a intensidade de corrente ao qual é submetido.

O choque elétrico varia de acordo com o caminho percorrido pela corrente elétrica no corpo. Por isso, o efeito do choque é diferente quando a corrente passa pela região do coração e quando passa pela região entre a mão e o pé, por exemplo. Outros fatores, como a umidade do ar e o estado de saúde da pessoa, também interferem em como o corpo reage ao choque elétrico.

Tabela 1.1 Efeitos da corrente elétrica no corpo humano

Corrente elétrica em mA* (60 Hz)	Duração	Efeitos mais graves**
0 a 0,5	qualquer	nenhum
0,5 a 2	qualquer	limiar de percepção
2 a 10	qualquer	dor contração muscular descontrole muscular
10 a 25	minutos	contração muscular dificuldade respiratória aumento da pressão arterial
25 a 50	segundos	paralisia respiratória fibrilação ventricular inconsciência

Continua

A corrente que efetivamente passa pelo nosso corpo depende não só da voltagem, mas também da resistência elétrica oferecida pelos nossos tecidos. Segundo a lei de Ohm, $i = \frac{U}{R}$, ou seja, a corrente resulta de uma voltagem U aplicada a uma resistência R. Como a resistência entre dois pontos do nosso corpo é alta (a da pele da ordem de 100.000 Ω), a corrente que passa durante o choque é relativamente pequena, mas, ainda assim, produz efeitos muito intensos.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

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

MODERNA

Continuação

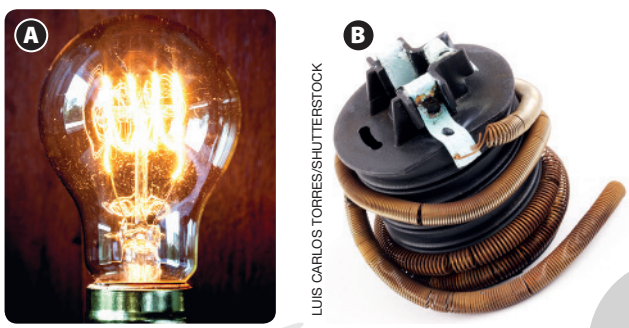
Corrente elétrica em mA* (60 Hz)	Duração	Efeitos mais graves**
50 a 200	mais de um ciclo cardíaco	fibrilação ventricular inconsciência paralisia respiratória marcas visíveis
acima de 200	menos de um ciclo cardíaco	fibrilação ventricular inconsciência marcas visíveis
acima de 200	mais de um ciclo cardíaco	parada cardíaca reversível inconsciência queimaduras

* As faixas de valores para a corrente elétrica são muito aproximadas e devem praticamente ser consideradas ordens de grandeza.
** Grande probabilidade de ocorrência.

Fonte: GREF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. *Física 3:* Eletromagnetismo. São Paulo: Edusp, 2007.

Efeito Joule

Embora o aquecimento de fios elétricos seja indesejado nas linhas de transmissão de corrente elétrica, ele pode ser muito útil em nosso cotidiano, como em aquecedores elétricos, lâmpadas incandescentes (**Fig. 2.5 A**) e chuveiros (**Fig. 2.5 B**).



MRCMOS/SHUTTERSTOCK

LUIS CARLOS TORRES/SHUTTERSTOCK

Figura 2.5 (A) Lâmpadas incandescentes emitem luz graças à passagem de uma corrente elétrica em seu filamento. **(B)** O aquecimento de um chuveiro elétrico é resultado da passagem da corrente por um fio condutor feito, em geral, de uma liga de níquel, cromo e ferro, conhecido popularmente como "resistência elétrica" do chuveiro.

Um efeito da corrente elétrica em todo material, até no corpo humano, é a transformação de parte da energia elétrica em térmica. Todo material pelo qual passa uma corrente elétrica sofre aquecimento.

Suponha um fio de cobre com elétrons livres colocados sob ação de uma diferença de potencial elétrico. A energia dada a esses elétrons, colocando-os em movimento, é dissipada quando eles interagem com os átomos de cobre no fio. Essa interação faz com que os átomos se agitem mais, aumentando a temperatura do fio.

O fenômeno de aquecimento de condutores submetidos à corrente elétrica recebe o nome de **efeito Joule**. Esse efeito é o principal responsável pela dissipação de energia nas redes de transmissão de eletricidade que ligam as usinas a nossas casas.

O efeito Joule também pode ser usado como mecanismo de proteção de redes elétricas, por meio de fusíveis, que têm em seu interior materiais que fundem quando sujeitos a uma corrente elétrica que exceda o limite de segurança.

Resistência elétrica

Materiais condutores oferecem naturalmente uma dificuldade à passagem de corrente elétrica. Os próprios átomos do material condutor por onde passam a corrente opõem-se à passagem dos elétrons livres. O resultado desse efeito é a transformação da energia elétrica em energia térmica, normalmente dissipada no meio em que o condutor está imerso. Um dispositivo que funciona com base nesse princípio é o aquecedor de cartucho (**Fig. 2.6 A**). Ele tem a forma de um tubo fino e é usado geralmente para aquecer internamente outros instrumentos que necessitam de um leve aquecimento para funcionar, incluindo equipamentos de laboratório, industriais e médicos, como as incubadoras neonatais (**Fig. 2.6 B**).

WEHAVEEVERYTHING/SHUTTERSTOCK

Figura 2.6 (A) Aquecedor de cartucho. **(B)** Incubadora neonatal.

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

MODERNA

A dificuldade imposta por um condutor à passagem de corrente elétrica recebe o nome de **resistência elétrica**. O valor da resistência elétrica depende de alguns parâmetros que, por sua vez, ajudam a determinar a intensidade da corrente elétrica.

Foi o físico alemão Georg Simon Ohm (1787-1854) que notou como condutores diferentes regulam a passagem de corrente elétrica de modo distinto. Com base em experiências, Ohm descobriu que a resistência à passagem de corrente elétrica em um condutor depende das seguintes características:

- Comprimento do condutor (L): quanto maior é o comprimento, maior será o caminho a ser percorrido pelos elétrons. Logo, resistência elétrica e comprimento do condutor são diretamente proporcionais.
- Área de secção transversal do condutor (A): quanto maior for essa área, mais fácil será a passagem da corrente elétrica. Assim, resistência elétrica e área da secção transversal do condutor são inversamente proporcionais.
- Material do condutor, representado por sua resistividade elétrica (ρ): dependendo de como os átomos se organizam no condutor, maior será a dificuldade de passagem de corrente elétrica. Resistência elétrica e resistividade do condutor são diretamente proporcionais.

Com base na descrição acima, podemos obter uma expressão algébrica que as relaciona:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

No SI, a unidade de medida da resistência elétrica R é o ohm, cujo símbolo é Ω, e a da resistividade elétrica ρ é o ohm-metro (Ω m). Na **Tabela 1.2** podemos encontrar a resistividade elétrica de alguns materiais.

Tabela 1.2 Resistividade elétrica ρ de alguns materiais

Material	ρ (Ω m) à temperatura de 20 °C
Alumínio	$2{,}8 \cdot 10^{-8}$
Chumbo	$2{,}2 \cdot 10^{-7}$
Cobre	$1{,}7 \cdot 10^{-8}$
Estanho	$1{,}2 \cdot 10^{-7}$
Ferro	$1{,}0 \cdot 10^{-7}$
Mercúrio	$9{,}6 \cdot 10^{-7}$
Níquel	$7{,}8 \cdot 10^{-8}$
Platina	$1{,}1 \cdot 10^{-7}$
Prata	$1{,}6 \cdot 10^{-8}$
Tungstênio	$5{,}6 \cdot 10^{-8}$
Zinco	$6{,}0 \cdot 10^{-8}$
Carbono	$3{,}5 \cdot 10^{-5}$

Fonte: GREF: Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. *Física 3*: Eletromagnetismo. São Paulo: Edusp, 2007.

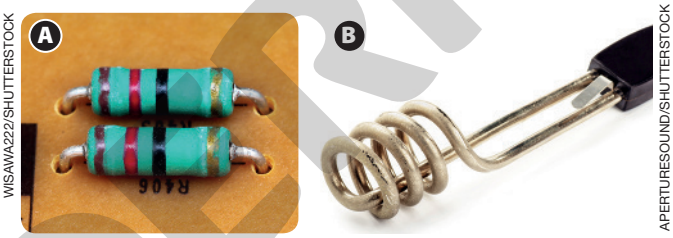
Assim, por exemplo, se considerarmos um fio de cobre de 4,0 m de comprimento e área transversal de 2,0 mm^2 ($A = 2{,}0\ \text{mm}^2 = 2{,}0 \cdot 10^{-6}\ \text{m}^2$), a resistência desse condutor será de:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A} \Rightarrow R = \frac{1{,}7 \cdot 10^{-8}\ \Omega\ \text{m} \cdot 4\ \text{m}}{2 \cdot 10^{-6}\ \text{m}^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = 3{,}4 \cdot 10^{-2}\ \Omega \therefore R = 0{,}034\ \Omega$$

Resistores

A **Figura 2.7** mostra dois condutores, cada um com sua aplicação específica, mas com uma característica em comum: oferecer resistência à passagem de corrente elétrica. Por isso, eles são chamados de resistores, popularmente conhecidos como "resistência" do aparelho. Na **Figura 2.7 A**, vemos resistores de uso geral para equipamentos eletrônicos e, na **Figura 2.7 B**, temos um ebulidor de água que possui internamente um resistor, que funciona controlando a passagem de corrente elétrica. Ao reduzir a corrente elétrica em um circuito, o resistor converte a energia elétrica em energia térmica.



WISAWA222/SHUTTERSTOCK

APERTURESOUND/SHUTTERSTOCK

Figura 2.7 (A) Resistores em um circuito eletrônico. **(B)** Ebulidor de água, usado para aquecer a água. Internamente, esse equipamento possui um resistor que, ao reduzir a corrente elétrica no circuito, converte a energia elétrica em energia térmica.

Lei de Ohm

Como podemos medir a resistência à passagem de corrente elétrica em um condutor? Se afirmamos que um condutor oferece uma resistência maior do que outro, isso significa que precisamos aplicar uma diferença de potencial (U) maior para obter a mesma corrente (i). De forma equivalente, temos que, com a mesma diferença de potencial aplicada, o condutor com maior resistência será percorrido por uma corrente menor. Dessa forma, podemos definir a resistência (R) como:

$$R = \frac{U}{i}$$

sendo que, em um condutor mantido à temperatura fixa, esse valor é constante.

Essa relação foi determinada pelo físico Georg Simon Ohm (1789-1854), e em sua homenagem é conhecida atualmente como **lei de Ohm**.

Assim, por exemplo, se um resistor de 330 Ω é submetido a uma diferença de potencial de 110 V, a intensidade da corrente elétrica que atravessa esse resistor será dada por:

$$R = \frac{U}{i} \Rightarrow i = \frac{U}{R} \Rightarrow i = \frac{110\ \text{V}}{330\ \Omega} \Rightarrow i = \frac{1}{3}\ \text{A}$$

$$\therefore i \simeq 0{,}33\ \text{A}$$

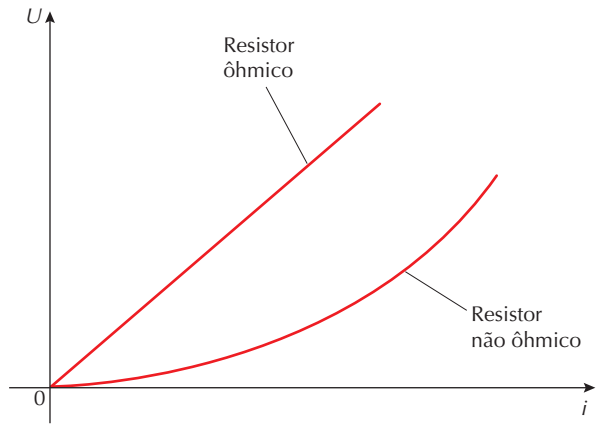
Note que temos a equivalência $1\ \text{V}\ \Omega^{-1} = 1\ \text{A}$.

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

Os resistores que obedecem à lei de Ohm são chamados de **resistores ôhmicos**. Uma maneira de identificar um condutor ôhmico é analisando o seu gráfico de diferença de potencial em função da corrente elétrica, como mostra a **Figura 2.8**. Quando a resistência é constante, isto é, quando temos um resistor ôhmico, a curva característica apresentada pelo gráfico corresponde a uma equação de primeiro grau. E os resistores para os quais a lei de Ohm não é válida são denominados de **resistores não ôhmicos**.

ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 2.8 Gráfico $U \times i$ para resistores ôhmicos e não ôhmicos



A lei de Ohm nos permite avaliar a corrente que passa por nosso corpo quando tomamos um choque elétrico. Embora no corpo humano a resistência varie, podemos, em determinadas condições, medi-la entre dois pontos do corpo. Considere, por exemplo, que a resistência entre as mãos e os pés seja equivalente a 100 kΩ.

Se desejarmos saber, nesse exemplo, qual é a menor ddp para que haja efeito perceptível da passagem da corrente, podemos utilizar a lei de Ohm. Para que ocorra percepção da passagem da corrente, em qualquer intervalo de tempo, estudos apontam que a corrente deve ser maior do que 0,5 mA (**Tabela 1.1**). Portanto, a ddp aplicada deve ser maior do que:

$$U = R \cdot i \Rightarrow U = 100 \cdot 10^3\ \Omega \cdot 0{,}5 \cdot 10^{-3}\ \text{A}$$
$$\therefore U = 50\ \text{V}$$

CLAUDIO SANTISTEBAN/SHUTTERSTOCK

Figura 2.9 Cercas eletrificadas podem atingir até 10.000 V.

Algumas cercas eletrificadas (**Fig. 2.9**) que agem como proteção em algumas propriedades podem atingir até 10.000 V, ou seja, é extremamente perigoso tocar nos seus fios.

Potência elétrica

A quantidade de energia elétrica (E_{el}) que um aparelho recebe e transforma em outro tipo de energia, em um dado intervalo de tempo (Δt), é definida como a **potência elétrica** (P) desse aparelho, que pode ser expressa como:

$$P = \frac{E_{el}}{\Delta t}$$

No SI, a potência é expressa em watt (W).

Essa quantidade de energia elétrica E_{el} é transportada pelas cargas elétricas q de um circuito elétrico, por exemplo. A grandeza E_{el} é proporcional à ddp U entre dois pontos, A e B, o que pode ser representado matematicamente por:

$$E_{el} = q \cdot U$$

Dividindo os dois membros dessa equação por Δt, tem-se:

$$\frac{E_{el}}{\Delta t} = \frac{q}{\Delta t} \cdot U$$

Da definição de intensidade de corrente elétrica, temos $i = \frac{q}{\Delta t}$, então:

$$P = i \cdot U$$

Quando a potência de um aparelho é conhecida, é possível determinar a quantidade de energia por ele consumida ao longo do tempo de uso Δt pela equação:

$$E_{el} = P \cdot \Delta t$$

Uma unidade de medida comumente usada para expressar o consumo de energia é o quilowatt-hora (kWh). No Brasil, essa unidade é utilizada na medida de consumo residencial de energia elétrica. Apesar de o quilowatt-hora ser usado para expressar quantidade de energia elétrica, pode-se escolher o uso de outra unidade de medida de energia, como o joule. A conversão de quilowatt em joule é dada por:

$$1\ \text{kWh} = 1 \cdot 1.000\ \text{W} \cdot 1\ \text{h} = 1.000\ \text{J s}^{-1} \cdot 3.600\ \text{s} =$$
$$= 3.600.000\ \text{J} = 3{,}6 \cdot 10^6\ \text{J}$$

Assim, por exemplo, um chuveiro elétrico que possui as inscrições 3.300 W e 220 V e fica ligado 10 minutos por dia ao longo de um mês ($\Delta t = 10\ \text{min dia}^{-1} \cdot 30\ \text{dias} \Rightarrow \Rightarrow \Delta t = 300\ \text{min} \therefore \Delta t = 5\,\text{h}$) consumirá nesse mês:

$$E_{el} = P \cdot \Delta t$$
$$E_{el} = 3.300\ \text{W} \cdot 5\ \text{h}$$
$$\therefore E_{el} = 16.500\ \text{Wh} = 16{,}5\ \text{kWh}$$

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

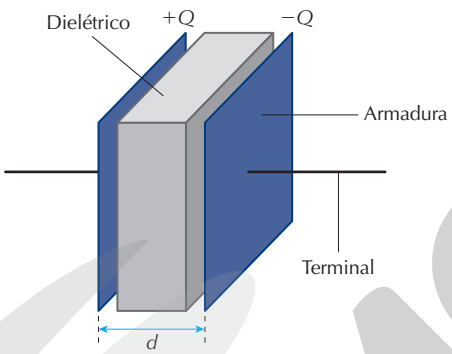
Capacitores

Para melhor entender os processos elétricos que ocorrem na membrana plasmática, podemos fazer uso de uma analogia comparando-a com um **capacitor** (**Fig. 2.10**), dispositivo capaz de armazenar energia elétrica.

CRISTIAN STORTO/SHUTTERSTOCK

Figura 2.10 O capacitor é um dispositivo que armazena energia elétrica.

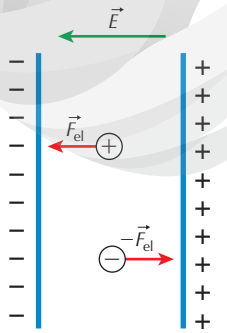
De forma geral, o capacitor é constituído por dois materiais condutores, separados por um material isolante, chamado dielétrico. Quando o capacitor tem duas placas paralelas, ele é denominado capacitor plano. As placas, também chamadas de armaduras (**Fig. 2.11**), podem ser ligadas a um circuito elétrico por meio dos seus correspondentes terminais. Quando cada uma das placas condutoras tem carga elétrica total neutra, dizemos que o capacitor está descarregado.



ADILSON SECCO

Figura 2.11 Capacitor de placas paralelas.

De fato, na célula, encontramos uma estrutura de configuração similar à de um capacitor (**Fig. 2.12**) em que duas soluções condutoras estão separadas por uma delgada camada isolante, a membrana.



ADILSON SECCO

Figura 2.12 Representação esquemática de um capacitor de placas planas paralelas.

No estudo dos capacitores, é comum o uso da grandeza **capacitância** (*C*), que indica a quantidade de cargas elétricas que o capacitor consegue armazenar quando submetido a uma diferença de potencial (*U*). A capacitância pode ser calculada como:

$$C = \frac{Q}{U}$$

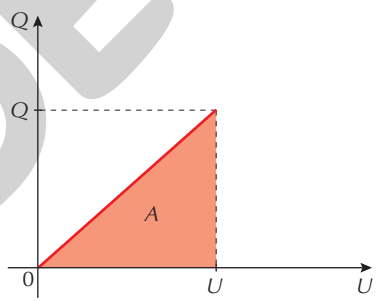
A unidade de medida de capacitância no SI é expressa em farad (F), tal que 1 F corresponde a 1 $C V^{-1}$. Membranas biológicas apresentam capacitâncias da ordem de picofarads $(10^{-12}\ F)$.

Vamos supor, por exemplo, que um íon positivo esteja na membrana celular. Ele ficará sujeito a uma força elétrica cuja direção e cujo sentido serão da parte externa da membrana para a interna, "empurrando" o íon para dentro da célula. Se fosse um íon negativo, a força elétrica atuaria no sentido contrário, "expulsando" o íon da célula.

Energia armazenada por um capacitor

No gráfico apresentado na **Figura 2.13**, temos a variação de carga em um capacitor; por meio dela, é possível determinar a energia do capacitor pelas propriedades geométricas da curva *Q* em função de *U*.

Figura 2.13 Gráfico de *Q* em função de *U* entre as placas de um capacitor



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Uma propriedade importante desse gráfico é que o valor da área (*A*) sob a curva é numericamente igual à quantidade de energia elétrica armazenada ao longo do processo de carga. Dessa forma:

$$E_{el} = \frac{Q \cdot U}{2}$$

A fim de expressar a energia no capacitor em função de sua capacitância, podemos substituir *C* na equação acima, o que nos fornece:

$$E_{el} = \frac{C \cdot U^2}{2}$$

Fique por dentro

Universo elétrico

BODANIS, D. Rio de Janeiro: Record, 2008.

Nesse livro, o autor conta episódios históricos sobre experimentos e descobertas que colocaram a eletricidade em um lugar imprescindível em nossas vidas.

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

MODERNA

Atividades

Registre em seu caderno

1. (Unicamp-SP) Drones vêm sendo utilizados por empresas americanas para monitorar o ambiente subaquático. Esses drones podem substituir mergulhadores, sendo capazes de realizar mergulhos de até cinquenta metros de profundidade e operar por até duas horas e meia.

Considere um drone que utiliza uma bateria com carga total $q = 900$ mAh. Se o drone operar por um intervalo de tempo igual a $\Delta t = 90$ min, a corrente média fornecida pela bateria nesse intervalo de tempo será igual a

a) 10 mA
b) 600 mA
c) 1.350 mA
d) 81.000 mA

2. Um secador de cabelo traz a inscrição 3.175 W – 127 V. Qual é a corrente elétrica que atravessa esse secador quando ligado adequadamente?

3. Uma corrente elétrica de 1 A atravessa um circuito elétrico simples. Qual é a quantidade de elétrons que passa, por segundo, pela secção transversal de um fio condutor desse circuito?

4. Qual é a quantidade de carga armazenada em um capacitor de 8 μF submetido a uma diferença de potencial de 1,5 V?

5. Qual é a quantidade de energia elétrica armazenada em um capacitor de 3,6 μF submetido a uma diferença de potencial de 70 V?

6. Um fio de cobre ($\rho = 1{,}7 \cdot 10^{-8}\ \Omega$ m) de 20 m de comprimento e 10 mm² de área de secção transversal liga um poste de energia elétrica a uma residência. Qual é a potência por ele dissipada quando uma corrente de intensidade 15 A o atravessa?

7. (Unicamp-SP) A figura a seguir mostra como se pode dar um banho de prata em objetos, como por exemplo em talheres. O dispositivo consiste de uma barra de prata e do objeto que se quer banhar imersos em uma solução condutora de eletricidade. Considere que uma corrente de 6,0 A passa pelo circuito e que cada coulomb de carga transporta aproximadamente 1,1 mg de prata.

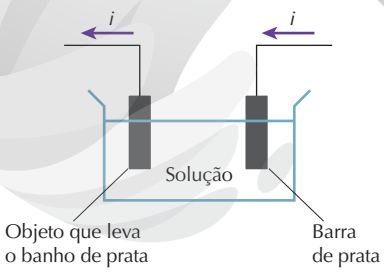


ILUSTRAÇÃO: ADILSON SECCO

a) Calcule a carga que passa nos eletrodos em uma hora.
b) Determine quantos gramas de prata são depositados sobre o objeto da figura em um banho de 20 minutos.

8. Antes de montar um circuito de um aparelho elétrico, uma pessoa resolveu fazer um teste para saber se um de seus resistores é ôhmico. Para isso, fez as medidas de tensão e resistência conforme a tabela a seguir. Após fazer algumas medidas, seu medidor apresentou defeito e a tabela não pôde ser completada.

U (V)	3	6	9	15	18
i (A)	0,1	0,2	i_1	0,5	i_2

Considerando que o resistor seja ôhmico, quais devem ser os valores de i_1 e i_2?

9. (PUC-PR) Fibrilação ventricular é um processo de contração desordenada do coração que leva à falta de circulação sanguínea no corpo, chamada parada cardiorrespiratória. O desfibrilador cardíaco é um equipamento que aplica um pulso de corrente elétrica através do coração para restabelecer o ritmo cardíaco. O equipamento é basicamente um circuito de carga e descarga de um capacitor (ou banco de capacitores). Dependendo das características da emergência, o médico controla a energia elétrica armazenada no capacitor dentro de uma faixa de 5 J a 360 J. Suponha que o gráfico dado mostra a curva de carga de um capacitor de um desfibrilador. O equipamento é ajustado para carregar o capacitor através de uma diferença de potencial de 4 kV. Qual o nível de energia acumulada no capacitor que o médico ajustou?

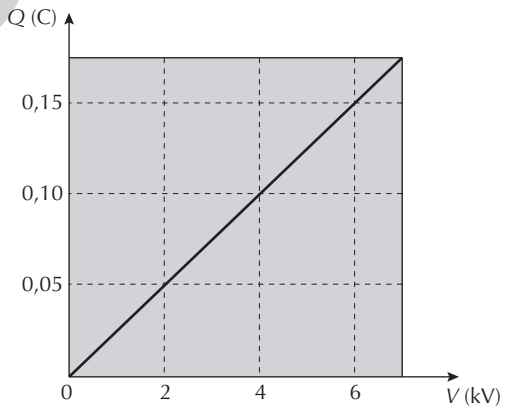


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

a) 100 J
b) 150 J
c) 200 J
d) 300 J
e) 400 J

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

TEMA 3

Sistemas nervoso e sensorial

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6; 8

Habilidades: EM13CNT104; EM13CNT202; EM13CNT207

Um organismo é uma reunião de sistemas intimamente integrados que interagem de forma harmônica e eficiente. Cada sistema contribui para o bom desempenho dos demais e há um equilíbrio dinâmico entre as diferentes funções, de modo a manter, dentro de certos limites, um meio interno relativamente constante, tanto em composição química como em ritmo de atividade. A esse processo de manutenção de um meio interno relativamente constante dá-se o nome de **homeostase** (do grego, *homóis* = igual; *stásis* = permanente). Nos mecanismos homeostáticos do corpo humano, dois sistemas funcionam de modo integrado, coordenando e regulando as funções dos demais sistemas: o nervoso e o endócrino. Esses dois sistemas detectam estímulos externos e internos ao corpo, integram esses estímulos e coordenam respostas apropriadas a eles.

No sistema nervoso, o estímulo é transmitido por células nervosas especializadas até o órgão-alvo, enquanto no sistema endócrino os estímulos são transmitidos até o órgão-alvo por meio de mensageiros químicos, os hormônios, liberados no sangue pelas glândulas endócrinas. Uma das diferenças entre o sistema nervoso e o sistema endócrino é o tempo necessário para que o estímulo atinja o órgão-alvo e ocorra a resposta: enquanto um impulso nervoso pode percorrer o corpo em milésimos de segundo, o hormônio pode levar segundos ou até minutos para realizar essa função.

Neste Tema, estudaremos o sistema nervoso e, associado a ele, o sistema sensorial, que permite que os estímulos provenientes do exterior ou do interior do corpo sejam percebidos.

Fique por dentro

Sinapse química

O vídeo mostra, em forma de animação, a propagação dos impulsos nervosos e a ação dos neurotransmissores nas sinapses.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1r-A9RpbIr8>.

Condução do impulso nervoso

Animação (em inglês) que mostra a entrada e a saída, através da membrana do neurônio, de íons que promovem a despolarização e a condução do impulso nervoso no axônio. É possível inserir legendas em português.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=b2ctEsGEpe0>.

Acessos em: 12 ago. 2020.

Sistema nervoso

O **sistema nervoso** é dividido em **sistema nervoso central** (**SNC**), formado pelo encéfalo e pela medula espinal, e **sistema nervoso periférico** (**SNP**), formado por nervos e gânglios nervosos (**Fig. 3.1**). O SNC recebe, integra e interpreta estímulos que chegam até ele pelo SNP; o SNP, além de conduzir estímulos para o SNC, conduz os estímulos do SNC para as demais partes do corpo.

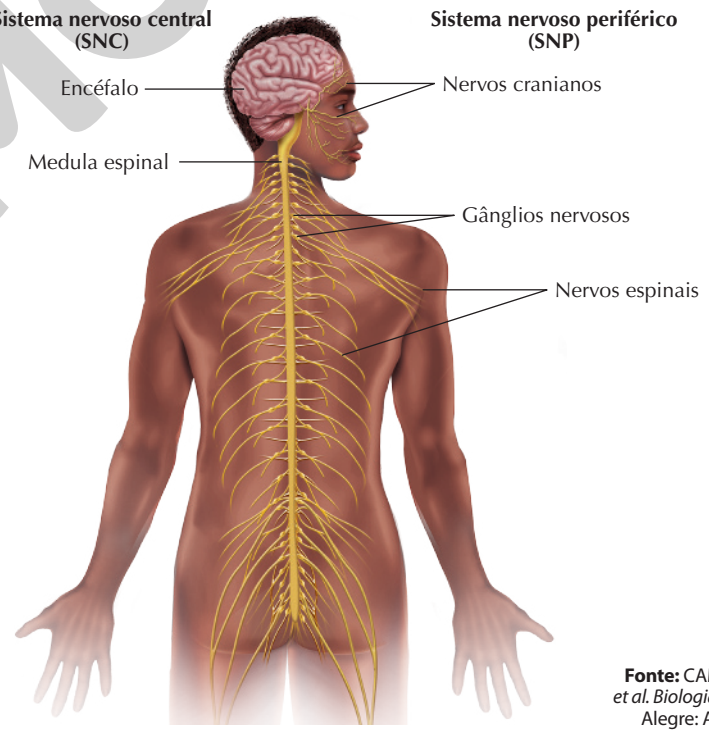


ILUSTRAÇÃO: ERIKA ONODERA

Figura 3.1 Representação esquemática da organização geral do sistema nervoso, mostrando a parte central e a parte periférica. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al. Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

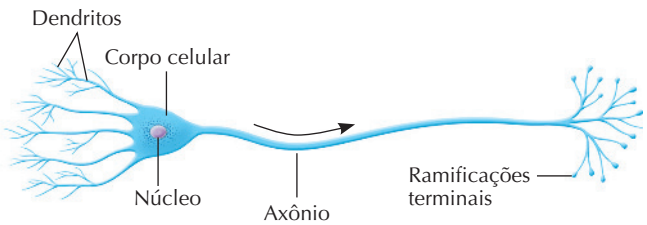
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

As células do sistema nervoso

O sistema nervoso é formado pelo tecido nervoso, cuja substância intercelular é reduzida. Os componentes celulares do tecido nervoso se dividem em: **neurônios**, responsáveis pela recepção e transmissão dos impulsos nervosos; e vários tipos celulares, os **gliócitos**, também chamados de **células da glia** ou **neuróglia**, que têm funções distintas. Entre essas funções estão a sustentação e nutrição dos neurônios e a defesa e regeneração do tecido nervoso. Os neurônios correspondem a apenas cerca de 10% das células do tecido nervoso, sendo o restante correspondente a células da glia.

Os neurônios apresentam três regiões: **corpo celular**, onde fica o núcleo e a maioria das organelas celulares; **dendritos**, projeções finas e ramificadas que recebem os estímulos e os transmitem ao corpo celular; **axônio**, longa extensão da célula com ramificações em sua extremidade, que conduz o impulso nervoso para outras células (**Fig. 3.2**). Os neurônios recebem as informações pelos dendritos ou pelo corpo celular e as transmitem pelo axônio.



Fonte: JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koongan, 2008.

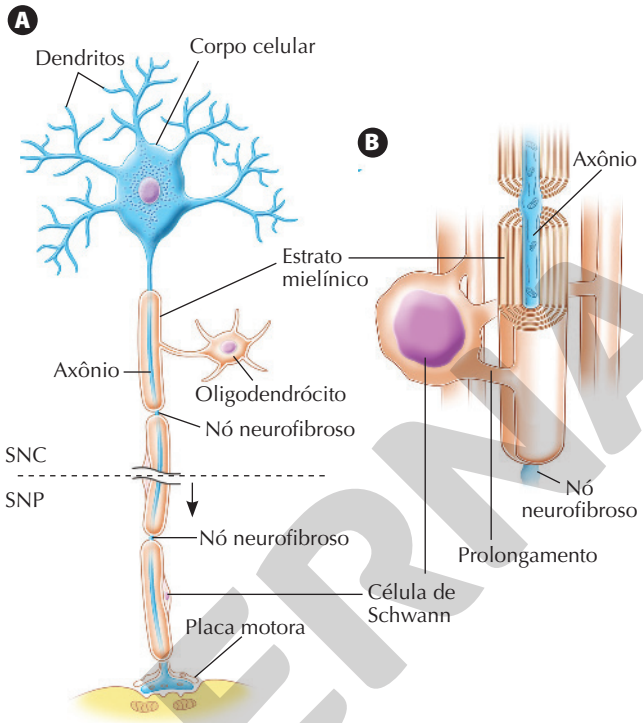
Figura 3.2 Representação esquemática de neurônio mostrando suas regiões e características gerais. A seta preta indica o sentido e a direção dos impulsos nervosos. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Os neurônios podem ser classificados, de acordo com sua função, em: **motores**, que atuam sobre órgãos efetores, como músculos e glândulas; **sensoriais**, que recebem estímulos sensoriais do ambiente ou do próprio corpo; e **interneurônios**, que estabelecem conexões entre outros neurônios, originando circuitos complexos. Apenas o SNC apresenta interneurônios.

Fibras nervosas, nervos e gânglios

Todos os axônios são envoltos por dobras de dois tipos de células da glia: os **oligodendrócitos** (no SNC) e as **células de Schwann** (no SNP). O conjunto formado por um ou mais axônios e dobras envoltórias é chamado **neurofibra** ou **fibra nervosa**.

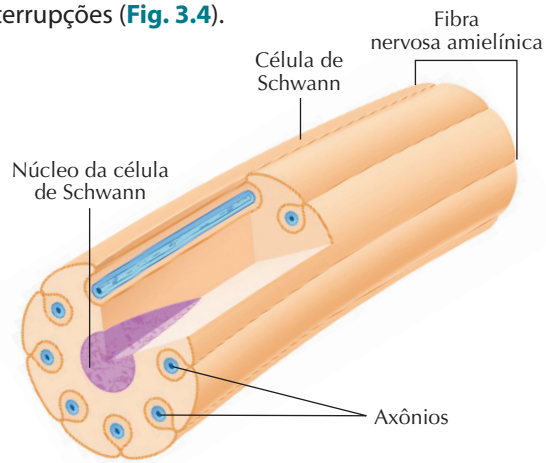
A célula envoltória pode formar várias dobras enroladas em espiral no axônio. O conjunto dessas dobras origina o **estrato mielínico** (ou **bainha de mielina**), que ocorre em axônios de maior diâmetro. Quanto maior for o diâmetro do axônio, mais espesso será o estrato mielínico e mais rápida será a transmissão do impulso nervoso. O estrato mielínico não é contínuo, sendo interrompido pelos **nós neurofibrosos** (ou **nodos de Ranvier**). Os axônios que apresentam estrato mielínico são chamados **fibras nervosas mielínicas** (**Fig. 3.3**).



Fonte: JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koongan, 2008.

Figura 3.3 (**A**) Representação esquemática de um neurônio motor com trechos de seu axônio. (**B**) Representação esquemática de um detalhe de fibras nervosas mielínicas, com parte do estrato mielínico em corte. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Axônios de menor diâmetro são envoltos por uma só dobra da célula envoltória e o conjunto forma a **fibra nervosa amielínica**. Nesta, as células envoltórias unem-se envolvendo vários axônios em uma estrutura contínua, sem interrupções (**Fig. 3.4**).



Fonte: JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koongan, 2008.

Figura 3.4 Representação esquemática de uma fibra nervosa amielínica parcialmente em corte, mostrando as estruturas que a compõem. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: ANGELO SHUMAN

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

MODERNA

Grupos de fibras nervosas formam os **nervos**, que são envoltos por tecido conjuntivo, em que há vasos sanguíneos. Os nervos formados apenas por fibras nervosas que levam informações do ambiente e do interior do próprio corpo para os centros nervosos são chamados **sensitivos**. Os nervos formados apenas por fibras nervosas que levam impulsos dos centros nervosos para órgãos efetores são chamados **motores**. Há, ainda, nervos que apresentam tanto fibras sensoriais como motoras, chamados **mistos**.

Os **gânglios** correspondem a conjuntos dos corpos celulares dos neurônios (**Fig. 3.5**).

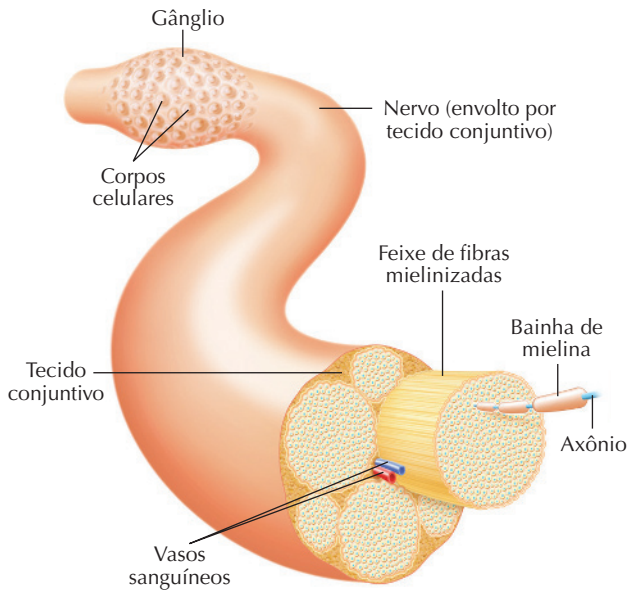


ILUSTRAÇÃO: ANGELO SHUMAN

Fonte: SOLOMON, E. P.; BERG, L. R.; MARTIN, D. W. *Biology*. 5. ed. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1999.

Figura 3.5 Representação esquemática da organização de um nervo e de um gânglio nervoso. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Substâncias branca e cinzenta

Em análises macroscópicas de cortes transversais em órgãos do SNC, é possível diferenciar duas regiões denominadas **substância branca** e **substância cinzenta**. Na substância cinzenta, há concentração dos corpos celulares dos neurônios, enquanto na branca se concentram as fibras nervosas mielínicas. No encéfalo, com exceção do bulbo, a substância cinzenta localiza-se na região periférica e a branca, na parte mais interna. O contrário ocorre no bulbo e na medula espinal. A substância cinzenta é a região em que ocorre a integração das informações; na substância branca há a condução dessas informações.

Sistema nervoso central

Como vimos, o SNC é formado pelo encéfalo e pela medula espinal. A **medula espinal** tem duas funções básicas: transportar informações do corpo para o encéfalo e do encéfalo para o corpo e integrar respostas simples a certos tipos de estímulo. O **encéfalo** é composto de quatro regiões: tronco encefálico, cerebelo, diencéfalo e cérebro (**Fig. 3.6**).

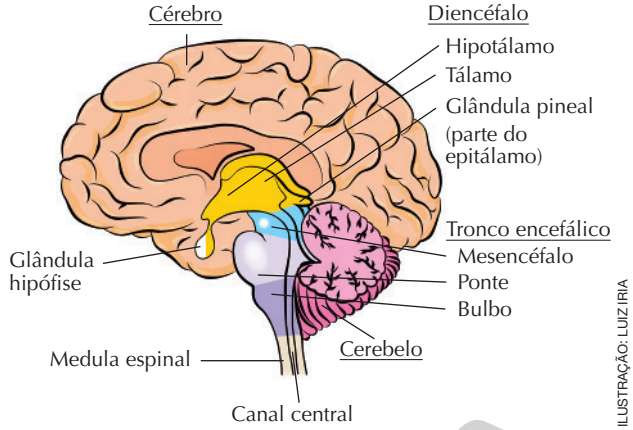


ILUSTRAÇÃO: LUIZ IRIA

Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al. Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

Figura 3.6 Representação esquemática do encéfalo em vista lateral. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

O **tronco encefálico** é formado pelo mesencéfalo, pela ponte e pelo bulbo ou medula oblonga. Na **ponte**, ocorre o cruzamento das vias motoras que vão da **medula** para o cérebro. O **bulbo** controla a respiração e aspectos da digestão, determina alterações nos batimentos cardíacos e atua nos reflexos de deglutição, soluço, tosse, espirro e vômito. O **mesencéfalo** participa do movimento dos olhos e de alguns reflexos, como a dilatação e diminuição das pupilas (em ambiente com pouca e muita luz, respectivamente), mas não é o centro da visão.

O **cerebelo** participa da coordenação das funções motoras que exigem grande precisão e rapidez, como é o caso da locomoção. Exerce o controle do equilíbrio corporal, do tônus e do vigor muscular.

O **diencéfalo** compreende o tálamo, o hipotálamo e o epitálamo. O **tálamo** recebe estímulos do cérebro que regulam as emoções, e é principalmente a partir dele que as informações sensoriais e motoras passam para o cérebro. O **hipotálamo** é o principal centro de controle homeostático do corpo, regulando a temperatura corporal, o balanço hídrico e o apetite, bem como a atividade de vários órgãos viscerais; ele produz hormônios que são liberados pela hipófise (glândula endócrina) ou que agem sobre ela. O **epitálamo** produz o líquido cerebrospinal e dá origem à glândula pineal, que produz a melatonina, um hormônio que estimula o sono.

O **cérebro** é a parte mais volumosa e desenvolvida do encéfalo e está relacionado principalmente com a memória, a inteligência e o processamento da visão, da audição, do olfato, do paladar e da fonação. Apresenta dois hemisférios, o direito e o esquerdo, sendo que o lado direito recebe e coordena informações do lado esquerdo do corpo, e vice-versa. A região superficial do cérebro é o córtex, formado por substância cinzenta e que tem área muito ampliada em função dos giros e sulcos. O hemisfério direito está associado principalmente à criatividade e o esquerdo, às habilidades analíticas.

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

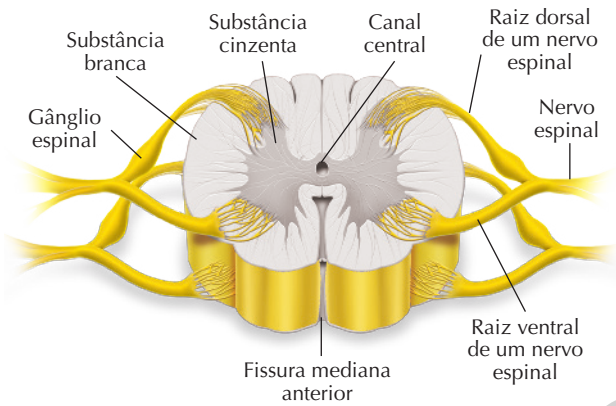
EM MODERNA

Sistema nervoso periférico

No **SNP**, há 12 pares de nervos que se relacionam com o encéfalo, chamados **cranianos**, e 31 pares de nervos que se relacionam com a medula, chamados **espinais** (ou **raquidianos**).

Os nervos cranianos podem ser sensitivos, motores ou mistos. Relacionam-se principalmente com os órgãos sensoriais, os músculos esqueléticos da face, o músculo cardíaco e a musculatura lisa de alguns órgãos, como estômago, intestino, faringe, laringe e traqueia.

Os nervos espinais são todos mistos e estão relacionados aos músculos esqueléticos, ao coração, à musculatura das vísceras e às glândulas. Cada um deles tem uma **raiz sensitiva** (ou dorsal) e uma **raiz motora** (ou ventral), que saem lateralmente da medula e logo se unem formando um nervo misto. A raiz dorsal apresenta gânglios nervosos próximo à medula (**Fig. 3.7**).



Fonte: RAVEN, P. *et al. Biology*. 9. ed. Pennsylvania: McGraw-Hill Education, 2008.

Figura 3.7 Representação esquemática de um segmento da medula espinal e dos nervos espinais. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Em termos funcionais, o SNP apresenta uma **divisão sensorial**, com neurônios sensoriais, e uma **divisão motora,** com neurônios motores.

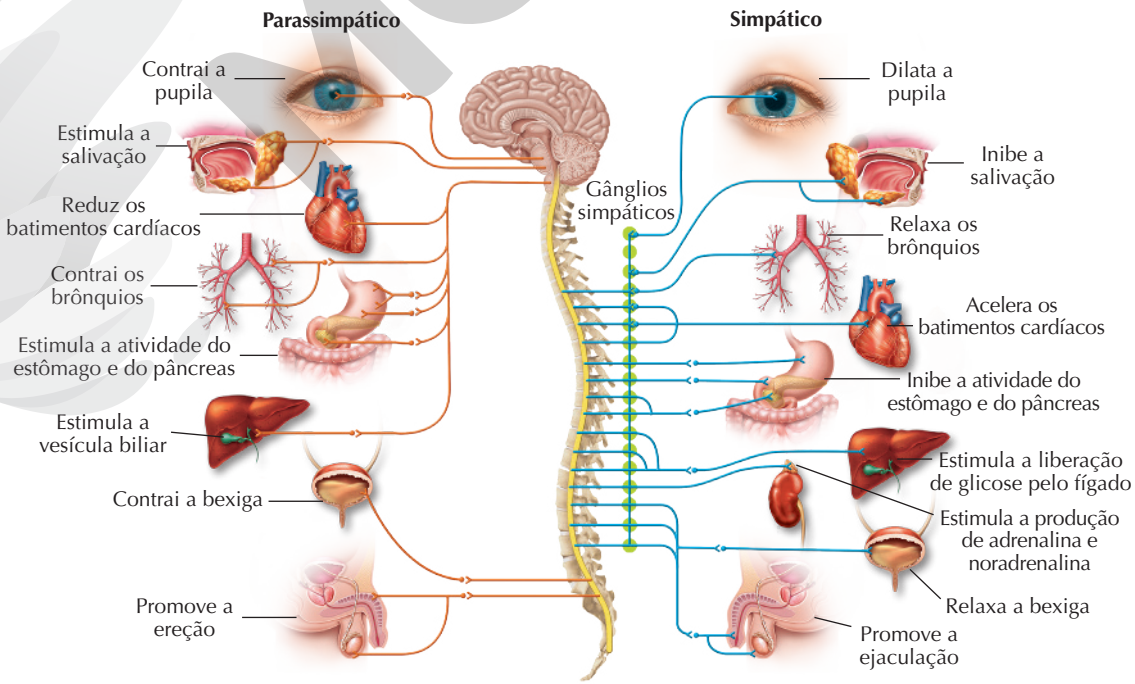
A **divisão motora** está dividida em:

- **SNP somático**: os neurônios encaminham mensagens do SNC aos músculos esqueléticos. Nesse caso, a resposta é voluntária, ou seja, depende de nossa vontade;
- **SNP autônomo** ou **visceral**: os neurônios encaminham mensagens do SNC aos músculos não estriados e estriado cardíaco e ao sistema endócrino. Nesse caso, a resposta é involuntária, ou seja, independe de nossa vontade.

O SNP autônomo apresenta duas subdivisões: o sistema nervoso autônomo **simpático** e o sistema nervoso autônomo **parassimpático** (**Fig. 3.8**). Eles têm efeitos opostos, de modo que mantêm a homeostase do organismo. A atividade simpática prepara o corpo para a ação, seja de defesa, seja de ataque. É possível percebê-la em situações emocionais ou de emergência. Já a atividade parassimpática está relacionada à recuperação, à conservação e ao repouso dos órgãos vitais.

Atos voluntários e atos reflexos

Os atos voluntários são elaborados no cérebro. Do cérebro, a ordem motora passa para a medula e, em seguida, para os nervos espinais, até chegar a um órgão-alvo, determinando sua reação. Os atos reflexos são involuntários e realizados antes que o cérebro o perceba. Um exemplo bem conhecido é o reflexo patelar, que acontece quando há um leve toque no joelho, fazendo a perna levantar involuntariamente.



Fonte: TORTORA, G. J.; GRABOWSKI, S. R. *Corpo humano*: fundamentos de Anatomia e Fisiologia. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

Figura 3.8 Representação esquemática das principais vias simpáticas e parassimpáticas. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: ERIKA ONODERA
ILUSTRAÇÃO DOS BRÔNQUIOS: NELSON MATSUDA

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

O toque estimula fibras sensitivas de um nervo espinal, que transmite o estímulo até a substância cinzenta da medula. Nessa região, o estímulo é transformado em ordem motora, transmitida aos músculos pela fibra motora do mesmo nervo. O trajeto percorrido pelo impulso nervoso forma o **arco reflexo** (**Fig. 3.9**).

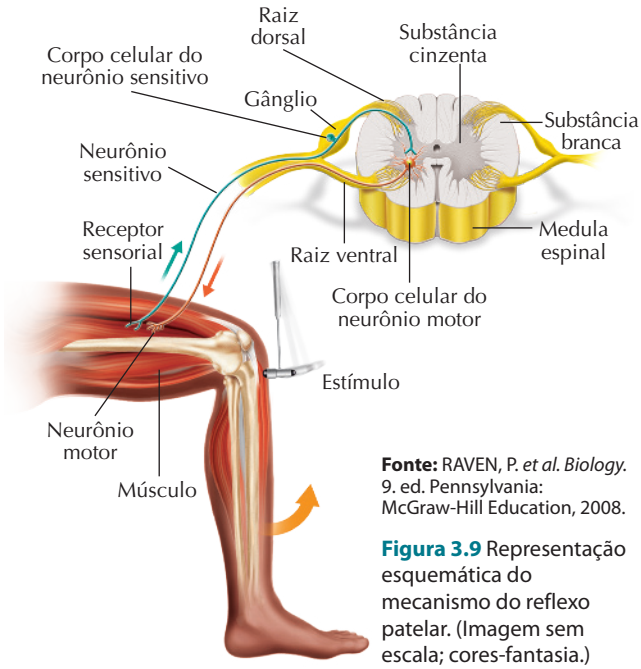


ILUSTRAÇÃO: ERIKA ONODERA

Fonte: RAVEN, P. *et al. Biology*. 9. ed. Pennsylvania: McGraw-Hill Education, 2008.

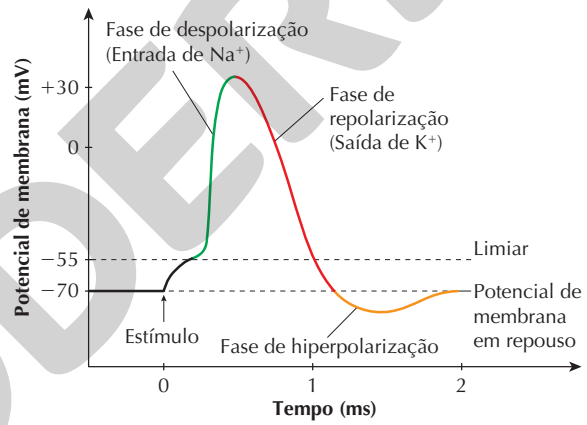
Figura 3.9 Representação esquemática do mecanismo do reflexo patelar. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Impulso nervoso e sua transmissão

A membrana do neurônio em repouso apresenta carga elétrica positiva do lado externo (voltada para fora da célula) e carga negativa do lado interno (em contato com o citoplasma). Dizemos, por esse motivo, que o neurônio está polarizado. Isso ocorre em função da ação da bomba de sódio e potássio, um processo ativo de transporte através da membrana em que, para cada três íons sódio que são transportados para fora da célula, dois íons potássio são transportados para dentro. Essa diferença de carga elétrica gera um **potencial de repouso**, que é sempre o mesmo em cada célula. Ao receber um estímulo, a membrana torna-se mais permeável ao sódio, que entra passivamente na célula atravessando os canais de sódio que se abrem nesse momento. Com isso, há inversão das cargas ao redor da membrana. Se esse estímulo for capaz de desencadear alterações na membrana que possam ser transmitidas ao longo do neurônio, dizemos que ele gerou um **potencial de ação** ou **impulso nervoso**. O estímulo de menor intensidade capaz de desencadear o potencial de ação é chamado **estímulo limiar**. Esse estímulo e outros mais intensos desencadeiam a mesma resposta do neurônio. Não existe variação de intensidade de um impulso nervoso em função do aumento do estímulo, por isso dizemos que o neurônio obedece à regra do "**tudo ou nada**". Essa mesma regra também é válida para as células musculares. Sendo assim, a intensidade das sensações depende do número de neurônios despolarizados e da frequência de impulsos recebidos. Além disso, durante um breve período de tempo após o início do potencial de ação, as células ficam refratárias a um novo potencial de ação, o que impede que um estímulo no mesmo local seja desencadeado logo em seguida.

O potencial de repouso e o de ação são medidos em milivolts (mV). O potencial de repouso é negativo, indicando que o lado interno da membrana é negativo em relação ao externo. Com o estímulo limiar, a entrada de íons sódio (Na^+) vai alterando esse valor, que passa a ser positivo, até chegar a um valor máximo, a partir do qual começa a repolarizacão da membrana plasmática. Essa repolarização acontece com o fechamento dos canais de íons sódio e a abertura dos canais de íons potássio (K^+), que saem passivamente do axônio, e então os valores do potencial de membrana começam a se alterar, voltando a valores negativos. Há uma fase de hiperpolarização em que o valor fica mais negativo do que o potencial de repouso, e só depois os canais de íons potássio se fecham e se restabelece a distribuição inicial de íons sódio e potássio nos dois lados da membrana (**Fig. 3.10**).

Figura 3.10 Potencial de ação



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Fonte: TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. *Princípios de Anatomia e Fisiologia*. 14. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

Nas fibras **não mielinizadas**, o impulso nervoso é conduzido como uma onda contínua de alterações da polaridade de membrana. Já nas fibras **mielinizadas**, essas alterações nas membranas ocorrem apenas nos nós neurofibrosos, pois o estrato mielínico funciona como um isolante que impede a propagação do impulso. Devido a esse salto de um nó neurofibroso para outro, o processo é denominado condução saltatória, mais veloz que a condução contínua verificada nas fibras não mielinizadas.

Sinapses

Os neurônios conectam-se entre si e com células efetoras de outros órgãos por um tipo especial de junção, denominada **sinapse**. O tipo mais comum de sinapse é a química, em que a membrana de um neurônio pré-sináptico fica separada da membrana da célula pós-sináptica por um espaço pequeno, de cerca de 20 nm, chamado **fenda sináptica**. A comunicação entre o neurônio e as células pós-sinápticas é feita por **neurotransmissores**, que são substâncias mensageiras.

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

EDMODERNA

A chegada do impulso nervoso à porção terminal do axônio pré-sináptico provoca a liberação dos neurotransmissores na fenda sináptica (**Fig. 3.11**). Os neurotransmissores se ligam a receptores presentes na membrana das células pós-sinápticas e determinam a abertura de canais iônicos, que vão permitir a passagem de íons nas células pós-sinápticas. Logo em seguida, os neurotransmissores são removidos da fenda sináptica por vários mecanismos e seus efeitos cessam.

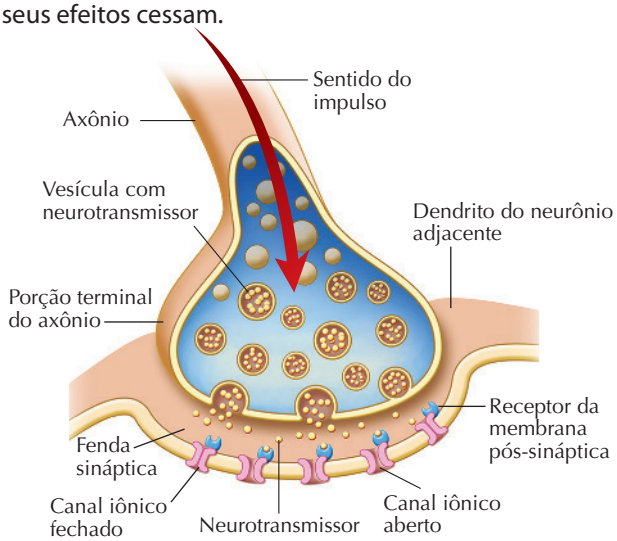


ILUSTRAÇÃO: ANGELO SHUMAN

Fonte: MILLER, K. R.; LEVINE, J. S. *Biology*. 3. ed. New Jersey: Pearson Educations, Prentice Hall, 2010.

Figura 3.11 Representação esquemática de uma sinapse química. (Imagem sem escala, cores-fantasia.)

Dependendo do efeito causado na membrana pós-sináptica, os neurotransmissores podem ser considerados excitatórios ou inibitórios. **Neurotransmissores excitatórios** desencadeiam a despolarização da membrana pós-sináptica, dando continuidade à condução do estímulo nervoso. Já os **neurotransmissores inibitórios** promovem a hiperpolarização da membrana pós-sináptica, impedindo a passagem do impulso.

Um neurônio ou célula efetora pode receber informações de várias sinapses, sendo que algumas dessas informações são excitatórias, e outras, inibitórias. O impulso nervoso só prossegue quando a quantidade de neurotransmissores excitatórios é suficiente para desencadear o potencial de ação.

Os neurotransmissores são específicos do receptor ao qual se ligam. Eles provocam uma resposta específica nas células pós-sinápticas, que pode ser excitatória ou inibitória, dependendo da célula. Isso ocorre porque há tipos diferentes de receptores em células de localidades diferentes do corpo. Por exemplo, a acetilcolina é um neurotransmissor que funciona como excitatório no músculo esquelético, o que promove a contração desse músculo. Em contrapartida, ela age como inibidor na musculatura cardíaca, o que reduz os batimentos do coração.

Existem vários tipos de neurotransmissor. Alguns deles são apresentados na **Tabela 1**.

Tabela 1 Efeitos e principais funções de alguns neurotransmissores

Neurotransmissor	Principal local de atuação	Efeito	Principais funções
Acetilcolina	SNP	Excitatório ou inibitório	Modula a dor, regula a atenção, o humor e o sono.
Noradrenalina (norepinefrina)	SNC e SNP	Excitatório	Prepara o corpo para a ação. Relaciona-se ao estado de vigília e de atenção.
Glutamato	SNC	Excitatório	Participa na formação da memória de longo prazo.
GABA	SNC	Inibitório	Tem ação tranquilizante e controla a ansiedade.
Dopamina	SNC	Excitatório e inibitório	Está associado a emoções, motivação e recompensa.
Serotonina	SNC	Excitatório e inibitório	Regula o humor, a emoção, o sono e a temperatura corpórea.
Endorfina	SNC	Inibitório	Analgésico natural do corpo, melhora a memória e a aprendizagem e promove sensações de prazer e euforia.

Fontes: REECE, J. B *et al.* *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. ANSIEDADE (serotonina e GABA). *Revista de Psicofisiologia*, n. 1, v. 1, 1997. Disponível em: <http://labs.icb.ufmg.br/lpf/revista/revista1/volume1_loucura/cap5.htm>. Acesso em: 12 ago. 2020.

:: Sistema sensorial

O sistema sensorial é formado por neurônios ou células epiteliais modificadas que funcionam como receptores sensoriais, estruturas especializadas na percepção de estímulos provenientes do ambiente e do próprio corpo.

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

MODERNA

Os receptores sensoriais podem estar distribuídos em várias partes do corpo ou concentrados em órgãos sensoriais mais complexos, responsáveis por paladar, olfato, visão, audição e equilíbrio. São classificados de acordo com os estímulos que detectam:

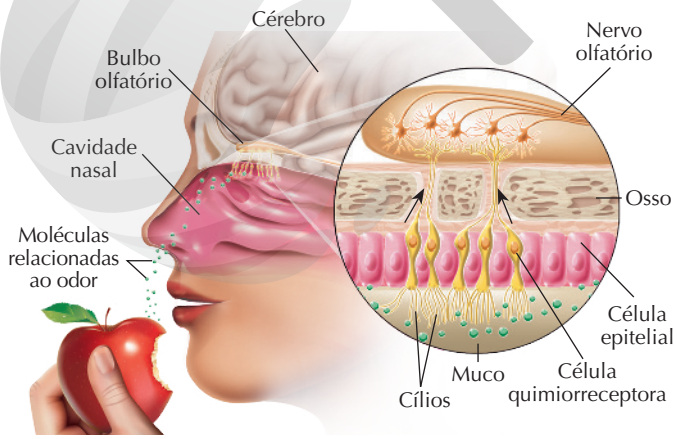
- **mecanorreceptores:** detectam estímulos mecânicos. Participam dos sentidos do tato, da propriocepção (percepção da postura corporal), do equilíbrio e da audição;
- **termorreceptores:** detectam variações de temperatura. Localizam-se, por exemplo, na pele;
- **receptores de dor**: são terminações nervosas livres e estão presentes em praticamente todos os órgãos do corpo, exceto no encéfalo;
- **quimiorreceptores**: detectam substâncias dissolvidas e participam, por exemplo, dos sentidos do paladar e do olfato;
- **fotorreceptores:** são células capazes de perceber a luz. Localizadas no olho, elas têm pigmentos que se alteram na presença de luz. Em geral, essa alteração é uma decomposição (descoloração) que desencadeia um impulso nervoso.

Paladar e olfato

Na língua humana existem receptores gustativos que são quimiorreceptores. Eles nos permitem distinguir os cinco tipos de gosto considerados primários: salgado, doce, amargo, azedo e umami (sabor de carne). Outros sabores são combinações desses gostos primários.

O paladar é muito influenciado pelo olfato. Por isso, não conseguimos perceber bem o sabor dos alimentos quando estamos resfriados, situação em que o olfato fica prejudicado.

O olfato se deve a quimiorreceptores que formam o epitélio olfatório no teto das cavidades nasais. Moléculas presentes no ar, ao penetrarem nas cavidades nasais, entram em contato com o muco dessa região, dissolvendo-se nele. Essas moléculas são percebidas pelos cílios de neurônios sensoriais que se projetam na cavidade nasal. Esses neurônios possuem axônios que conduzem o estímulo diretamente para o nervo olfatório (**Fig. 3.12**).



Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al. Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

Figura 3.12 Representação esquemática de corte mediano da cabeça mostrando as estruturas envolvidas no sentido do olfato. (Imagem sem escalas; cores-fantasia.)

Visão

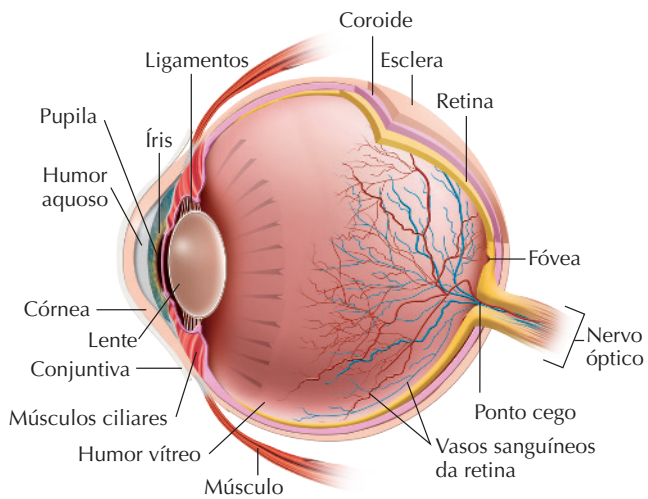
No olho humano, há uma membrana externa chamada **conjuntiva**. Sob ela, há uma camada esbranquiçada, a **esclera** (o branco dos olhos), e uma camada mais interna, fina, pigmentada e vascularizada, a **coroide**. Na porção anterior do olho, a esclera se torna transparente, formando a **córnea**, que permite a penetração de luz no olho e que age como uma lente fixa. A porção anterior da coroide forma a **íris**, que é a parte colorida cuja movimentação regula a quantidade de luz que penetra no olho através da **pupila**, um orifício no centro da íris. A íris aumenta e diminui a pupila, respectivamente, quando a luz diminui e aumenta de intensidade.

Ao atravessar a pupila, a luz entra em contato com a lente (cristalino), estrutura transparente formada por proteína elástica, que focaliza a imagem na retina, alterando sua forma por meio da ação de **músculos ciliares**: quando um objeto está longe, a lente se torna mais plana e, quando está perto, fica mais arredondada. Esse processo se chama acomodação visual. Entre a córnea e a lente existe um líquido chamado **humor aquoso**. A falta ou a deficiência na produção desse líquido causa o glaucoma, que pode levar à cegueira.

Atrás da lente existe o **humor vítreo**, que ocupa grande parte do volume do globo ocular. O humor aquoso e o vítreo atuam como lentes líquidas e mantêm a forma do globo ocular.

Na retina ficam as células fotorreceptoras, que são os **cones** e os **bastonetes**. Os cones são estimulados pela luz mais intensa e relacionam-se com a visão de cores, além de propiciar grande acuidade visual. Eles concentram-se na **fóvea,** que corresponde ao centro do campo visual. Os bastonetes permitem ver tonalidades de cinza em luz menos intensa e são encontrados em grande número na periferia da retina.

As informações dessas células saem do olho pelo disco óptico, onde o nervo óptico se une ao olho. Nessa região não há fotorreceptores, formando-se assim um ponto cego na retina (**Fig. 3.13**). Os nervos ópticos transmitem as informações dos olhos para o córtex cerebral, onde a imagem é processada.



ILUSTRAÇÕES: ERIKA ONODERA
ILUSTRAÇÃO DA MAÇÃ: NELSON MATSUDA

Fonte: SOLOMON E. P.; BERG, L .R.; MARTIN, D. W. *Biology.* 5. ed. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1999.

Figura 3.13 Representação esquemática da estrutura do olho vista em corte mediano. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

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

COPIA

Audição e equilíbrio

A estrutura responsável pela percepção de sons e pelo equilíbrio é a **orelha**, formada por três regiões:

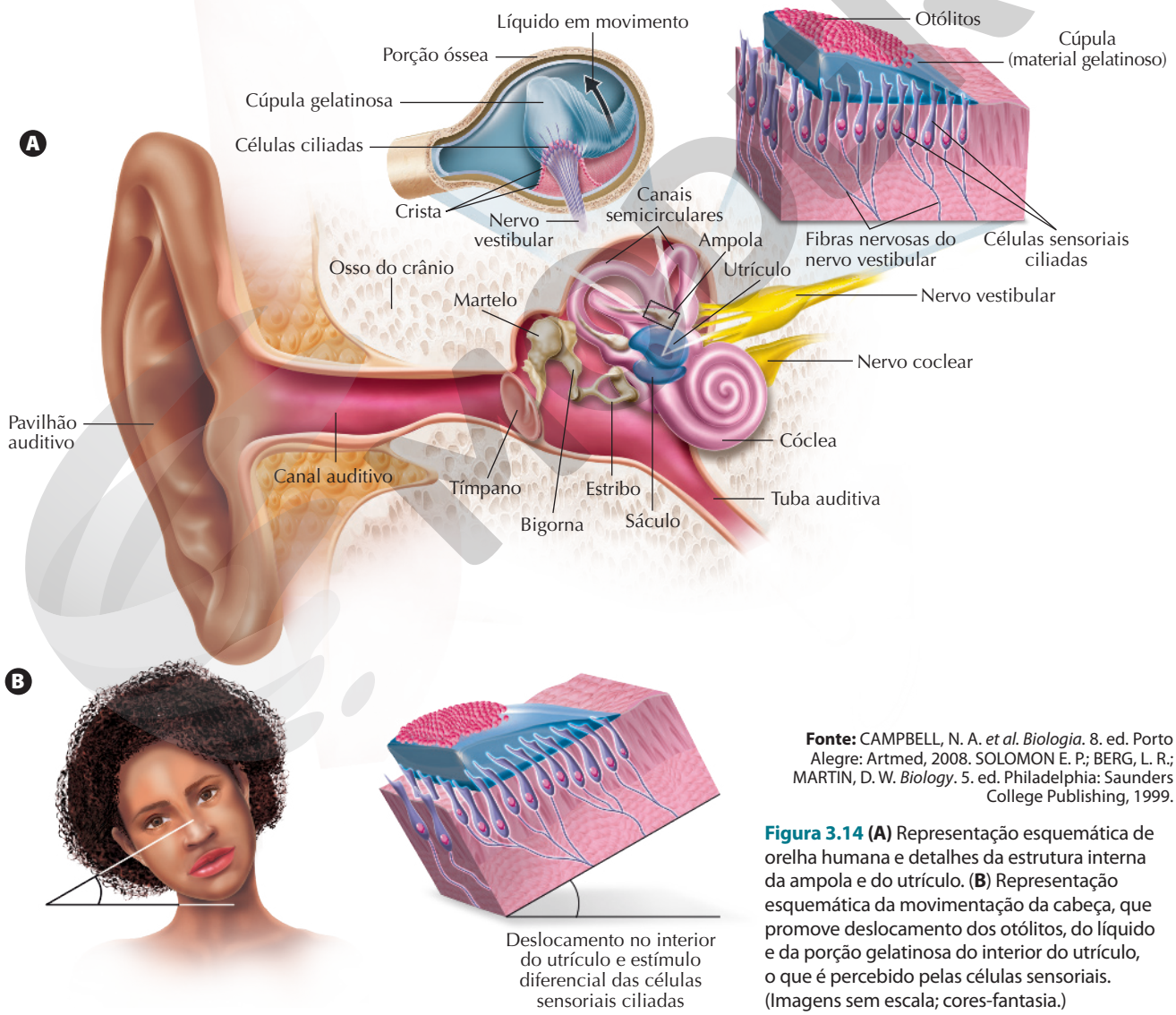
- **externa**, que capta os sons do ambiente pelo pavilhão auditivo e os conduz pelo canal auditivo até uma membrana, que é o **tímpano**;
- **média**, onde há três ossículos, o **martelo**, em contato com o tímpano, a **bigorna** e o **estribo.** Este fica em contato com a **janela oval**, uma membrana que se relaciona com a orelha interna. Esses ossículos recebem as vibrações do tímpano e as transmitem para a orelha interna pela janela oval. A orelha média está em contato com a tuba auditiva, conectando-se com a faringe;
- **interna**, que consiste em um labirinto de canais dentro da caixa craniana. Esses canais são delimitados internamente por uma membrana e estão cheios de líquido, que se movimenta como resposta à vibração sonora ou à movimentação da cabeça.

A porção da orelha interna relacionada com a audição é a **cóclea**, um longo tubo enrolado, preenchido por líquido. Esse líquido se movimenta ao receber as ondas sonoras e estimula as células sensoriais ciliadas responsáveis pela percepção de sons e que formam o **órgão espiral** (ou órgão de Corti). Desse órgão parte o nervo coclear (auditivo) (**Fig. 3.14**).

No sáculo e no utrículo existem células sensoriais ciliadas que se agrupam em manchas, associadas a um material gelatinoso que contém muitas partículas de carbonato de cálcio, chamadas otólitos. Na base dos canais semicirculares existe a ampola, reunião de células cujos cílios se projetam em um material gelatinoso.

A movimentação da cabeça promove a movimentação do líquido presente no utrículo, no sáculo e nos canais semicirculares, e as células sensoriais são estimuladas. Esse estímulo é captado e conduzido ao cérebro pelo nervo vestibular. Essas estruturas estão relacionadas ao equilíbrio.

ILUSTRAÇÕES: ERIKA ONODERA



Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al. Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. SOLOMON E. P.; BERG, L. R.; MARTIN, D. W. *Biology*. 5. ed. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1999.

Figura 3.14 (A) Representação esquemática de orelha humana e detalhes da estrutura interna da ampola e do utrículo. (**B**) Representação esquemática da movimentação da cabeça, que promove deslocamento dos otólitos, do líquido e da porção gelatinosa do interior do utrículo, o que é percebido pelas células sensoriais. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

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

Ação de drogas no sistema nervoso

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), droga é toda substância natural ou sintética que, quando introduzida no corpo humano, altera alguma de suas funções. Há drogas ilícitas, que são aquelas cuja produção e comercialização constituem crime, como a maconha e a cocaína, e drogas lícitas, que são aquelas cuja produção, comercialização e consumo não constituem crime, caso do álcool etílico, da nicotina (presente no cigarro) e das substâncias usadas pela indústria farmacêutica para produção de medicamentos, por exemplo.

Várias são as drogas que agem no sistema nervoso, tanto alterando a capacidade de condução do impulso ao longo do axônio quanto atuando nas sinapses.

A ação dessas substâncias nas sinapses envolve vários aspectos, como: alterações na produção e na liberação de neurotransmissores, nos mecanismos de remoção desses neurotransmissores da fenda sináptica e na competição com receptores nas membranas pós-sinápticas. Conhecer esses processos tem permitido o desenvolvimento de medicamentos empregados na melhora dos sintomas ou na cura de algumas patologias. Em todos os casos, é importante lembrar que remédios só devem ser utilizados com prescrição médica e com o devido acompanhamento para se avaliarem os resultados do tratamento.

Veja a seguir alguns exemplos.

- Em crises de asma, há medicamentos que se ligam aos receptores de noradrenalina (norepinefrina) nas sinapses, ativando-os. Isso promove a dilatação das vias respiratórias, melhorando a capacidade de entrada do ar nos pulmões.
- Na redução dos processos de depressão e de ansiedade, há alguns medicamentos que inibem a remoção da serotonina em sinapses no encéfalo, o que prolonga a ação desse neurotransmissor, aumentando a sensação de bem-estar.

Com relação às drogas ilícitas, a seguir, estão resumidos os efeitos de algumas delas.

- **Cocaína:** influi nas sinapses, produzindo euforia, pois bloqueia a remoção do neurotransmissor dopamina, que fica, então, mais tempo estimulando neurônios pós-sinápticos no cérebro. O uso pode gerar dependência e, em alguns casos, levar à morte.
- ***Crack*:** esse derivado da cocaína tem ação rápida e curta; causa grande liberação de dopamina e bloqueio de sua remoção; gera reações imediatas de prazer e euforia; depois de cerca de dez minutos, os níveis de dopamina caem abruptamente causando depressão, irritabilidade, paranoia e comportamentos autodestrutivos. O uso pode gerar dependência e levar à morte.
- **Maconha:** a substância ativa da maconha é o tetraidrocanabinol ou THC; no Brasil é permitido apenas o uso controlado do THC em medicamentos e sob estrito controle médico. A maconha promove a liberação de dopamina no cérebro, que ativa o sistema de recompensa, além de provocar euforia, prejudicar a coordenação e a memória e causar vasodilatação periférica e inflamação dos olhos. O uso abusivo causa distorções sensoriais e alucinações; nos homens, promove redução da síntese de testosterona e da produção de espermatozoides.
- **Anfetaminas:** causam euforia e hiperatividade; estimulam a liberação de dopamina e norepinefrina, aumentando o batimento cardíaco e a pressão sanguínea; causam dilatação das pupilas. O uso abusivo leva a tolerância e dependência, alucinações, episódios psicóticos e pode causar a morte. Anfetaminas também compõem medicamentos de uso controlado sob orientação médica.
- **Ácido lisérgico dietilamida (LSD):** causa mudanças bruscas de emoções, impulsividade, excitação exagerada, distorções sensoriais e alucinações; liga-se a receptores de serotonina e de dopamina; promove dilatação das pupilas e aumento dos batimentos cardíacos e da pressão sanguínea. O uso abusivo leva a comportamentos irracionais e pode causar a morte.
- **Ópio, morfina e heroína:** ativam os receptores de endorfina e mimetizam sua ação, de modo que funcionam como analgésicos; aumentam a sensação de prazer e o estado de euforia. O uso abusivo causa danos na coordenação, tolerância e dependência física, convulsões e morte. A morfina é utilizada na medicina em condições muito controladas, sempre com acompanhamento médico.
- ***Ecstasy*:** afeta a ação da dopamina, da noradrenalina e da serotonina; causa dilatação das pupilas, hipersensibilidade ao tato, sensação de prazer; em seguida, leva a depressão profunda e a redução da memória e da aprendizagem. Por promover descarga especialmente de serotonina, que também age no controle da temperatura do corpo, estimula a elevação da temperatura corporal, desencadeando processos causadores de convulsões e parada cardíaca, com risco de morte.

As drogas lícitas também causam prejuízos ao corpo; os efeitos de algumas delas estão descritas a seguir.

- **Álcool etílico:** causa euforia, relaxamento e redução da inibição; age principalmente sobre o neurotransmissor glutamato, destruindo-o ou dificultando seu encaixe nos receptores pós-sinápticos. Promove depressão, prejudica a visão, diminui a função cerebelar, prejudicando a coordenação, afeta a capacidade de julgamento, reduz o tempo e a capacidade de resposta a estímulos. O uso contínuo leva a alcoolismo, com dependência física, e danos ao fígado (cirrose), ao pâncreas e ao cérebro. Pode levar à morte.
- **Nicotina:** liga-se aos mesmos receptores de acetilcolina, produzindo potenciais de ação excitatória nas células pós-sinápticas do SNC e SNP, funcionando como estimulante; estimula a síntese de lipídios nas paredes das artérias; age também de modo semelhante à dopamina, o que gera sensação de prazer e efeito inibidor do apetite. O uso prolongado leva a tolerância e dependência física e leva ao aparecimento de aterosclerose.

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

MODERNA

Atividades

Registre em seu caderno

1. Depois de uma lesão nos ramos terminais do axônio, um neurônio apresenta alterações na sua capacidade de:
a) transmitir o impulso nervoso.
b) produzir proteínas.
c) receber impulso nervoso.
d) sintetizar os neurotransmissores.
e) produzir mielina.

2. O que ocorre no neurônio pós-sináptico quando os efeitos totais dos neurotransmissores inibitórios são maiores que dos neurotransmissores excitatórios?

3. Após sofrer um acidente de carro, a pessoa demonstrou tontura e dificuldade para andar e para falar. Qual região do sistema nervoso pode ter sido afetada?
a) Nervos do sistema nervoso simpático.
b) Mesencéfalo.
c) Hipotálamo.
d) Cerebelo.
e) Córtex da medula.

4. O córtex cerebral age em várias funções do corpo, exceto:
a) no movimento de acenar com as mãos.
b) na frequência cardíaca.
c) na memória.
d) na capacidade de prender a respiração.
e) na fala.

5. Ao preparar o almoço, uma pessoa fez um corte no dedo da mão que lesionou um pequeno nervo. Nesse caso, quais efeitos são perceptíveis no dedo?

6. A Lei nº 11.705, de 19 de junho de 2008, conhecida popularmente como Lei Seca, proíbe o consumo de qualquer quantidade de álcool etílico por motoristas, com o intuito de diminuir os acidentes de trânsito causados por condutores alcoolizados.
Justifique a importância dessa lei, considerando as alterações que o álcool etílico causa no sistema nervoso.

7. Um dos problemas de visão que ocorre, em geral, em pessoas com mais de 40 anos de idade é a presbiopia, em que a lente perde a elasticidade, mantendo-se plana. Explique o que acontece com a visão nesse caso.

8. As leucodistrofias são doenças progressivas, geneticamente determinadas, que afetam o sistema nervoso em decorrência da deterioração do estrato mielínico. Essas alterações nos neurônios têm como consequência:
a) a substituição do estrato mielínico por expansões do axônio nos neurônios afetados pela doença.
b) a diminuição do espaço entre os nós neurofibrosos, dificultando a transmissão dos impulsos nervosos.
c) o aumento da produção de neurotransmissores para aumentar a velocidade da condução do impulso nervoso.
d) a diminuição da velocidade de propagação dos impulsos nervosos nos neurônios afetados pela doença.
e) a propagação do impulso nervoso nos dois sentidos da neurofibra, causando, assim, um colapso no sistema nervoso.

9. O tétano é uma doença causada pela bactéria *Clostridium tetani*. A bactéria produz uma neurotoxina chamada tetanospasmina, que se liga a um receptor da membrana plasmática dos neurônios e bloqueia a liberação de neurotransmissores, causando paralisia muscular.
De acordo com o texto, a tetanospasmina age no(a):
a) transmissão do impulso nervoso dos dendritos para o axônio.
b) velocidade de transmissão do impulso nervoso.
c) sinapse.
d) condução do estímulo nervoso no axônio.
e) funcionamento das células de Schwann.

10. Imagine que uma pessoa sofra uma batida forte na parte posterior da cabeça, logo acima do pescoço, na região do bulbo. Agora, analise as afirmativas a seguir.
I. Se a batida for muito forte, pode ser fatal por causar lesão no centro respiratório.
II. Podem ocorrer irregularidades na frequência cardíaca e na respiração.
III. Ocorre perda da capacidade auditiva.
Qual(is) alternativa(s) está(ão) correta(s)?
a) I, II e III.
b) I e II.
c) II e III.
d) Apenas a afirmativa I.
e) Apenas a afirmativa III.

11. Leia o texto a seguir e faça o que se pede.

Entre maio e outubro de 2015, pesquisadores entrevistaram cerca de 17 mil pessoas com idades entre 12 e 65 anos, em todo o Brasil, com o objetivo de estimar e avaliar os parâmetros epidemiológicos do uso de drogas. [...]

Os resultados revelam, por exemplo, que 3,2% dos brasileiros usaram substâncias ilícitas nos 12 meses anteriores à pesquisa, o que equivale a 4,9 milhões de pessoas. Esse percentual é muito maior [...] entre os jovens: 7,4% das pessoas entre 18 e 24 anos haviam consumido drogas ilegais no ano anterior à entrevista.

A substância ilícita mais consumida no Brasil é a maconha [...]. Em segundo lugar, fica a cocaína em pó [...].

Fonte: KRAPP, J. Pesquisa revela dados sobre o consumo de drogas no Brasil. *Fiocruz Notícias*, 12 ago. 2019. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/pesquisa-revela-dados-sobre-o-consumo-de-drogas-no-brasil>. Acesso em: 12 ago. 2020.

MODERNA

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

a) Cite os efeitos da maconha e da cocaína no sistema nervoso humano.

b) Converse com um colega e elaborem uma explicação para o trecho do texto que diz que o uso de drogas ilícitas é mais comum entre os jovens.

12. (Fuvest-SP) Na telefonia celular, a voz é transformada em sinais elétricos que caminham como ondas de rádio. Como a onda viaja pelo ar, o fio não é necessário. O celular recebe esse nome porque as regiões atendidas pelo serviço foram divididas em áreas chamadas células. Cada célula capta a mensagem e a transfere diretamente para uma central de controle. No que se refere à transmissão da informação no sistema nervoso, uma analogia entre a telefonia celular e o que ocorre no corpo humano

a) é completamente válida, pois, no corpo humano, as informações do meio são captadas e transformadas em sinais elétricos transmitidos por uma célula, sem intermediários, a uma central de controle.

b) é válida apenas em parte, pois, no corpo humano, as informações do meio são captadas e transformadas em sinais elétricos que resultam em resposta imediata, sem atingir uma central de controle.

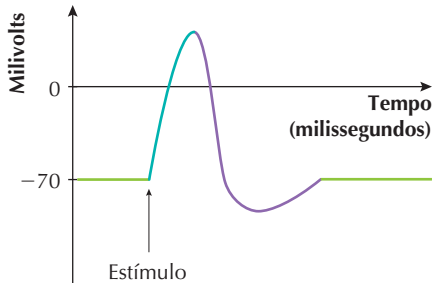
c) é válida apenas em parte, pois, no corpo humano, as informações do meio são captadas e transformadas em sinais elétricos transferidos, célula a célula, até uma central de controle.

d) não é válida, pois, no corpo humano, as informações do meio são captadas e transformadas em estímulos hormonais, transmitidos rapidamente a uma central de controle.

e) não é válida, pois, no corpo humano, as informações do meio são captadas e transformadas em sinais químicos e elétricos, transferidos a vários pontos periféricos de controle.

13. (Uerj) Todas as células do organismo humano possuem uma diferença de potencial elétrico entre as faces interna e externa da membrana plasmática. Nas células nervosas, essa diferença é denominada potencial de repouso, pois um estímulo é capaz de desencadear uma fase de despolarização seguida de outra de repolarização; após isso, a situação de repouso se restabelece. A alteração de polaridade na membrana dessas células é chamada de potencial de ação que, repetindo-se ao longo dos axônios, forma o mecanismo responsável pela propagação do impulso nervoso.

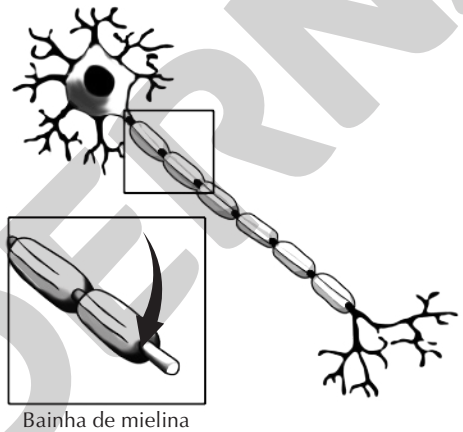
O gráfico mostra a formação do potencial de ação.



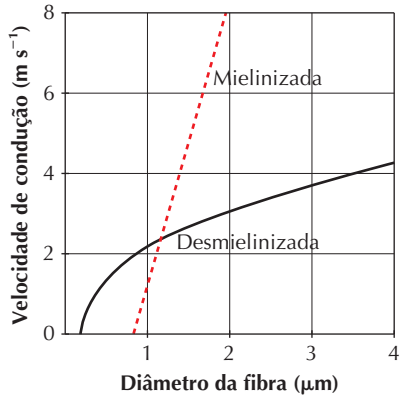
ERICSSON GUILHERME LUCIANO

Descreva as alterações iônicas ocorridas no local do estímulo responsáveis pelos processos de despolarização e repolarização da membrana dos neurônios.

14. (UFBA) A figura representa uma fibra nervosa mielinizada e um gráfico que registra a velocidade do impulso nervoso em fibras mielinizadas e desmielinizadas.



LUIZ IRIA



REPRODUÇÃO/UFBA, 2004.

Com base nesses dados, analise a importância da mielinização na transmissão do impulso nervoso e relacione a velocidade dessa transmissão em função do diâmetro das fibras mielinizadas e desmielinizadas.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno.

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

MODERNA

TEMA 4

Estrutura espacial e atividade biológica – Estereoisomeria

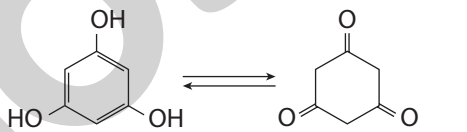
Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 2; 4; 5; 6; 7; 9
Habilidades: EM13CNT104; EM13CNT205; EM13CNT301; EM13CNT306; EM13CNT307

Muitas pesquisas são realizadas com a finalidade de desenvolver e aperfeiçoar os medicamentos. Eles podem ser usados para combater sintomas como febre, dor e enjoo ou, ainda, agir diretamente no tratamento de doenças como câncer, pneumonia e laringite, contribuindo para o bem-estar e aumentando a média de expectativa de vida da população. Antes de serem comercializados e distribuídos, os medicamentos precisam passar por testes que identifiquem a sua eficácia e possíveis efeitos danosos à saúde humana. No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) é o órgão responsável por regulamentar esses testes e definir os parâmetros e procedimentos que permitem garantir a segurança no uso dos medicamentos.

Os critérios de certificação variam entre os países. Um exemplo são os medicamentos que utilizam floroglucinol (benzeno-1,3,5-triol) como princípio ativo, cuja comercialização é permitida em países como México e Portugal e proibida no Brasil. Esse medicamento é indicado para dores gastrointestinais e no tratamento do cálculo renal (popularmente conhecido como pedra nos rins). Quando as moléculas de floroglucinol estão em solução, constantemente ocorrem o rompimento e a formação de algumas ligações químicas, levando à formação de ciclo-hexano-1,3,5-triona. Simultaneamente, moléculas de ciclo-hexano-1,3,5-triona também são transformadas em floroglucinol. Esses dois compostos são **isômeros**, ou seja, apresentam a mesma fórmula molecular, $C_6H_6O_3$, mas são distintos quanto ao arranjo dos átomos. Observe que, na representação estrutural plana simplificada das duas moléculas, a quantidade de átomos de um mesmo elemento químico se repete, porém a maneira como os átomos estão organizados é diferente. Nessas representações, cada vértice corresponde a um átomo de carbono, e, como os átomos de carbono formam quatro ligações covalentes, todas as ligações não representadas correspondem aos átomos de hidrogênio ligados aos átomos de carbono.

Caso considere pertinente, é possível discutir com os estudantes os diferentes tipos de isomeria constitucional, trabalhados na Unidade **Esportes**. O floroglucinol e o ciclo-hexano-1,3,5-triona são tautômeros, o que possibilita a abordagem do conceito.



Floroglucinol $C_6H_6O_3$ — Ciclo-hexano-1,3,5-triona $C_6H_6O_3$

Os compostos floroglucinol e ciclo-hexano-1,3,5-triona são chamados de **isômeros constitucionais** por apresentarem diferentes arranjos entre os átomos. No decorrer deste Tema, estudaremos outros dois tipos de isomeria: a diastereoisomeria e a enantiomeria. Essa classe de isômeros apresenta o mesmo arranjo dos átomos na molécula, mas difere na disposição espacial desses átomos.

Se achar interessante, retome os conceitos das funções orgânicas álcool e aldeído trabalhadas mais detalhadamente nas Unidades **Desenvolvimento sustentável** e **Vida saudável**, apresentando as estruturas do retinol e do retinal, citadas no texto.

Diastereoisômeros ou isômeros *cis-trans*

A vitamina A engloba um conjunto de compostos com diferentes estruturas e funções, os retinoides; entre esses compostos, o retinal, que pode ser encontrado na retina, é muito importante no processo de visão. A deficiência dessa vitamina pode acarretar níveis de retinol abaixo do recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), podendo desencadear um ou mais dos seguintes sintomas: cegueira noturna, manchas na córnea conhecidas como manchas de Bitot, secura nos olhos, úlceras e cicatrizes na córnea.

A fórmula estrutural do retinal evidencia a presença de ligações duplas conjugadas, ou seja, ligações duplas intercaladas com ligações simples. Esse padrão estrutural confere certas propriedades de absorção de luz ao composto.

Fique por dentro

O mesmo e o não mesmo

HOFFMANN, R. São Paulo: Editora Unesp, 2007.

Nesse livro, o autor mostra as relações da Química com a sociedade por meio de exemplos e aplicações que incluem fármacos isômeros.

Isômero cisplatina no tratamento do câncer

FONTES, A. P. S.; CÉSAR, E. T.; BERALDO, H. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 6, jul. 2005.

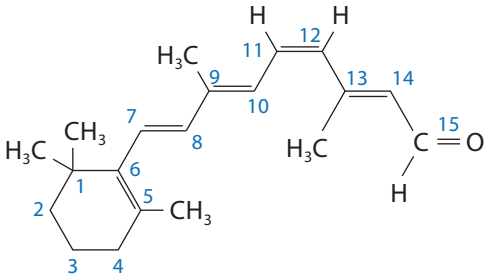
O artigo apresenta uma discussão sobre o fármaco cisplatina, um composto inorgânico que apresenta isomeria *cis-trans*. O texto aborda o início das pesquisas sobre suas propriedades antitumorais, seu diasteroisômero transplatina e os avanços feitos no campo da Ciência para o tratamento do câncer.

Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/06/a05.pdf>.

Acesso em: 9 ago. 2020.

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

Certifique-se que os estudantes entendem a diferença entre conformação e configuração. A construção de modelos moleculares pode auxiliá-los.
O conceito de conformação de cadeia é aprofundado no **Tema 5** desta Unidade.



11-*cis*-retinal

Nos olhos dos seres humanos, há uma proteína chamada opsina, que interage com o retinal para formar um composto denominado rodopsina, localizado nas células fotorreceptoras da retina (cones e bastonetes). Quando a luz chega até os olhos, é absorvida pela rodopsina. Nesse processo, o retinal é transformado em seu isômero em um processo chamado **isomerização**.

A transformação do 11-*cis*-retinal em 11-*trans*-retinal leva à emissão de um impulso elétrico, que é captado pelo nervo óptico e enviado ao cérebro para que seja traduzido em imagens. Uma série de reações enzimáticas é necessária a fim de que o isômero retorne à forma original, voltando a se combinar com a opsina.

Note que os isômeros do retinal diferem pela posição espacial dos ligantes átomos de carbono 11 e 12 (**Fig. 4.1**). Observe na representação da molécula de 11-*cis*-retinal que ao átomo de carbono 11 estão ligados um átomo de hidrogênio e parte da cadeia carbônica, e ao átomo de carbono 12 estão ligados um átomo de hidrogênio e a outra parte da cadeia carbônica da molécula. Em um dos isômeros, os átomos de hidrogênio ligados aos átomos de carbono 11 e 12 estão representados do mesmo lado do eixo imaginário que atravessa a ligação dupla entre esses átomos de carbono da molécula, caracterizando a configuração *cis*. Já no 11-*trans*-retinal, vemos que os átomos de hidrogênio ligados aos átomos de carbono 11 e 12 estão em lados opostos ao eixo imaginário da ligação dupla, caracterizando a configuração *trans*.

A isomeria *cis*-*trans* ocorre quando, em uma cadeia carbônica, átomos de carbono adjacentes estão ligados por ligação dupla ou em um ciclo e apresentam, cada um deles, **dois substituintes diferentes**. Esse tipo de isomeria se dá pela diferença na posição espacial dos substituintes ligados a esses átomos de carbono. Compostos em que ocorre esse tipo de isomeria são chamados de **diastereoisômeros** (antigamente conhecidos como isômeros geométricos).

Todas as moléculas apresentam arranjos espaciais específicos que determinam a disposição de cada átomo ou grupos de átomos em suas estruturas. Essa disposição espacial define a **configuração** das moléculas e só pode ser modificada por rompimento e formação de novas ligações químicas.

Alguns arranjos espaciais, entretanto, podem ser convertidos entre si por rotação de partes da molécula em relação ao eixo de uma ligação covalente simples. Nesses casos, temos diferentes **conformações** para o mesmo arranjo de átomos em uma estrutura, ou seja, para a mesma molécula.

A **Figura 4.2** apresenta duas representações do 1,2-dibromoetano e dos isômeros *cis*-1,2-dibromoeteno e *trans*-1,2-dibromoeteno. A ligação dupla eleva a energia necessária para a rotação dos átomos ao longo do eixo da ligação. A ligação simples entre os átomos de carbono do 1,2-dibromoetano permite a rotação livre com relação ao eixo dessa ligação. Assim, ambos os arranjos espaciais são

Colocar uma régua na posição indicada pelas linhas tracejadas da **Figura 4.1** pode auxiliar os estudantes a visualizar as posições *cis* e *trans* indicadas no texto.

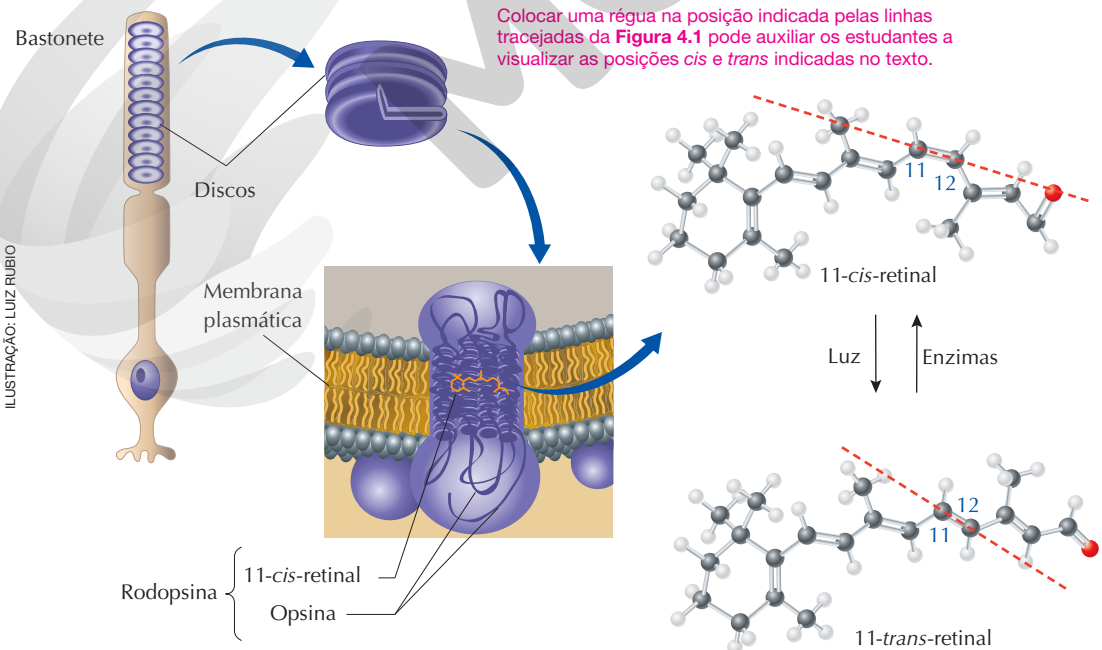


ILUSTRAÇÃO: LUIZ RUBIO

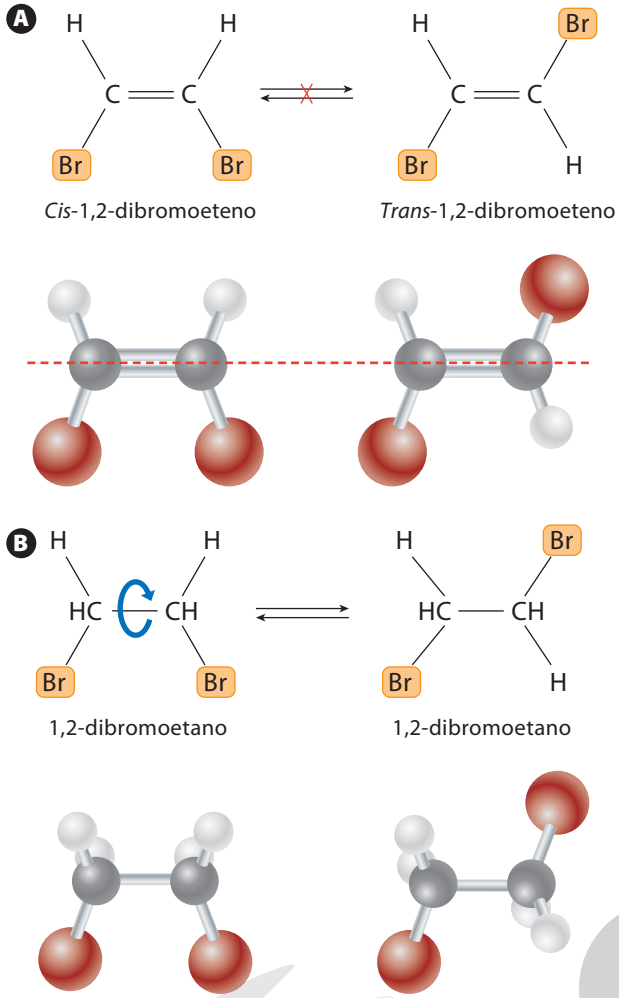
Figura 4.1 Representação esquemática do processo de isomerização do 11-*cis*-retinal. A absorção de luz fornece energia para que a molécula mude de configuração, alterando a posição dos átomos no espaço. As esferas cinzas, brancas e vermelhas correspondem, respectivamente, aos átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: SADAVA, D. *et al*. *Vida*: a ciência da Biologia. Tradução Carla Denise Bonan *et al*. 8. ed. São Paulo: Artmed, 2009. v. 3.

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

MODERNA

convertidos entre si por rotação da ligação covalente simples e, por esse motivo, uma forma se converte em outra constantemente, caracterizando apenas uma substância.



ILUSTRAÇÕES: LUIZ RUBIO

Figura 4.2 (A) Representação das fórmulas estruturais dos isômeros *cis*-1,2-dibromoeteno e *trans*-1,2-dibromoeteno. **(B)** Representação de duas das conformações possíveis para a molécula de 1,2-dibromoetano. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Quando ocorre diasteroisomeria em compostos dissubstituídos, utilizam-se os prefixos *cis* e *trans* para diferenciar os isômeros. Para atribuir esses prefixos à nomenclatura dos compostos, é necessário analisar suas fórmulas estruturais, evidenciando a geometria dos grupos em relação ao plano imaginário da ligação dupla.

Na **Figura 4.2 A**, a linha vermelha tracejada representa um plano imaginário que contém o eixo da ligação dupla. Quando os substituintes iguais ligados aos átomos de carbono insaturados (átomos de carbono que apresentam ligação dupla ou tripla com outro átomo de carbono) estão posicionados de um mesmo lado do plano traçado, o isômero recebe o prefixo *cis*. No caso de esses substituintes estarem posicionados em lados opostos do plano, o isômero recebe o prefixo *trans*. Em moléculas com mais de uma ligação dupla, como a do retinal, um número localizador da ligação dupla em que ocorre a isomeria é adicionado ao nome do composto.

Propriedades físico-químicas dos diastereoisômeros

Em alguns isômeros, os substituintes ligados aos átomos de carbono insaturados são átomos com acentuada diferença de eletronegatividade. Isso ocasiona uma polarização das ligações químicas. A **Figura 4.3** mostra como a posição espacial desses substituintes afeta a polaridade dos isômeros. Em **(A)**, a soma dos vetores momento de dipolo elétrico é diferente de zero e a molécula é polar. Em **(B)**, os vetores momento de dipolo elétrico das ligações C — Cl apresentam a mesma intensidade em sentidos opostos. O mesmo se verifica nos vetores momento de dipolo elétrico das ligações C — H. Dessa maneira, o vetor momento de dipolo elétrico resultante é nulo e a molécula é apolar.

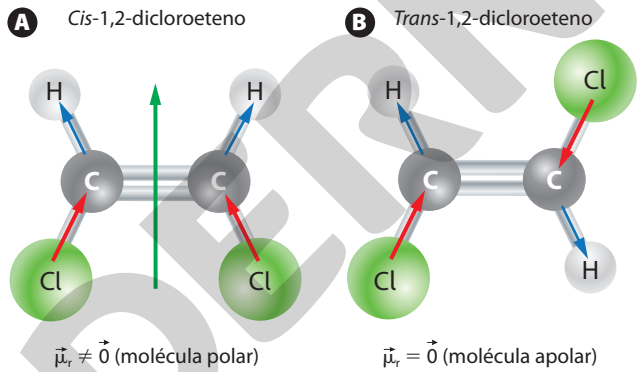


Figura 4.3 Representação esquemática da diferença de polaridade dos dois isômeros *cis-trans* do 1,2-dicloroeteno. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

As forças intermoleculares no isômero apolar são menos intensas que no isômero polar. Assim, eles apresentam propriedades físico-químicas distintas. A **Tabela 4.1** apresenta algumas dessas propriedades que permitem diferenciar os isômeros *cis*-1,2-dicloroeteno e *trans*-1,2-dicloroeteno.

Tabela 4.1 Propriedades dos isômeros *cis* e *trans*

Substância	Temperatura de fusão (°C) a 1 atm	Temperatura de ebulição (°C) a 1 atm
Cis-1,2-dicloroeteno	−80	60
Trans-1,2-dicloroeteno	−49,8	47,6

Fonte consultada: LIDE, D. R. (editor da versão para internet) *Handbook of Chemistry and Physics*. 96. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

Essas diferenças podem ser importantes para determinadas aplicações industriais. Em virtude de sua característica apolar, o isômero *trans*, por exemplo, é empregado como agente desengordurante em produtos formulados para limpeza de componentes eletrônicos.

Retome o conceito de momento de dipolo elétrico e os diferentes tipos de interações intermoleculares trabalhados na Unidade **Explorando o Universo e a vida**, a fim de auxiliar na compreensão das propriedades físico-químicas de diastereoisômeros.

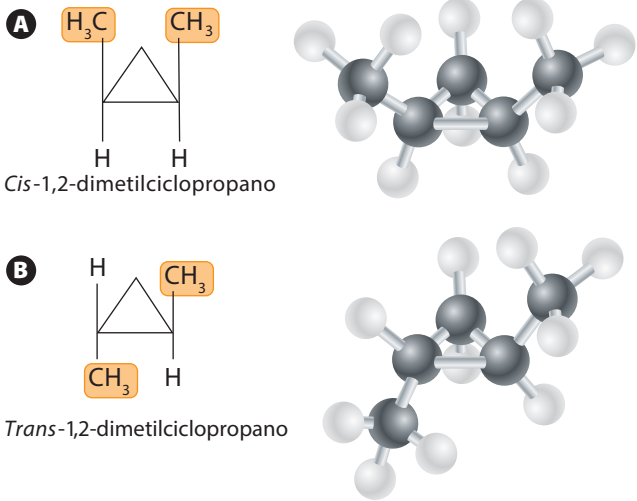
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Inicie o tópico com uma atividade de observação: peça aos estudantes que observem as próprias mãos, uma em frente da outra. Mostre que elas se apresentam como imagem especular uma da outra, mas que não são sobreponíveis, e comente que essa propriedade de assimetria pode ser verificada em diversos compostos, sobretudo em sistemas biológicos.

Isomeria *cis-trans* em compostos cíclicos

De maneira semelhante aos alcenos (compostos orgânicos com ligação dupla e cadeia aberta), nos compostos cíclicos a rotação dos átomos ao longo da ligação entre átomos de carbono do ciclo só é possível com a quebra dessas ligações e formação de novas. Assim, existem compostos cíclicos com isomeria *cis-trans*. Observe as representações dos isômeros do 1,2-dimetilciclopropano (**Fig. 4.4**).



ILUSTRAÇÕES: LUIZ RUBIO

Figura 4.4 Diasteroisomeria em compostos cíclicos. **(A)** Fórmula estrutural e representação espacial do *cis*-1,2-dimetilciclopropano. **(B)** Fórmula estrutural e representação espacial do *trans*-1,2-dimetilciclopropano. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

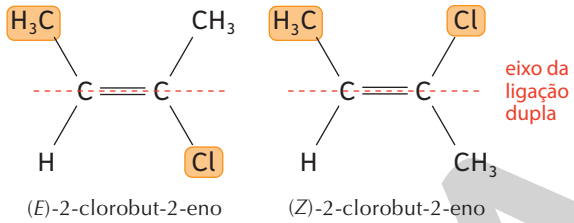
Nos compostos orgânicos cíclicos, a cadeia fechada representa o plano imaginário da molécula. Os prefixos *cis* e *trans* indicam a posição dos substituintes em relação a esse plano.

No caso dos compostos cíclicos, a condição para que existam diastereoisômeros é que pelo menos dois dos átomos de carbono do ciclo , não necessariamente adjacentes, apresentem substituintes diferentes ligados ao mesmo átomo de carbono.

Se julgar conveniente, mostre o caso dos isômeros *cis-trans* do 1,4-dimetilciclo-hexano.

Convenção E/Z

Quando compostos formam diastereoisômeros e existem mais de dois substituintes diferentes ligados aos átomos de carbono insaturados, não é possível diferenciá-los apenas com os prefixos *cis* e *trans*. Nesse caso, atribui-se prioridade ao substituinte que apresenta o maior número atômico. Se os dois substituintes de maior prioridade estiverem do mesmo lado do plano imaginário, ao longo da ligação C=C, o isômero recebe o prefixo (*Z*). Se estiverem em lados opostos do plano, o isômero recebe o prefixo (*E*). Essa nomenclatura é derivada da língua alemã (*Z* corresponde a *zusammen* = = juntos; *E* corresponde a *entgegen* = opostos). A seguir, estão representadas as fórmulas estruturais do (*E*)-2-clorobut-2-eno e do (*Z*)-2-clorobut-2-eno. Observe que, pela fórmula estrutural do (*E*)-2-clorobut-2-eno, os substituintes de maior prioridade são o átomo de cloro e o grupo metil, e ambos estão em lados opostos do plano imaginário. Já em (*Z*)-2-clorobut-2-eno, os dois substituintes de maior prioridade estão do mesmo lado do plano imaginário.



Enantiômeros

Simetria

Um espelho plano diante de uma esfera forma a imagem espelhada (também chamada de imagem especular) dessa esfera, que é idêntica à do objeto real (**Fig 4.5**).

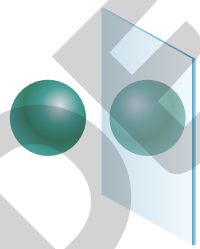


Figura 4.5 Representação de uma esfera e sua imagem especular. Note que a esfera e sua imagem são sobreponíveis, ou seja, todas as partes da imagem e do objeto coincidem e eles são idênticos. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Agora, observe na **Figura 4.6** que as mãos são as imagens especulares uma da outra, ou seja, ao colocar a mão esquerda na frente de um espelho plano, a imagem formada é a da mão direita, e vice-versa. E, diferentemente da esfera, não é possível sobrepor a imagem e o objeto, já que suas partes não coincidem, ou seja, eles não são iguais.

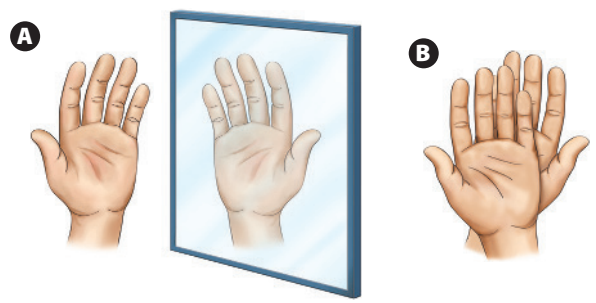


ILUSTRAÇÃO: THIAGO BENTO PEREIRA

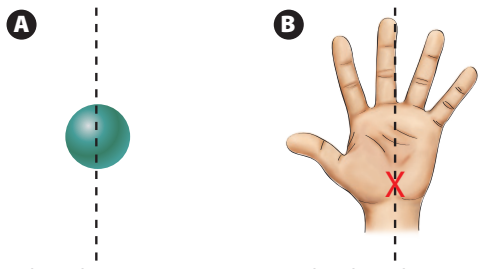
Figura 4.6 **(A)** Representação da imagem especular da mão esquerda. **(B)** Note que a imagem e o objeto não são idênticos, ou seja, não são sobreponíveis. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Portanto, alguns objetos podem apresentar imagens especulares idênticas a eles e outros objetos, não. Isso ocorre em virtude da presença de um **plano de simetria**, isto é, um plano imaginário que divide o objeto em duas metades simétricas. Observe que as mãos não têm plano

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

MODERNA

de simetria; assim, uma metade é completamente diferente da outra, tornando-a assimétrica (**Fig. 4.7**).



THIAGO BENTO PEREIRA

Figura 4.7 **(A)** A existência de planos de simetria na esfera faz com que sua imagem especular seja idêntica a ela. **(B)** A ausência de um plano de simetria na mão faz com que ela seja diferente de sua imagem especular. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Essa propriedade que determina que um objeto não pode ser sobreposto à sua imagem especular é um atributo geométrico e recebe o nome de **quiralidade**. São objetos quirais aqueles que não apresentam nenhum plano de simetria. Em contrapartida, um objeto aquiral é aquele em que há pelo menos um plano de simetria (**Fig. 4.8**).

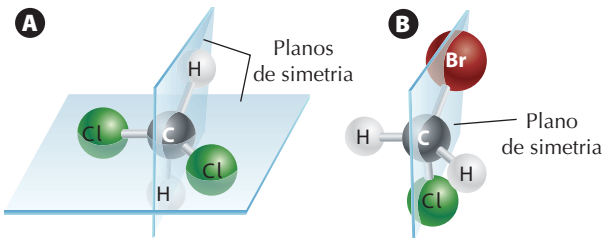
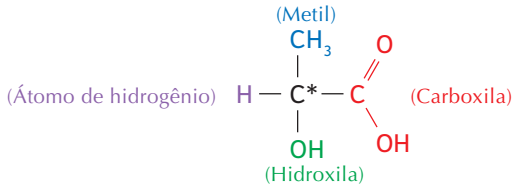


Figura 4.8 Representações de planos de simetria presentes em moléculas aquirais. (**A**) Diclorometano. (**B**) Bromoclorometano. Note que, quanto maior a quantidade de átomos diferentes ligados ao átomo de carbono, menor é a quantidade de planos de simetria na molécula. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Enantiômeros e assimetria molecular

Em 1874, o físico-químico holandês Jacobus Henricus van't Hoff (1852-1911) e o químico francês Joseph Achille Le Bel (1847-1930), em trabalhos independentes, dando continuidade aos estudos do químico alemão Friedrich August Kekulé (1829-1896), propuseram o seguinte: se quatro substituintes diferentes entre si estão ligados a um átomo de carbono, eles se orientam no espaço ocupando um vértice de tetraedro cada um, com o átomo de carbono no centro. Nesse arranjo espacial, há apenas duas disposições espaciais possíveis para os substituintes, sendo uma a imagem especular não sobreponível da outra. Assim, nas moléculas que apresentam quiralidade, há um centro de quiralidade, denominado centro estereogênico (também chamado de **carbono assimétrico**), que se caracteriza por fazer quatro ligações com quatro átomos ou grupos de átomos diferentes.

A seguir está representada a molécula de ácido lático ($C_3H_6O_3$) com o carbono assimétrico e grupos ligantes destacados. Note que o átomo de carbono tetraédrico marcado por um asterisco apresenta quatro grupos ligantes diferentes.



Ácido lático

A **Figura 4.9** mostra diferentes representações moleculares do ácido lático. Nas fórmulas estereoquímicas, o traço simples representa uma ligação que fica no plano da folha de papel, a cunha sólida representa uma ligação que se projeta para cima desse plano e a cunha tracejada representa uma ligação que se projeta para baixo dele.

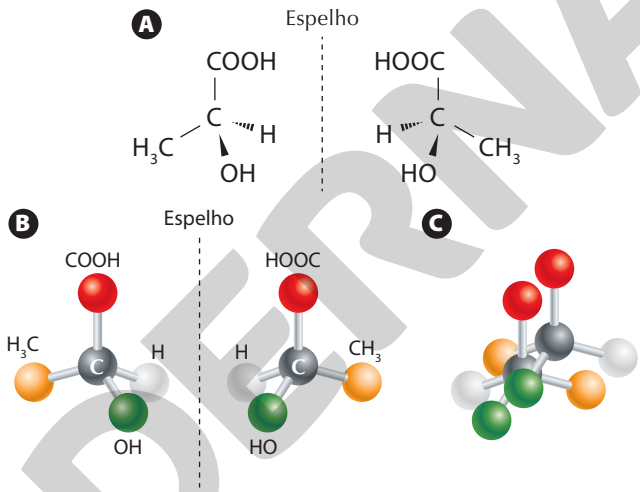


Figura 4.9 Diferentes representações das moléculas de ácido 2-hidroxipropanoico, mais conhecido como ácido lático. **(A)** Fórmula estereoquímica do ácido lático. **(B)** Modelo de esferas e bastões do ácido lático e sua imagem especular. **(C)** Note que não é possível sobrepor a molécula e sua imagem especular e que, portanto, o ácido lático é formado por moléculas quirais. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

As moléculas que formam o ácido lático são quirais, isto é, são moléculas assimétricas. Sendo assim, a imagem especular representa uma molécula com diferente arranjo espacial dos átomos, mas com a mesma fórmula molecular. Essas duas moléculas representam, portanto, estereoisômeros do ácido lático. Nesse tipo de isomeria, os isômeros são chamados **enantiômeros** (do grego *enantio* = oposto).

Propriedades físico-químicas dos enantiômeros

As moléculas de enantiômeros não são sobreponíveis e, portanto, eles são compostos diferentes. Porém, ao contrário dos isômeros constitucionais e dos diastereoisômeros os enantiômeros não apresentam temperatura de ebulição e de fusão e solubilidade diferentes entre si. Isso ocorre porque essas propriedades são dependentes da magnitude e do tipo de interação entre as moléculas dos compostos, e, no caso de moléculas que são imagens especulares uma da outra, essas interações são idênticas. Como podemos, então, diferenciar os enantiômeros?

ILUSTRAÇÕES: LUIZ RUBIO

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

MODERNA

Prática investigativa

Polarímetro adaptado para medição do desvio do plano da luz polarizada

Óptica é estudada na Unidade **Análise forense**.

Antes de iniciar a atividade, reúna-se em grupo, leia todo o procedimento e consulte o infográfico Segurança no laboratório, no início deste Volume.

Nesta atividade prática, investigaremos o modo como a radiação eletromagnética se comporta ao interagir com determinadas substâncias.

Objetivo

Construir um polarímetro de baixo custo que permita investigar como diferentes substâncias interagem com a luz plano-polarizada.

Avalie quantos grupos podem ser formados, de acordo com o material disponível em sua escola, ou estime os custos do experimento e determine a melhor forma de organizar o trabalho.

Material

- 7 balões volumétricos de 100 mL
- Sacarose (açúcar comum)
- Glicerina (adquirida em farmácias)
- Frutose (adquirida em farmácias ou lojas de produtos naturais)
- Fonte de luz monocromática de até 40 W
- Proveta de vidro de 100 mL (se possível, com fundo plano)
- 2 filtros polarizadores, de diâmetro superior ao da proveta (adquiridos em lojas de material fotográfico)
- Suporte universal
- Garra
- 2 argolas (utilizadas em laboratório como suporte para funil)
- Água destilada
- Balança
- Fita adesiva colorida
- Transferidor de ângulo

Um para cada solução que será preparada. Se necessário, substitua a vidraria por um copo medidor como os utilizados em cozinha e discuta com os estudantes a diferença de precisão na medição de volume alcançada com os diferentes instrumentos.

A proveta pode ser substituída por um tubo de vidro ou mesmo de plástico (tipo cano PVC) de dimensões similares, selado em uma das extremidades com uma placa de vidro colada com cola de silicone. Nesse caso, certifique-se de que não ocorrerão vazamentos.

Caso decida realizar a prática investigativa de maneira demonstrativa, é possível utilizar um retroprojetor como fonte de luz. Nesse caso, cubra a parte de vidro com uma cartolina preta com um círculo vazado por onde passe a luz. Para visualizar melhor o resultado da interação da luz com a solução, a imagem deve ser projetada em uma superfície branca (que pode ser uma parede ou uma cartolina). No entanto, se a fonte de luz não for monocromática, atente que o ângulo de rotação é diferente para cada comprimento de onda.

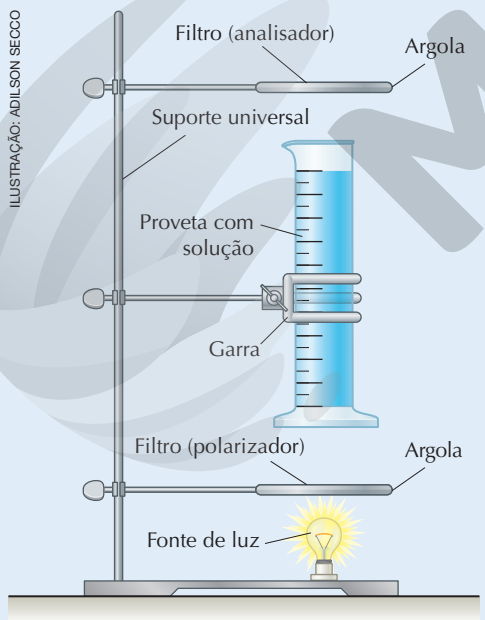


ILUSTRAÇÃO: ADILSON SECCO

Representação esquemática do arranjo proposto com uma fonte de luz monocromática. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Prepare-se!

1. O que poderá ser observado caso uma substância testada seja opticamente ativa?
2. O que se espera observar fazendo testes com soluções de concentrações diferentes da mesma substância?
3. Qual é a fórmula estrutural plana simplificada dos compostos sacarose, frutose e glicerina (também chamada glicerol)?

Procedimento

Cada grupo poderá ficar responsável pelo preparo de uma solução. Se o tempo disponível para a aula prática não for suficiente, escolha entre analisar sacarose/glicerina ou frutose/glicerina.

- Com o auxílio da balança e dos balões volumétricos, preparem 100 mL de cada uma das seguintes soluções aquosas: sacarose (10%, 30% e 50%), glicerina (10%) e frutose (10%, 30% e 50%) – considerem que as porcentagens correspondem à massa do soluto por volume de solução.
- Montem o arranjo óptico conforme representação ao lado, mantendo os filtros inferior (que chamaremos de filtro polarizador) e superior (que chamaremos de filtro analisador) perpendiculares ao eixo da proveta e à fonte de luz. Eles devem ser colocados sobre as argolas, permitindo a sua livre rotação.

Continua

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

MODERNA

A cada teste, reposicione o filtro analisador na marcação 0 (zero), girando-o para depois medir o ângulo de desvio com a ajuda do transferidor de ângulos.

Continuação

- Com a proveta inicialmente vazia e a fonte de luz monocromática acesa, fixem o filtro inferior em qualquer posição e girem o filtro superior em torno do seu eixo perpendicular. Anotem suas observações no caderno.
- Girem o filtro superior para encontrar uma posição em que seja possível obter o máximo de luminosidade, quando se olha através dele, e marquem essa posição (ângulo zero) com a fita adesiva. Em seguida, acrescentem água destilada na proveta. Observem se ocorre variação do ângulo que permite obter a máxima luminosidade.
- Substituam a água destilada pela solução de glicerina. Lavem a proveta com água destilada entre cada teste. Observem se ocorre variação do ângulo que permite obter a máxima luminosidade.
- Substituam, agora, pela solução de sacarose 50%. Em todas as análises, girem o filtro analisador, observem se ocorre alguma modificação e anotem no caderno. Procurem observar, principalmente, se o ângulo de rotação necessário para manter o máximo de luminosidade depende da substância em estudo.
- Testem as demais soluções de sacarose e frutose. Verifiquem e anotem em cada caso o efeito da concentração sobre o ângulo de rotação do plano de vibração da luz polarizada. A cada troca de solução, lavem a proveta com um pouco da próxima solução que será analisada.

Fonte consultada: BAGATIN, O. *et al.* Rotação de luz polarizada por moléculas quirais: uma abordagem histórica com proposta de trabalho em sala de aula. *Química Nova Na Escola*, São Paulo, n. 21, p. 34-38, maio 2005. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc21/v21a07.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2020.

Enquanto os estudantes anotam as observações, você pode sugerir a eles que fotografem ou filmem o experimento para consulta posterior ou para compartilhar com familiares e amigos.

Cuidados

Segurança

- Ter atenção redobrada ao manusear a corrente elétrica.
- Utilizar as vidrarias com cuidado, pois podem quebrar e causar ferimentos.
- Não preparar as soluções próximo à fonte de luz monocromática.
- Ao montar o arranjo proposto, verificar se não há nada frouxo ou mal fixado.

Descarte

- Todas as soluções podem ser descartadas na pia. Os demais materiais podem ser limpos e guardados para a realização de outra atividade.

Discuta com seus colegas

1. Por que no teste com a proveta vazia não se observa desvio do plano da luz polarizada? Levante hipóteses que justifiquem a sua resposta.
2. Foi possível perceber desvio do plano da luz polarizada ao colocar água na proveta? E quando a solução de glicerina foi testada? Utilize as fórmulas estruturais planas da água e do glicerol para justificar suas respostas.
3. As soluções aquosas de sacarose ou frutose desviam o plano da luz polarizada? Explique esse resultado com base nas estruturas das moléculas.
4. O que pôde ser observado quando as soluções aquosas de diferentes concentrações de sacarose e de frutose foram expostas à luz polarizada?
5. Reproduza a tabela abaixo no caderno indicando os ângulos de rotação do plano da luz polarizada observados a cada teste.

Registre em seu caderno

Substância	Concentrações		
	10 g L^{-1}	30 g L^{-1}	50 g L^{-1}
Glicerol		Não testada	Não testada
Sacarose			
Frutose			

6. Elabore um gráfico apresentando os resultados obtidos, relacionando a concentração da solução (g L^{-1}) com o ângulo de rotação (°) para cada substância.

Conforme orientações do professor, organize as conclusões obtidas e compare-as com as dos colegas.

Caso apareçam dados divergentes entre si, explique o conceito de erro de leitura inerente ao pesquisador e à imprecisão do equipamento montado. Como alternativa, pode-se construir um gráfico final utilizando as médias das leituras realizadas por todos os grupos.

Como parte do processo de avaliação, pode ser solicitado aos estudantes que elaborem relatórios ou apresentem seminários com os resultados, discussões e conclusões da atividade. Eles podem, inclusive, comparar suas expectativas iniciais (relativas ao tópico Prepare-se!) com o que foi observado.

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

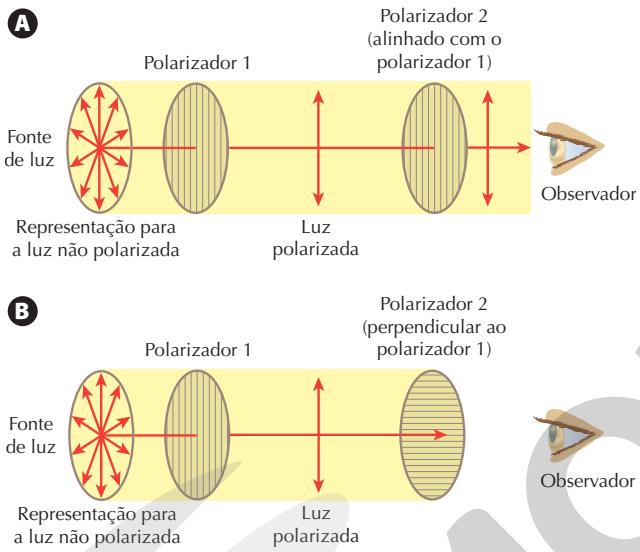
Deixe claro aos estudantes que, apesar de a representação da luz polarizada ser uma seta em um sentido, por ser uma onda eletromagnética, ela mantém um campo elétrico oscilante e um campo magnético perpendicular. Ou seja, para cada campo elétrico, sempre haverá um campo magnético perpendicular correspondente.

A luz polarizada e os enantiômeros

A luz é um fenômeno eletromagnético. Isso significa que um feixe de luz é composto de dois campos oscilantes e perpendiculares entre si: um campo elétrico e um campo magnético. O feixe de luz proveniente de uma lâmpada é constituído por radiação eletromagnética com os componentes elétrico e magnético oscilando em todos os planos possíveis. Essa luz é denominada não polarizada.

Quando posicionamos o filtro polarizador, apenas determinados feixes do campo eletromagnético da luz conseguem atravessá-lo, resultando em feixes que oscilam em apenas um plano. Essa luz é chamada de **luz polarizada**.

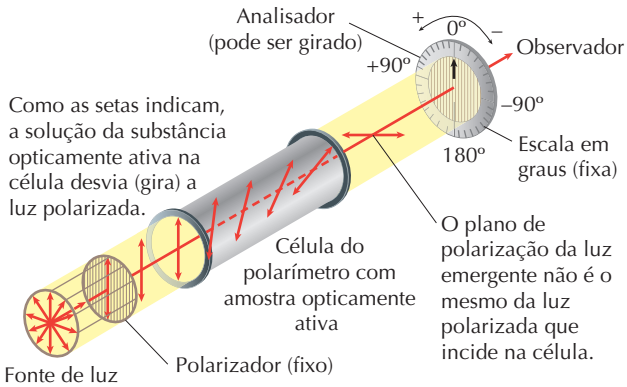
Ao posicionarmos dois polarizadores, alinhados entre si, no caminho de um feixe de luz, haverá passagem de luz por eles. Caso os filtros não estejam alinhados, a luz será, em parte, bloqueada (**Fig. 4.10**).



Fonte consultada: SOLOMONS, G. FRYHLE, C. *Química orgânica*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001. v. 1.

Figura 4.10 **(A)** O observador é capaz de enxergar a luz proveniente da fonte. **(B)** O observador não é capaz de enxergar a luz proveniente da fonte ou a enxerga com pouca intensidade. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Ao fazer com que um feixe de luz polarizada atravesse um sistema no qual há moléculas assimétricas, observa-se uma rotação no plano de vibração da luz. Cada enantiômero é capaz de desviar o plano da luz polarizada em direções opostas – por isso esses compostos são chamados compostos **opticamente ativos**. Para medir esse efeito, utiliza-se um polarímetro (**Fig. 4.11**). Esse desvio pode ocorrer no sentido horário ou anti-horário, dependendo do enantiômero presente. Por convenção, o enantiômero capaz de desviar a luz polarizada no sentido horário é denominado **dextrogiro** ou dextrorrotatório (do latim *dextro* = direita) e representado por (+). Já o que desvia a luz polarizada no sentido anti-horário é chamado **levogiro** ou levorrotatório (do latim *laevus* = esquerda), sendo representado por (−).



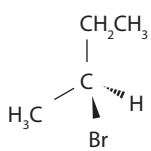
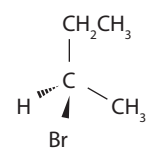
Fonte consultada: SOLOMONS, G.; FRYHLE, C. *Química Orgânica*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001. v. 1.

Figura 4.11 Representação esquemática de um polarímetro, instrumento utilizado para medir o efeito de compostos opticamente ativos sobre a luz polarizada. Quando a célula do polarímetro contém uma amostra de enantiômero, o plano de polarização da luz que atravessa a amostra é desviado. Para detectar a intensidade máxima de luz, o observador deve girar o eixo do analisador (polarizador) no sentido horário ou anti-horário. Se o analisador for girado no sentido horário, a rotação (medida em graus) será considerada positiva (+); se for girado no sentido anti-horário, a rotação será considerada negativa (−). (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Por desviarem a luz polarizada, os enantiômeros também podem ser chamados de **isômeros ópticos**. Esses isômeros são compostos distintos que apresentam a mesma fórmula estrutural e atividades ópticas diferentes. Os isômeros ópticos e os isômeros *cis-trans* são chamados de **estereoisômeros** por apresentarem as mesmas ligações químicas entre os átomos que compõem as moléculas, porém com um arranjo espacial distinto.

Note que, nas mesmas condições de análise (concentração da amostra, tamanho da célula do polarímetro, comprimento de onda da luz, temperatura e pressão), o desvio que ocorre no plano da luz polarizada tem o mesmo valor (em graus) para os dois enantiômeros (**Tab. 4.2**). A diferença é que um deles, (+)-2-bromobutano, desvia o plano da luz no sentido horário e o outro, (−)-2-bromobutano, no sentido anti-horário.

Tabela 4.2 Propriedades ópticas dos enantiômeros do 2-bromobutano

Enantiômero	Desvio da luz polarizada (°)
 (+)-2-bromobutano	+23,1
 (−)-2-bromobutano	−23,1

Fonte: VOLLHARDT, P.; SCHORE, N. *Química Orgânica*: estrutura e função. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

ILUSTRAÇÕES: LUZ RUBIO

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

MODERNA

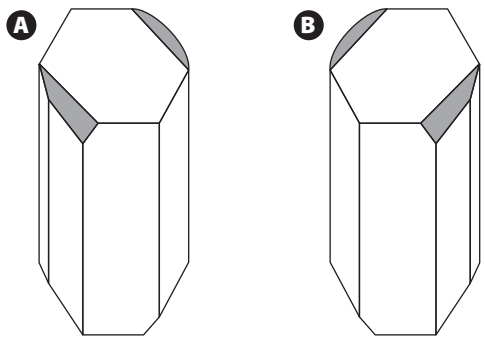
Enfatize que os enantiômeros têm as mesmas propriedades físico-químicas e, portanto, não é possível separá-los por meio dos processos de separação tradicionalmente estudados. A única diferença entre eles é o sentido do desvio da luz polarizada, que vai defini-los como dextrogiro e levogiro, e a interação com outras moléculas assimétricas.

Mistura racêmica

Em 1848, o químico e microbiologista francês Louis Pasteur (1822-1895) estudou o ácido tartárico e uma série de seus sais relacionando estrutura cristalina e propriedades ópticas em solução aquosa.

Pasteur, ao verificar que um dos sais do ácido tartárico se comportava diferentemente do esperado, investigou seus cristais mais detalhadamente. Ele notou duas estruturas cristalinas diferentes que eram imagens especulares uma da outra e não sobreponíveis entre si (**Fig. 4.12**). O cientista separou os cristais um a um, em dois grupos, e os examinou em um polarímetro.

ILUSTRAÇÕES: LUIZ RUBIO



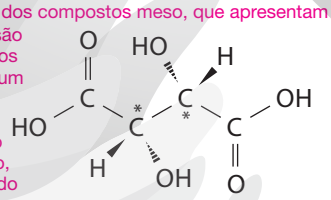
Fonte: COELHO, F. A. S. Fármacos e quiralidade. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 3, maio 2001.

Figura 4.12 (**A**) Representação do cristal do sal de amônio derivado do (−)-ácido tartárico. (**B**) Representação do cristal do sal de amônio derivado do (+)-ácido tartárico. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Os cristais de um dos grupos, quando dissolvidos em água, desviavam para o lado direito o plano da luz polarizada incidente. Assim, o ácido que originava esses cristais foi denominado (+)-ácido tartárico.

A solução dos cristais do segundo tipo era levogira: desviava a luz polarizada em sentido oposto ao da solução de cristais do primeiro grupo. Desse modo, o ácido que originava esses cristais foi denominado (–)-ácido tartárico.

Se julgar conveniente, use o próprio exemplo do ácido tartárico para apresentar o caso dos compostos meso, que apresentam dois centros estereogênicos e são opticamente inativos por apresentarem um plano de simetria. Aproveite para retomar o conceito de diasteroisômero, comparando o ácido mesotartárico com os ácidos dextrogiro e levogiro.

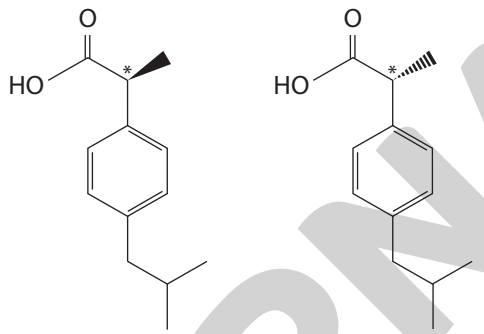


(+)-ácido tartárico

As duas substâncias, quando misturadas em proporções iguais, não desviavam a luz. Para essas misturas, Pasteur deu o nome de racemato. Assim, o termo **mistura racêmica** (do latim *racemeus* = cacho de uva) designa uma mistura que contém concentrações iguais de dois enantiômeros e, por isso, é opticamente inativa. O ácido tartárico é encontrado na uva e normalmente fica depositado nos barris durante o processo de envelhecimento do vinho.

Quiralidade e atividade biológica

Quase todos os medicamentos que têm como princípio ativo o ibuprofeno são vendidos como mistura racêmica. Porém, somente o isômero (+)-ibuprofeno tem o efeito analgésico no organismo, ao passo que o enantiômero (−)-ibuprofeno não tem atividade biológica. Como o enantiômero levógiro é inofensivo, não é viável financeiramente adicionar etapas para separá-lo. A seguir, são apresentados os enantiômeros do ibuprofeno.



(+)-ibuprofeno: forma biologicamente ativa

(−)-ibuprofeno: forma biologicamente inativa

Esse não é o caso, por exemplo, do medicamento talidomida, empregado atualmente no tratamento da hanseníase e distribuído exclusivamente pelo Sistema Único de Saúde (SUS). O enantiômero levógiro tem efeito teratogênico.

As diferentes configurações de isômeros podem levar a efeitos biológicos distintos no organismo, pois a interação dessas moléculas ocorre de forma específica por meio de receptores localizados nas membranas das células. Esses receptores são geralmente proteínas, macromoléculas que apresentam organização espacial específica para cada função e são estudadas no **Tema 5**. No momento em que um isômero se liga a um desses receptores, o complexo formado pode desencadear uma série de reações que resultam no efeito desejado ou, às vezes, adverso.

Reações estereosseletivas

Na síntese de muitos fármacos, é necessário conhecer o arranjo espacial das moléculas a fim de garantir o efeito biológico esperado. Entretanto, pelo fato de isômeros ópticos apresentarem exatamente as mesmas propriedades físico-químicas, a síntese de moléculas que apresentam centros de quiralidade, normalmente, leva à formação de misturas racêmicas. Assim, essa mistura pode conter algum enantiômero cujo efeito biológico seja prejudicial ao organismo.

Existem reações químicas que possibilitam a síntese de apenas um dos isômeros de interesse, chamadas de reações estereosseletivas. Geralmente, essas sínteses envolvem várias etapas e reagentes, um dos motivos pelos quais a produção de fármacos pode ser um processo caro.

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

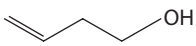
MODERNA

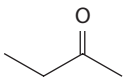
Atividades

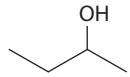
Registre em seu caderno

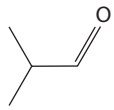
1. (Unioeste-PR) Isômeros constitucionais são moléculas que apresentam a mesma fórmula molecular diferindo entre si, pela conectividade dos átomos que tomam parte da estrutura. Considerando a fórmula molecular C_4H_8O, indique a alternativa que apresenta a estrutura que NÃO é isômera das demais

a)

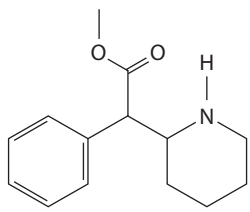
b) 

c) 

d) 

e) 

2. (FGV-SP) O metilfenidato, estrutura química representada na figura, é uma substância utilizada como fármaco no tratamento de casos de transtorno de déficit de atenção e hiperatividade.

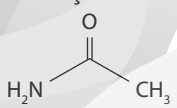


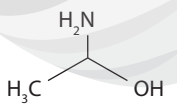
Na estrutura do metilfenidato, o número de carbonos assimétricos e a sua fórmula molecular são, respectivamente:

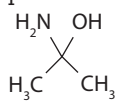
a) 1 e $C_{12}H_{15}NO_2$.
b) 1 e $C_{13}H_{17}NO_2$.
c) 1 e $C_{14}H_{19}NO_2$.
d) 2 e $C_{13}H_{17}NO_2$.
e) 2 e $C_{14}H_{19}NO_2$.

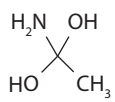
3. O polarímetro é um aparelho inventado pelo físico francês Jean-Baptiste Biot (1774-1862) que permite medir o desvio do plano da luz polarizada provocado por uma solução. Esse equipamento é utilizado em laboratórios na análise de substâncias orgânicas.

Qual destes compostos provocará desvio do plano de vibração da luz polarizada quando em solução?

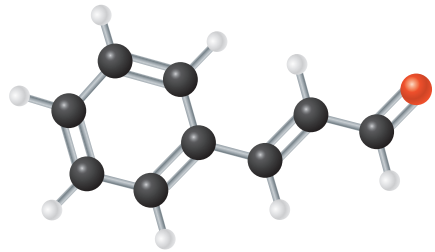
a) 

b) 

c) 

d) 

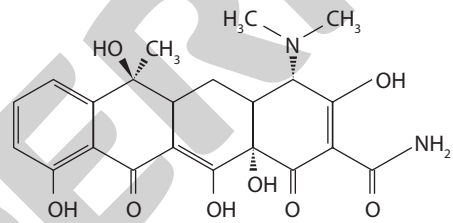
4. Um dos diasteroisômeros do cinamaldeído é um composto orgânico produzido naturalmente e encontrado nas cascas de cássia ou canela-aromática (*Cinnamomum cassia*). Esse isômero está representado pelo modelo molecular a seguir, em que os átomos de hidrogênio estão representados na cor branca; os de carbono, na cor cinza; e o de oxigênio, em vermelho.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

a) Indique a fórmula molecular do cinamaldeído.
b) A estrutura representada se refere a qual dos diasteroisômeros? Justifique.
c) Represente o outro diasteroisômero indicando a ou as insaturações que possibilitam a existência desse tipo de isomeria.

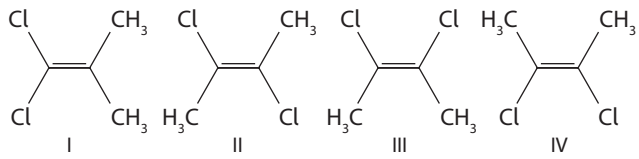
5. A tetraciclina é um importante antibiótico utilizado contra uma grande variedade de bactérias. Sua fórmula estrutural é apresentada a seguir.



a) Copie em seu caderno a fórmula estrutural. Determine se a tetraciclina apresenta enantiomeria e, caso apresente, aponte os centros assimétricos.
b) O arranjo espacial dos átomos em um isômero óptico influencia na sua atividade biológica. Explique, com suas palavras, por que isso ocorre.

6. (UFMG) Considere as estruturas representadas a seguir.

Embora não recomendado, ponto de ebulição foi utilizado nesta questão no lugar de temperatura de ebulição.



Sobre esses compostos, é incorreto afirmar que

a) II e III são isômeros geométricos.
b) todos os compostos apresentam a mesma fórmula molecular.
c) III e IV representam o mesmo composto.
d) o ponto de ebulição de II é maior que o de III.

7. Leia o texto a seguir e responda ao que se pede.

"A Anvisa publicou [...] regras que limitam o uso de gorduras trans industriais em alimentos. [...]

A medida visa proteger a saúde da população, uma vez que o consumo elevado dessas gorduras é nocivo à saúde por favorecer o surgimento de

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

MODERNA

problemas cardiovasculares [...] e aumentar o risco de morte por essas doenças.

[...] as gorduras trans podem ser encontradas na formulação de margarinas, biscoitos, *snacks*, bolos, [...] entre muitos outros alimentos industrializados. [...]

As gorduras trans, tecnicamente conhecidas como ácidos graxos trans, são um tipo de gordura que pode ser encontrada de forma natural nos alimentos derivados de animais ruminantes (bois, cabras, carneiros, entre outros), como carnes, banha, queijos, manteiga, iogurtes e leite integral, ou que pode ser produzida industrialmente durante a hidrogenação parcial de óleos vegetais ou seu tratamento térmico.

Nos alimentos derivados de animais ruminantes, as concentrações de gorduras trans são consideradas pequenas, portanto, em níveis seguros para consumo. De acordo com a Anvisa, a maior preocupação é com os produtos industrializados.

[...]

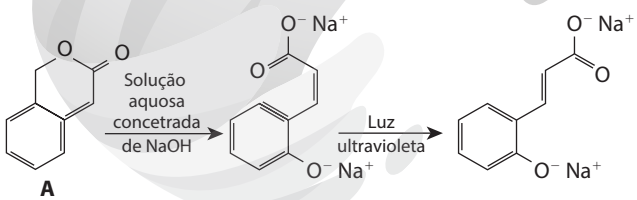
Por isso, a norma da Anvisa é focada na gordura trans industrial, que consiste em uma gordura mais sólida e que cumpre função tecnológica no processo de industrialização, conferindo crocância aos alimentos e aumentando o prazo de validade dos produtos. [...]"

Fonte: AGÊNCIA Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Publicada norma sobre gordura *trans* em alimentos. 27 dez. 2019. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/anvisa-aprova-controle-de-gordura-trans-em-alimentos/219201>. Acesso em: 9 ago. 2020.

Redija um pequeno texto dissertativo sobre o que é gordura *trans* e quais são as vantagens e desvantagens de sua presença nos alimentos. Use suas próprias palavras e aplique os conceitos químicos trabalhados no Tema.

Você pode transformar este exercício em uma atividade de pesquisa.

8. (Fuvest-SP) Na Inglaterra, não é permitido adicionar querosene (livre de imposto) ao óleo diesel ou à gasolina. Para evitar adulteração desses combustíveis, o querosene é "marcado", na sua origem, com o composto A, que revelará sua presença na mistura após sofrer as seguintes transformações químicas:



A
incolor solúvel no combustível

não fluorescente solúvel em água

fluorescente solúvel em água

Um técnico tratou uma determinada amostra de combustível com solução aquosa concentrada de hidróxido de sódio e, em seguida, iluminou a mistura com luz ultravioleta. Se no combustível houver querosene (marcado),

I. no ensaio, formar-se-ão duas camadas, sendo uma delas aquosa e fluorescente.
II. o marcador A transformar-se-á em um sal de sódio, que é solúvel em água.
III. a luz ultravioleta transformará um isômero *cis* em um isômero *trans*.

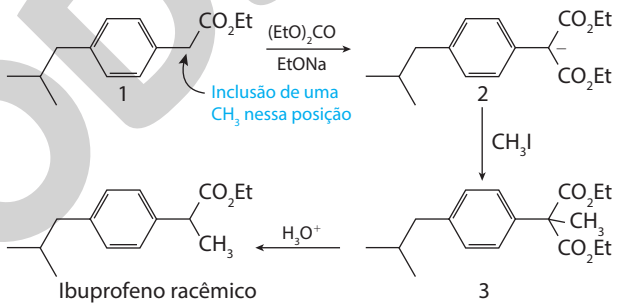
Dessas afirmações,

Obs.:
Fluorescente = que emite luz

a) apenas I é correta.
b) apenas II é correta.
c) apenas III é correta.
d) apenas I e II são corretas.
e) I, II e III são corretas.

9. Experimentalmente, é possível perceber diferença entre as temperaturas de fusão de isômeros *cis-trans* a uma mesma pressão atmosférica. Represente as fórmulas estruturais dos dois isômeros, *cis* e *trans*, do pent-2-eno (C_5H_{10}) e explique qual deles tem maior temperatura de fusão na mesma pressão atmosférica. Considere que a intensidade das forças intermoleculares decresce com a distância entre as moléculas.

10. A representação a seguir corresponde à rota sintética para produção do ibuprofeno em que, ao final, os dois enantiômeros são formados (ibuprofeno racêmico).



Fonte: COELHO, F. A. S. Fármacos e quiralidade. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 3, p. 23-32, maio 2001.

Qual(is) etapa(s) da síntese do ibuprofeno pode(m) ser modificada(s) a fim de que somente o produto biologicamente ativo seja formado ao final do processo? Justifique a sua escolha.

Nota dos autores: o ibuprofeno não apresenta o grupo etil (CH_3CH_2—), representado na rota sintética por Et. A etapa de remoção desse grupo foi suprimida do esquema, mas isso não altera a formação do isômero opticamente ativo.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

MODERNA

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

TEMA 5

Reatividade de compostos orgânicos

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 2; 5; 6
Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT104; EM13CNT203; EM13CNT205; EM13CNT301; EM13CNT306; EM13CNT307; EM13CNT309

Fique por dentro

Legalização das drogas: uma análise econômica

O vídeo apresenta uma visão econômica de fácil compreensão de processos envolvidos na decisão de legalizar ou não uma droga. Disponível: <https://www.youtube.com/watch?v=4WJT_fiJCnU>.

Canabidiol

O portal Química Nova Interativa ajuda a esclarecer a diferença entre os dois compostos mais relevantes obtidos da planta *Cannabis sativa*, um com efeito terapêutico e o outro com efeito psicoativo. Disponível em: <http://qnint.sbq.org.br/novo/index.php?hash=molecula.509>.

Álcool × medicamentos

Esse artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que avaliou os efeitos da interação entre o etanol presente nas bebidas alcoólicas e vários medicamentos. Disponível em: <http://portal.crfsp.org.br/index.php/noticias/3622-alcool-x-medicamentos.html>.

Acessos em: 16 ago. 2020.

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

As **substâncias bioativas**, também chamadas de princípios ativos, são aquelas com ação metabólica ou fisiológica. Na Química Medicinal e nas Ciências Farmacêuticas, toda substância bioativa, natural ou sintética, é classificada como **droga**, independentemente de os efeitos serem benéficos ou não. Quando uma droga apresenta aplicação terapêutica, passa a ser denominada também como **fármaco**. Os **medicamentos** são formulações que apresentam fármacos em suas composições. Nesse contexto, o termo **remédio** refere-se a qualquer substância ou método capaz de aliviar os sintomas ou curar doenças, ou seja, os remédios englobam os conceitos anteriores e os recursos como as cirurgias, a fisioterapia etc. A compreensão de como se dá o desenvolvimento de novas substâncias bioativas, assim como das bases moleculares de seus efeitos no organismo, passa pelo estudo das reações típicas das várias classes de compostos orgânicos, bem como das propriedades físico-químicas dessas classes de substâncias.

Faça um levantamento das ideias que os estudantes já têm sobre o uso dos termos drogas, fármacos, medicamentos e remédios. Indique que os termos são, muitas vezes, utilizados como sinônimos e que a classificação e a denominação corretas fazem parte dos processos de sistematização do conhecimento científico.

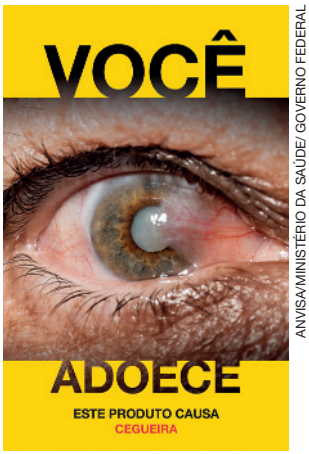
Tabaco

Dados do Ministério da Saúde de 2019 indicaram que cerca de 9,8% dos brasileiros maiores de 18 anos são fumantes habituais ou ocasionais; essa taxa é aproximadamente 4,6 pontos percentuais maior entre os homens do que entre as mulheres. Essa parcela da população impulsiona a fumicultura no Brasil. Segundo dados da Associação dos Fumicultores do Brasil (Afubra), o faturamento do setor foi superior a R$ 28 bilhões, em 2019.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) classifica o tabagismo como uma epidemia, responsável pela morte evitável de mais de 8 milhões de pessoas no mundo a cada ano, das quais cerca de 1,2 milhão são de fumantes passivos. O consumo de tabaco, na forma de cigarros, charutos, narguilé etc., representa um fator de risco para o desenvolvimento de diversas doenças como pneumonia, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), cânceres de pulmão, boca e traqueia, osteoporose e problemas circulatórios, como a aterosclerose. Essas doenças estão associadas à exposição, inalação e absorção pelo organismo de diversas substâncias químicas nocivas naturalmente presentes no tabaco, que são adicionadas no processo de fabricação de seus derivados ou que são produzidas durante a queima dos materiais no ato de fumar.

Desde o final da década 1980, o Brasil desenvolve políticas de controle ao tabagismo que envolvem ações educativas e de atenção à saúde (**Fig. 5.1**), além de medidas legislativas e econômicas – como definição de preço mínimo de venda e elevação da carga tributária que incide sobre esses produtos. O objetivo é prevenir a iniciação ao hábito de fumar, promover o fim do consumo de tabaco e proteger a população da exposição à fumaça oriunda da queima dos produtos derivados do tabaco.

A **nicotina** ($C_{10}H_{14}N_2$) é uma composto bioativo presente no tabaco. Ela tem ação estimulante nos seres humanos e, em altas concentrações, efeito tranquilizante. A dependência química que ela produz é uma das razões pelas quais a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) reconhece o tabagismo



ANVISA/MINISTÉRIO DA SAÚDE/ GOVERNO FEDERAL

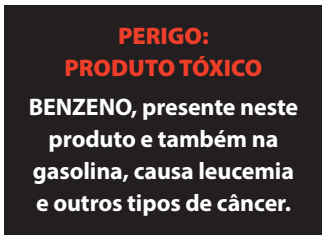
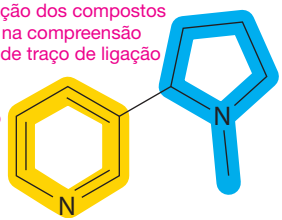


Figura 5.1 Advertências sanitárias obrigatórias nas embalagens de cigarros. Em média, os fumantes inalam cerca de 1.800 μg de benzeno por dia, e os fumantes passivos, aqueles expostos à fumaça, podem inalar cerca de 50 μg dessa substância por dia. As aminas são estudadas na Unidade **Esportes**.

por si só como uma doença crônica, além de ser um fator de risco para as doenças anteriormente mencionadas. A nicotina pertence à classe funcional das **aminas**, que engloba compostos orgânicos derivados da amônia (NH_3) pela substituição de um ou mais átomos de hidrogênio por cadeias carbônicas. De forma geral, as aminas são substâncias de elevada atividade biológica que atuam no sistema nervoso central (SNC), e essa função química pode ser encontrada em diversas outras drogas, como a cocaína, as anfetaminas e os antidepressivos. Na química de produtos naturais, o grupo de substâncias bioativas de caráter básico (alcalino), como a nicotina, a cafeína e a morfina, é denominado alcaloide.

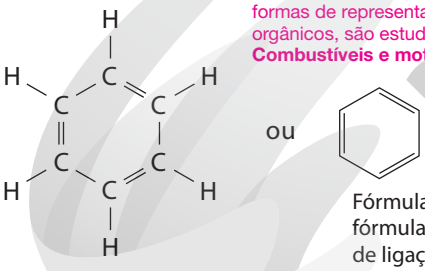
É importante que os estudantes consigam transitar entre as diferentes formas de representação dos compostos orgânicos. Auxilie-os na compreensão da fórmula estrutural de traço de ligação dada para a nicotina. Em seguida, peça a eles que indiquem no caderno a fórmula estrutural plana do composto.



Fórmula estrutural da nicotina, destacando o anel heterocíclico não aromático (em azul) e o anel heterocíclico aromático (em amarelo). Os heterociclos são compostos de cadeia fechada nos quais um ou mais átomos do anel são de um elemento químico diferente do carbono (C).

A fumaça do cigarro é uma mistura de diferentes substâncias que são encontradas na fase gasosa e na forma de partículas sólidas, que estão suspensas no ar. Parte dessas substâncias são **hidrocarbonetos aromáticos** produzidos durante a combustão incompleta de outras substâncias presentes nos cigarros. Por exemplo, durante a confecção dos cigarros, são adicionadas substâncias flavorizantes – que acentuam o sabor e o aroma –, como o ácido hidroxibutanodioico ($C_4H_6O_5$), ou ácido málico, cuja combustão pode produzir benzeno (C_6H_6).

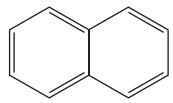
Os hidrocarbonetos, assim como diferentes formas de representação de compostos orgânicos, são estudados na Unidade **Combustíveis e motores**.



Fórmula estrutural plana e fórmula estrutural de traço de ligação do benzeno.

Embora o termo aromático tenha sido utilizado para descrever algumas substâncias em razão do odor agradável que elas apresentam, atualmente, classificam-se como substâncias aromáticas todos os compostos de cadeia fechada em que haja **elétrons deslocalizados**, ou seja, com certa mobilidade pela molécula de forma que sejam compartilhados por vários núcleos.

Os **hidrocarbonetos policíclicos aromáticos** (HPA) também estão presentes na fumaça do cigarro. Os HPA são considerados poluentes ambientais, e treze deles são classificados como compostos carcinogênicos e genotóxicos, ou seja, que podem provocar mudanças no material genético das células. O mais simples HPA é o naftaleno ($C_{10}H_8$), também conhecido como naftalina. Trata-se de um sólido volátil a 25 °C e 1 atm, que já foi bastante utilizado junto a roupas e plantas para espantar insetos.

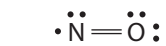


Naftaleno

Pouco se sabe sobre o mecanismo de ação dos HPA no organismo e, portanto, não há um limite máximo de ingestão determinado. Além disso, cada organismo tende a responder de maneiras diferentes à presença dessas substâncias. No Brasil, há limites estipulados apenas para um dos HPA, o benzo[*a*]pireno ($C_{20}H_{12}$), em água para consumo (0,7 $\mu g\ L^{-1}$) e para aroma de fumaça (0,03 $\mu g\ kg^{-1}$ de produto) em alimentos.

Reações radicalares

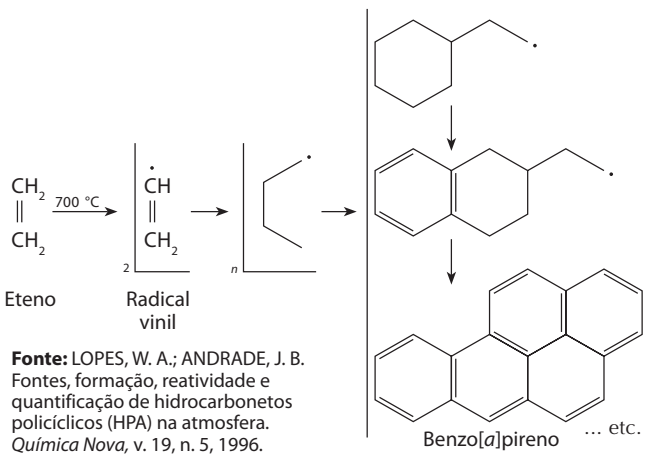
O benzo[*a*]pireno é um exemplo de substância produzida a partir de moléculas menores por meio de reações químicas que incorporam novos átomos à molécula sem que outros sejam removidos, conhecidas como **reações de adição**. Um dos mecanismos aceitos para a formação de HPA envolve a reação de radicais livres até a formação dos anéis benzênicos condensados. Os **radicais livres** são espécies químicas que apresentam elétrons não emparelhados. Por exemplo, há elétrons desemparelhados em moléculas com número ímpar de elétrons – como é o caso do NO, ou quando ocorre a **homólise** de uma ligação covalente – de modo que cada átomo participante da ligação retém um dos elétrons.



Monóxido de nitrogênio

Se julgar conveniente, comente com os estudantes que o NO representa uma das exceções à regra do octeto.

O benzo[*a*]pireno, por exemplo, pode ser formado pela reação de adição radicalar do eteno (C_2H_4). Esse reagente, ao ser submetido à alta temperatura, forma radicais livres, os quais, por serem muito reativos, iniciam uma **reação em cadeia**, ou seja, são geradas diversas moléculas de produto para cada radical formado. Acompanhe:



Eteno — Radical vinil — Benzo[*a*]pireno

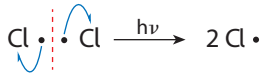
Fonte: LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. Fontes, formação, reatividade e quantificação de hidrocarbonetos policíclicos (HPA) na atmosfera. *Química Nova*, v. 19, n. 5, 1996.

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

Comente que as setas curvas em Química Orgânica são utilizadas na descrição de mecanismos de reação para demonstrar o movimento dos elétrons. A seta de meia ponta indica o movimento de um único elétron e a seta de ponta cheia, o movimento de um par de elétrons.

Também ocorrem via radicais livres as **reações de substituição** envolvendo hidrocarbonetos saturados de cadeia aberta, os **alcanos**, nos quais ligações carbono-hidrogênio são substituídas por ligações do carbono com átomos de outro elemento químico. Vejamos o exemplo de uma reação catalisada por luz de comprimentos de onda na faixa do ultravioleta (representada por $h\nu$), em que um átomo de hidrogênio do metano (CH_4) é substituído por um átomo de cloro do gás cloro (Cl_2). Didaticamente, podemos dividir o mecanismo dessa reação em três etapas.

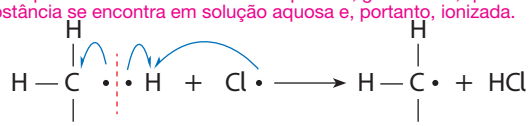
1ª Etapa: formação dos radicais livres. Essa é a etapa mais lenta do processo.



Gás cloro — Radical livre

2ª Etapa: ruptura homolítica da ligação C — H.

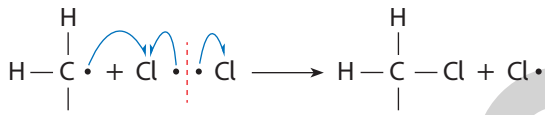
Reforce que o nome ácido clorídrico é aplicado, geralmente, quando a substância se encontra em solução aquosa e, portanto, ionizada.



Metano — Radical livre — Radical livre — Cloreto de hidrogênio

Para os outros casos, utiliza-se a nomenclatura composicional para os compostos inorgânicos, como indicado em cloreto de hidrogênio.

3ª Etapa: formação de uma ligação C — Cl e de outro radical cloro.



Radical livre — Gás cloro — Clorometano — Radical livre

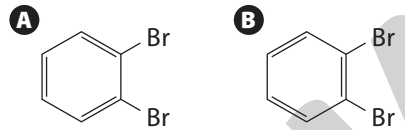
A reação em cadeia cessa pela ligação entre duas espécies químicas radicalares.

Compostos que apresentam átomos de halogênios ligados a uma cadeia carbônica derivada de hidrocarbonetos alifáticos são classificados como **haletos de alquila**. A nomenclatura desses compostos é construída indicando-se o halogênio como um grupo substituinte, ou seja, antes do nome do hidrocarboneto, como em clorometano (CH_3Cl). Esse produto da cloração do metano também pode ser nomeado como cloreto de metila, dado pela indicação do nome do haleto seguido da preposição "de" e do nome do grupo orgânico, nesse caso, o grupo metil, acompanhado da terminação "a".

Os haletos orgânicos também são estudados na Unidade **Esportes**.

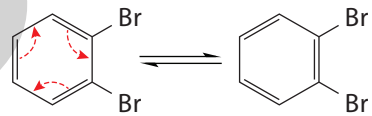
Substituição eletrofílica: estudando a halogenação do benzeno

O benzeno é um líquido incolor de odor acentuado e inflamável que foi obtido pela primeira vez em 1825 pelo físico-químico inglês Michael Faraday (1791-1867). Depois disso, uma das únicas informações que os químicos tinham a respeito desse composto era que as moléculas de benzeno são formadas apenas por seis átomos de carbono e seis átomos de hidrogênio. Somente em 1865, o químico alemão Friedrich August Kekulé (1829-1896) propôs uma fórmula estrutural para a molécula de benzeno. De acordo com essa proposta, os átomos de carbono formariam um anel no qual haveria ligações duplas e simples, alternadas entre esses átomos, com um átomo de hidrogênio ligado a cada átomo de carbono. Desse modo, seria possível formar dois produtos diferentes provenientes da bromação do benzeno:



A fórmula estrutural de Kekulé para o benzeno prevê que devem existir dois compostos 1,2-dibromobenzeno ($C_6H_4Br_2$). **(A)** Em um desses compostos hipotéticos, os átomos de carbono ligados aos átomos de bromo estariam separados por uma ligação simples. **(B)** No outro, eles estariam separados por uma ligação dupla.

Entretanto, as análises químicas disponíveis na época mostravam que existia um único produto formado nessa substituição. Para tentar explicar essa contradição, Kekulé propôs que as duas formas de benzeno (e de seus derivados) coexistiam em um estado dinâmico de equilíbrio, e a conversão de uma forma para a outra ocorria tão rapidamente que era impossível isolar os compostos diferentes.



Representação do equilíbrio dinâmico entre as duas formas dos derivados de benzeno, proposto por Kekulé.

Foi somente a partir da década de 1920, com o advento da Mecânica Quântica, que a interpretação atualmente aceita para a existência de um único produto da substituição do benzeno se desenvolveu. Segundo a **teoria da ligação de valência**, as ligações duplas são formadas por uma ligação do tipo sigma (σ) e uma ligação do tipo pi (π). Na ligação σ, ocorre a superposição dos orbitais atômicos ao longo do eixo internuclear, de forma que a densidade eletrônica é cilindricamente simétrica. Na ligação π, ocorre a superposição lado a lado dos orbitais atômicos, de forma que a densidade eletrônica se concentra acima e abaixo do eixo internuclear. De acordo com o modelo quântico, as ligações duplas alternadas do anel do benzeno permitem que elétrons das ligações π sejam compartilhados entre vários núcleos e, por isso, são denominados **elétrons deslocalizados**. Tal deslocalização eletrônica pode ser empregada para explicar algumas características moleculares típicas apresentadas por hidrocarbonetos aromáticos, como maior estabilidade termodinâmica em comparação aos correspondentes hidrocarbonetos de cadeia fechada e não aromática.

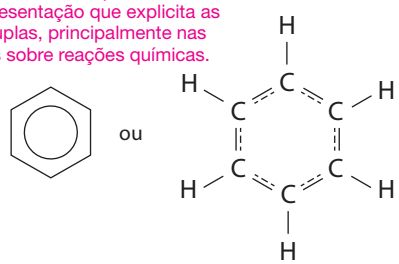
Se julgar conveniente, construa modelos com bexigas para ajudar os estudantes a visualizar as superposições frontal e lateral dos orbitais "s" e "p" que levam às ligações σ e π. Os orbitais atômicos e a teoria da ligação de valência são estudados na Unidade **Explorando o Universo e a vida**.

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

MODERNA

Normalmente, as ligações simples e duplas apresentam energias e comprimentos diferentes. No entanto, medidas experimentais indicam que todas as ligações entre os átomos de carbono da molécula de benzeno apresentam a mesma energia e comprimento, sendo, portanto, equivalentes. Isso mostra que, diferentemente da proposta de Kekulé, não existem duas formas diferentes da molécula em equilíbrio, mas sim uma estrutura híbrida, ou seja, uma estrutura intermediária entre as duas formas propostas para a molécula de benzeno. Assim, a representação do anel benzênico pode ser feita de diferentes maneiras. Por exemplo, por meio de um círculo inscrito num hexágono, que indica a **estrutura híbrida** do benzeno, e por meio de linhas tracejadas envolvendo todos os átomos de carbono no lugar das ligações π alternadas, indicando a deslocalização dos elétrons.

Nesta obra, vamos dar preferência para a representação que explicita as ligações duplas, principalmente nas discussões sobre reações químicas.



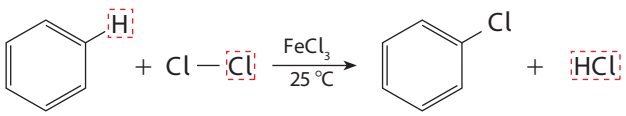
Representações para o benzeno que enfatizam sua aromaticidade.

É preciso lembrar, entretanto, que tais técnicas de medida, bem como a teoria quântica, não existiam na época de Kekulé, e que seu modelo se mostrou suficiente para explicar a maioria dos fenômenos conhecidos para o benzeno até então. Como aprendemos, as reações de substituição são aquelas em que um átomo ou um grupo de átomos de uma molécula são substituídos por outro átomo ou grupo de átomos provenientes de uma molécula diferente. Nos compostos aromáticos, esse tipo de reação não ocorre pelo mesmo mecanismo estudado para os hidrocarbonetos saturados de cadeia aberta, em virtude da densidade eletrônica do anel. No caso dos aromáticos, trata-se de uma **substituição eletrofílica**.

Halogenação

Indique que a terminação *-fílica* tem origem na palavra grega *phylos*, que pode ser traduzida para o português como "afinidade".

Nessa reação, um dos átomos de hidrogênio do anel benzênico – qualquer um dos seis presentes na molécula – é substituído por um átomo de cloro (Cl) ou bromo (Br) na presença de um catalisador. Os catalisadores comumente utilizados são o cloreto de alumínio ($AlCl_3$) ou o cloreto de ferro(III), $FeCl_3$, para reações com gás cloro (Cl_2), e o brometo de ferro(III), $FeBr_3$, para reações com bromo (Br_2).



Benzeno — Gás cloro — Clorobenzeno — Cloreto de hidrogênio

A fluoração e a iodação não costumam ser realizadas por esse mecanismo, pois o flúor é muito reativo, o que torna a reação difícil de controlar, e porque com o iodo a reação, além de ser muito lenta, tem um rendimento baixo.

Compostos que apresentam átomos de halogênios ligados a um anel aromático são classificados como **haletos de arila**. Na nomenclatura desses compostos o halogênio pode ser indicado como um grupo substituinte, ou seja, antes do nome do anel aromático, como em clorobenzeno (C_6H_5Cl). Esse produto da cloração do benzeno também pode ser nomeado como cloreto de fenila, dado pela indicação do nome do haleto seguido da preposição "de" e do nome do grupo orgânico, nesse caso, o grupo fenil, acompanhado da terminação "a".

Outros grupos substituintes orgânicos, bem como prefixos, infixos e sufixos utilizados na nomenclatura sistemática, encontram-se nas tabelas para consulta ao final deste Volume.

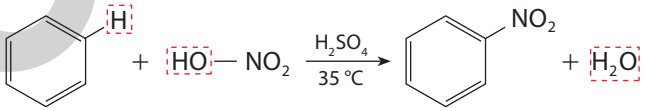
Outras substituições eletrofílicas aromáticas

Após termos analisado o mecanismo geral, precisamos apenas identificar o reagente eletrófilo específico para conhecer as outras possibilidades de reações de substituição eletrofílica aromática. Acompanhe alguns exemplos.

Nitração

Explique aos estudantes que a representação do ácido nítrico na reação de nitração foi feita com base na fórmula estrutural para evidenciar a presença do grupo substituinte nas moléculas dessa substância.

O nitrobenzeno é uma das matérias-primas utilizadas na fabricação do fármaco paracetamol. Compostos que apresentam ao menos um grupo nitro (—NO_2) ligado diretamente a um átomo de carbono são classificados como **nitrocompostos**. Essas substâncias são nomeadas indicando o grupo nitro como um grupo substituinte, ou seja, antes do nome do hidrocarboneto, como em nitrobenzeno ($C_6H_5NO_2$). A síntese de composto pode ser representada pela seguinte equação química, catalisada por ácido sulfúrico (H_2SO_4).

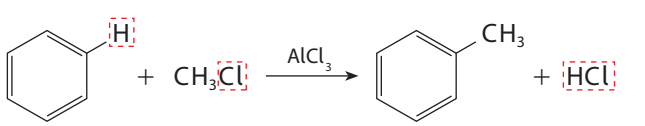


Benzeno — Ácido nítrico — Nitrobenzeno — Água

Alquilação e acilação de Friedel-Crafts

Essas reações foram desenvolvidas e patenteadas, em 1877, por dois químicos, o francês Charles Friedel (1832-1899) e o estadunidense James M. Crafts (1839-1917).

Em determinadas concentrações, o benzeno é um composto tóxico; por isso, busca-se substituí-lo em processos industriais e de laboratório. Um dos possíveis substitutos para o benzeno é o tolueno (metilbenzeno), um composto com características físico-químicas semelhantes. Ainda tóxico, porém menos que o benzeno, o tolueno pode ser sintetizado por meio da alquilação de Friedel-Crafts.



Benzeno — Cloreto de metila (haleto de alquila) — Tolueno — Cloreto de hidrogênio

Se julgar conveniente, discuta com os estudantes as implicações de patentear um processo ou uma substância.

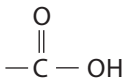
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Vale ressaltar que as diferentes teorias ácido-base são válidas e úteis em diferentes contextos no estudo da Química. Complemente que todo ácido de Arrhenius é também um ácido de Lewis, mas o contrário não se verifica com todas as substâncias.

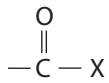
Note que para construir o nome sistemático de compostos monocíclicos derivados do benzeno com apenas um grupo substituinte, escreve-se o nome do substituinte seguido da palavra "benzeno", como em metilbenzeno, que apresenta o grupo metil (—CH_3) ligado à cadeia principal da molécula.

Enquanto os haletos de alquila e arila são derivados halogenados dos hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos, respectivamente, os **haletos de acila** são derivados halogenados dos ácidos carboxílicos.

Os ácidos carboxílicos são estudados na Unidade **Vida saudável**.



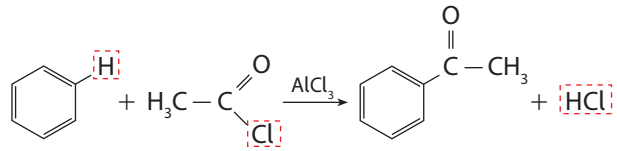
Grupo funcional dos ácidos carboxílicos.



Grupo funcional dos haletos de acila, em que X representa F, Cl, Br ou I.

A acilação do benzeno (e de seus derivados) é uma forma de obter **cetonas** aromáticas. Uma das maneiras de nomear as cetonas consiste em indicar a classe funcional "cetona" seguida dos nomes dos grupos alquila ou arila ligados à carbonila (C = O), em ordem alfabética, como no caso da cetona fenílica e metílica (acetofenona), um importante solvente utilizado na indústria de perfumes.

As cetonas são estudadas na Unidade **Vida saudável**.



Benzeno — Cloreto de acetila (haleto de acila) — Cetona fenílica e metílica — Cloreto de hidrogênio

O cloreto de acetila, ou cloreto de etanoíla (C_2H_3ClO), é um exemplo de haleto de acila derivado do ácido acético, ou ácido etanoico (CH_3COOH). A nomenclatura dessa classe funcional é dada pela indicação do nome do haleto seguido da preposição "de" e do nome do ácido carboxílico correspondente, substituindo-se o sufixo "oico" característico dos ácidos carboxílicos por "oíla".

Teoria ácido-base de Lewis

Os catalisadores empregados nas halogenações e nas substituições de Friedel-Crafts, como o cloreto de alumínio ($AlCl_3$) e o cloreto de ferro(III) ($FeCl_3$), são sais inorgânicos que atuam como **ácidos de Lewis** nessas reações. Eles interagem com o reagente que não apresenta o anel benzênico aumentando seu caráter eletrofílico, o que facilita as reações. Existem diversas teorias ácido-base que diferem, entre outros aspectos, no nível de abrangência. Por exemplo, a teoria proposta pelo químico sueco Svante August Arrhenius (1859-1927), no final do século XIX, é restrita a soluções aquosas e, portanto, pouco adequada para explicar as reações envolvendo compostos orgânicos pouco polares ou apolares, como os haletos de alquila, haletos de arila e alquilbenzenos, em que a água, por ser polar, não é um solvente que pode ser utilizado.

A polaridade das moléculas é estudada na Unidade **Explorando o Universo e a vida**.

No início da década de 1920, a discussão sobre caráter ácido-base era recorrente na comunidade científica, tanto que várias teorias surgiram de forma simultânea e independente. Uma delas foi elaborada pelo físico-químico estadunidense Gilbert Newton Lewis (1875-1946), na qual se propôs que apresentam caráter ácido as espécies químicas que recebem um par de elétrons na reação e caráter básico as que doam o par de elétrons. Nas alquilações de Friedel-Crafts, por exemplo, o íon alumínio no cloreto de alumínio recebe um par de elétrons do halogênio no haleto de alquila. Assim, na etapa de ativação, o haleto de alquila é uma base de Lewis e o cloreto de alumínio, um ácido de Lewis.

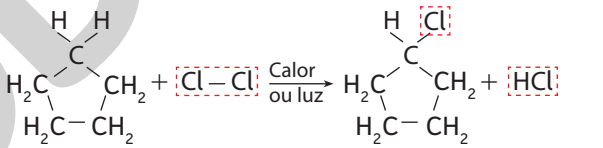
Essa definição de caráter ácido-base é condizente com a relação que Lewis estabeleceu entre a distribuição eletrônica e as propriedades das substâncias, além de muito abrangente, pois independe da presença de alguma estrutura química em específico.

O modelo de Lewis para a estrutura da matéria é estudado na Unidade **Explorando o Universo e a vida**.

Comparando reações de adição e substituição

Vamos comparar as halogenações de dois hidrocarbonetos cíclicos saturados, classe de compostos orgânicos também conhecida como **cicloalcanos**.

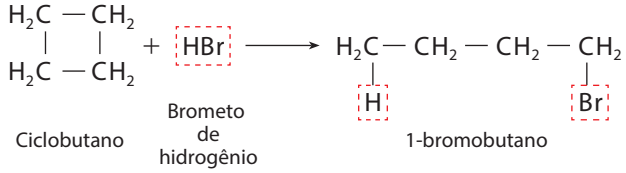
Ciclopropano — Gás cloro — 1,3-dicloropropano



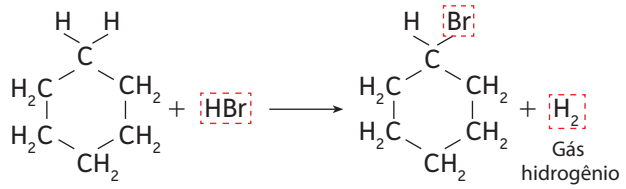
Ciclopentano — Clorociclopentano — Cloreto de hidrogênio

Note que, sob as mesmas condições, o ciclopropano participa de uma reação de adição em que ocorre ruptura do anel, enquanto o ciclopentano faz reação de substituição.

Vamos analisar agora o comportamento de outros dois cicloalcanos no processo de hidro-halogenação com ácidos concentrados.



Ciclobutano — Brometo de hidrogênio — 1-bromobutano



Ciclo-hexano — Bromociclo-hexano — Gás hidrogênio

Verifique se os estudantes compreendem que neste contexto doar um par de elétrons pode levar à formação de um intermediário iônico do tipo carbocátion ou de um complexo, dependendo da estrutura química da base de Lewis. Os compostos de coordenação são estudados nas Unidades **Esportes** e **Humanos, metais e máquinas**.

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

EM MODERNA

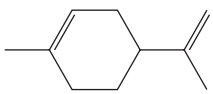
Ao abordar as reações de adição e de substituição, forneça exemplos de compostos alicíclicos com diferentes números de átomos de carbono e discuta os diversos aspectos relacionados à reatividade química e aos tipos de reação que ocorrerão preferencialmente.

Nas mesmas condições reacionais, o ciclobutano participa de uma reação de adição em que ocorre ruptura do anel, enquanto o ciclo-hexano faz uma reação de substituição.

Como podemos explicar as diferenças observadas na reatividade dos cicloalcanos?

Estabilidade de cicloalcanos

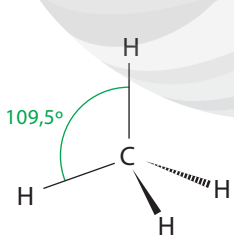
Alguns hidrocarbonetos alicíclicos são comumente encontrados na natureza. O limoneno, por exemplo, pode ser obtido de óleos essenciais extraídos da casca de frutas cítricas, sobretudo da laranja e do limão.



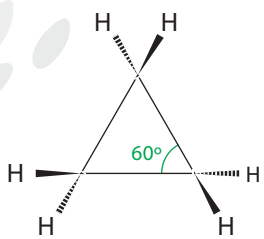
O 4-isoprenil-1-metilciclo-hexeno, nome sistemático do limoneno, é utilizado como precursor de substâncias empregadas na indústria alimentícia e na fabricação de produtos para higiene.

De maneira geral, hidrocarbonetos alicíclicos com cadeia formada por cinco ou seis átomos de carbono, como na cadeia principal do limoneno, são mais estáveis que os formados por três ou quatro átomos de carbono. Portanto, os primeiros são mais facilmente encontrados na natureza.

Esse fato, além dos mecanismos de reação diferentes anteriormente apresentados, é em parte explicado pela **teoria das tensões de Baeyer**, desenvolvida pelo químico alemão Johann Friedrich Adolf von Baeyer (1835-1917). Ele relacionou a reatividade de diversos cicloalcanos com os ângulos teóricos das ligações entre os átomos de carbono nesses compostos e concluiu que, quanto maior fosse a diferença entre esses ângulos e o ângulo de aproximadamente 109,5°, menos estável seria o cicloalcano. O valor de referência (109,5°) é o calculado para o ângulo de ligação em moléculas com geometria tetraédrica, como o metano (CH_4). No ciclopropano, por exemplo, o anel constituído de ligações entre três átomos de carbono tem a forma de um triângulo equilátero, com ângulos internos de ligação de 60°. A diferença entre os valores revela um desvio angular de 49,5° e mostra que há uma elevada tensão do anel no ciclopropano, o que faz aumentar a tendência de ruptura do anel, eliminando a tensão angular e estabilizando a molécula.



Metano



Ciclopropano

Em sua teoria, Baeyer supunha que a reatividade do ciclo-hexano fosse alta, pois considerava que os cicloalcanos eram planos. Assim, as moléculas dessa substância teriam a forma de um hexágono regular com ângulos internos de 120° nas ligações entre os átomos de carbono, resultando em um desvio angular de 10,5°.

Comente que, embora sua teoria de que os cicloalcanos seriam planares estivesse incorreta, Baeyer proporcionou grandes avanços na química dos corantes orgânicos, como o índigo, tendo inclusive recebido o Prêmio Nobel de Química, em 1905, por suas contribuições nessa área.

A **Tabela 5.1** compara os valores de energia liberada na combustão dos cinco primeiros membros da série homóloga dos cicloalcanos. Uma **série homóloga** é aquela em que os compostos diferem por um grupo metileno (—CH_2—).

Tabela 5.1 Entalpias-padrão de combustão ($-\Delta H°$) de cicloalcanos

Nome (número de grupos CH_2)	Entalpia de combustão por grupo CH_2 (kJ mol^{-1})
Ciclopropano (3)	166,6
Ciclobutano (4)	162,7
Ciclopentano (5)	157,3
Ciclo-hexano (6)	156,0
Ciclo-heptano (7)	157,0

Fonte consultada: CAREY, F. *Química Orgânica*. Tradução: Kátia A. Roque, Jane de Moura Menezes e Telma Regina Matheus. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011. v. 1.

Combustíveis mais estáveis liberam menos energia durante a combustão. Logo, entre os cicloalcanos, o ciclo-hexano é o composto com estrutura mais estável energeticamente. O desvio entre as propriedades previstas pela teoria de Baeyer e as propriedades verificadas experimentalmente pôde ser explicado considerando que, exceto pelo ciclopropano, os cicloalcanos não são planares.

A livre rotação ao redor das ligações simples faz com que as moléculas adquiram diferentes arranjos espaciais, denominados **conformações de cadeia**. Algumas dessas conformações na molécula de ciclo-hexano fazem com que os ângulos de ligação entre os átomos de carbono estejam próximos de 109,5°. Com isso, as tensões no anel são minimizadas. A conformação mais estável do ciclo-hexano é denominada **conformação cadeira** (**Fig. 5.2**) e está associada à baixa tensão angular, entre outros fatores.

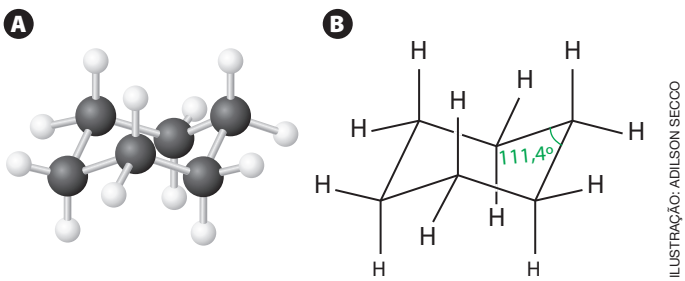


ILUSTRAÇÃO: ADILSON SECCO

Figura 5.2 **(A)** Modelo de esferas e bastões do ciclo-hexano na conformação cadeira. **(B)** Fórmula estrutural do ciclo-hexano na conformação cadeira, em que os ângulos internos medem 111,4°. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

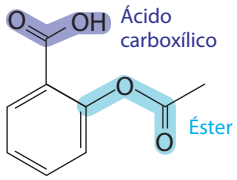
Enfatize que existem outras conformações possíveis. Inclusive, se julgar conveniente, você pode demonstrar, por exemplo, a conformação barco, comparando-a com a conformação cadeira do ponto de vista energético e do afastamento dos átomos de hidrogênio.

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

Analgésicos

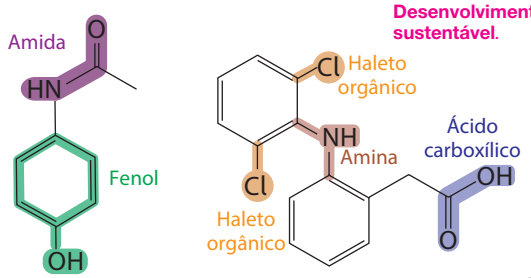
A Câmara de Regulação do Mercado de Medicamentos (CMED), órgão vinculado à Anvisa, informa que o comércio de medicamentos no Brasil movimentou mais de R$ 76 bilhões em 2018 e que, dos dez medicamentos mais vendidos, três deles são formulados com analgésicos.

Os analgésicos menos potentes e com curto tempo de ação no organismo, destinados ao tratamento de dores leves ou moderadas, podem ser adquiridos sem necessidade de receita médica. Eles apresentam estruturas químicas diversificadas, como é o caso do ácido acetilsalicílico ($C_9H_8O_4$), do paracetamol ($C_8H_9NO_2$) e do diclofenaco ($C_{14}H_{11}Cl_2NO_2$), fármacos que também têm ação antipirética e anti-inflamatória localizada.



Ácido acetilsalicílico

As substâncias citadas pertencem à classe dos anti-inflamatórios não esteroidais (AINE). Os esteroides são estudados na Unidade **Esportes**. As amidas são estudadas na Unidade **Vida saudável** e os ésteres, na Unidade **Desenvolvimento sustentável**.



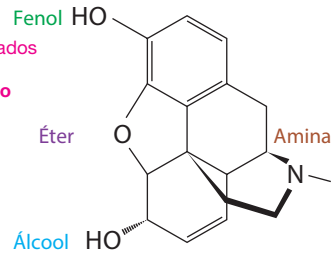
Paracetamol — Diclofenaco

Já os analgésicos presentes no ópio, extrato natural obtido da papoula-do-oriente (*Papaver somniferum*), têm ação mais potente e podem ser utilizados para o alívio das dores mais intensas e debilitantes, como as que ocorrem em pacientes oncológicos ou em pessoas que sofreram queimaduras severas. Como o uso indiscriminado dessas substâncias pode levar à dependência, medicamentos contendo esses princípios ativos só podem ser adquiridos com prescrição médica. Independentemente da necessidade de receita médica ou não, a automedicação é uma prática que deve ser evitada.

Morfina e heroína

A morfina ($C_{17}H_{19}NO_3$) foi o primeiro alcaloide isolado do ópio, o que ocorreu no início do século XIX. O autor do estudo, o farmacêutico alemão Friedrich W. Adam Sertürner (1783-1841), nomeou a substância em referência ao deus grego do sono Morfeu, em virtude de suas propriedades sedativas. A estrutura química da morfina é bastante complexa, tanto que ela só foi comprovadamente elucidada cerca de 150 anos após o isolamento da substância. Trata-se de um composto policíclico em que nem todos os ciclos são coplanares como acontece nos HPA.

Os álcoois e os éteres são estudados na Unidade **Desenvolvimento sustentável**.



Morfina

Ressalte que, na época da síntese da heroína, a exigência de que a segurança de um medicamento fosse comprovada por meio de testes rigorosos antes de sua comercialização ainda não havia sido efetivamente implementada.

Como muito antes da definição exata da estrutura da morfina já se conhecia as funções químicas presentes, as primeiras relações estrutura-atividade biológica desse fármaco puderam ser estabelecidas ainda no século XIX. Esses estudos incentivaram químicos e farmacêuticos a pesquisar a obtenção de derivados da morfina tão potentes quanto ela, mas com menor propensão a desenvolver dependência. É nesse contexto que surge a heroína, no fim do século XIX. Com base na acetilação do ácido salicílico, que levou à síntese de um medicamento – o ácido acetilsalicílico (AAS) – com melhor absorção e menos efeitos colaterais que o produto natural, os pesquisadores de uma indústria farmacêutica alemã promoveram a acetilação da morfina, obtendo a heroína, que é um analgésico mais eficiente. Anos após o início de sua comercialização, comprovou-se que a heroína poderia causar uma dependência maior do que a morfina.

A substituição dos grupos hidroxila (—OH) da morfina pelos grupos acetil torna as moléculas de heroína mais eficientes em atravessar a barreira hematoencefálica, estrutura celular que impede ou dificulta a livre passagem de substâncias do sangue para o sistema nervoso central. Após atravessar a barreira hematoencefálica, as moléculas de heroína são desacetiladas, convertendo-se novamente em morfina. Assim, comparativamente, mais moléculas da substância ativa chegam ao cérebro com uma dose menor de medicamento.

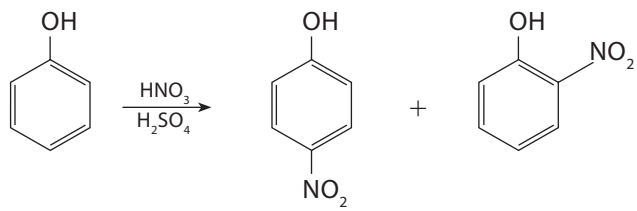
Comente que, de forma similar ao caso da heroína, as moléculas de AAS são desacetiladas após absorção pela mucosa digestiva, convertendo-se novamente no ácido salicílico, que é a substância ativa. O ácido salicílico pode ser extraído da casca do salgueiro-branco (*Salix alba*) ou das folhas da ulmária (*Spiraea ulmaria*), por exemplo.

Paracetamol

A obtenção do paracetamol, ou acetaminofeno, data do fim do século XIX. Sua síntese é realizada em uma sequência de três etapas, a partir do fenol (C_6H_5OH).

- Etapa 1: **nitração** do fenol, substância caracterizada pela presença do grupo hidroxila (—OH) diretamente ligado ao anel benzênico. São obtidos dois compostos isômeros de fórmula molecular $C_6H_5NO_3$ com rendimentos muito próximos.

Os isômeros constitucionais são estudados na Unidade **Esportes**.



Fenol — 4-nitrofenol (*p*-nitrofenol) — 2-nitrofenol (*o*-nitrofenol)

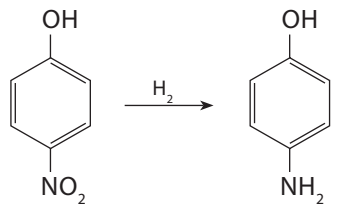
Ressalte que esses esquemas, muito utilizados em Química Orgânica, mostram as etapas e algumas substâncias envolvidas nos processos químicos, mas sem necessariamente respeitar as relações estequiométricas. Ajude os estudantes a interpretá-los, solicitando que escrevam as equações químicas correspondentes.

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

MODERNA

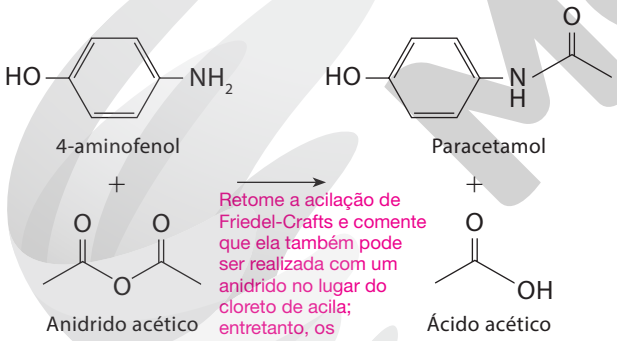
Note que, para nomear os compostos derivados do fenol, escreve-se a localização e o nome do grupo substituinte seguido do nome da classe funcional "fenol". Nesses casos, a posição 1 no anel benzênico é aquela em que o grupo hidroxila está ligado. Quando dois substituintes estão presentes no anel benzênico, uma alternativa à nomenclatura sistemática é utilizar, no lugar dos localizadores numéricos, os prefixos "*o*", "*m*" e "*p*". O prefixo "*o*" provém da palavra grega *orto*, que significa "diretamente", e é utilizado para indicar que os substituintes estão localizados nas posições 1 e 2 do anel benzênico. O prefixo "*m*" provém da palavra grega *meta*, que significa "depois de", e é utilizado para indicar que os substituintes estão localizados nas posições 1 e 3 do anel benzênico. Por fim, o prefixo "*p*" provém da palavra grega *para*, que significa "mais longe de", e é utilizado para indicar que os substituintes estão localizados nas posições 1 e 4 do anel benzênico.

- Etapa 2: após a separação dos isômeros, faz-se a **redução** do 4-nitrofenol por meio da reação com o gás hidrogênio (H_2). Os produtos dessa reação são o 4-aminofenol (C_6H_7NO) e a água.



4-nitrofenol (*p*-nitrofenol) — 4-aminofenol (*p*-aminofenol)

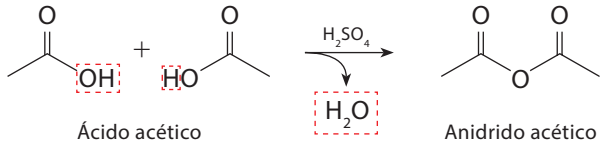
- Etapa 3: **acilação**, para substituição de um dos átomos de hidrogênio do grupo amino (—NH_2) por um grupo acetil, utilizando o anidrido acético ($C_4H_6O_3$).



Retome a acilação de Friedel-Crafts e comente que ela também pode ser realizada com um anidrido no lugar do cloreto de acila; entretanto, os anidridos são menos reativos.

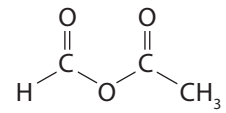
Os anidridos formam uma classe de compostos orgânicos obtida por meio da reação de **desidratação intermolecular** de ácidos carboxílicos. Nessa reação, duas moléculas de ácido carboxílico dão origem a uma molécula do anidrido correspondente eliminando uma molécula de água.

Acompanhe a obtenção do anidrido acético, ou anidrido etanoico, a partir do ácido acético, ou ácido etanoico ($C_2H_4O_2$). O ácido sulfúrico concentrado atua como catalisador, aumentando a rapidez de formação dos produtos.



Ácido acético — Anidrido acético

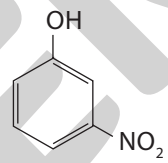
O nome dos anidridos é atribuído conforme o nome do ácido carboxílico correspondente, pela substituição do termo "ácido" por "anidrido". Caso a desidratação ocorra entre moléculas de reagentes distintos, o nome do anidrido é composto do nome de ambos os ácidos carboxílicos originais, em ordem alfabética, separados pela conjunção "e".



Anidrido etanoico e metanoico

Reações de substituição eletrofílica em derivados do benzeno

Você pode estar se perguntando por que, na etapa 1, o isômero 3-nitrofenol não foi indicado, uma vez que, teoricamente, o grupo nitro (—NO_2) poderia substituir um átomo de hidrogênio em qualquer posição do anel aromático.



3-nitrofenol (*m*-nitrofenol)

A presença de um grupo substituinte no anel benzênico, como o grupo hidroxila no fenol, muda a distribuição da densidade eletrônica na molécula, facilitando a substituição em determinadas posições do anel aromático.

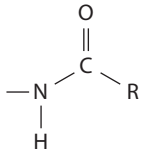
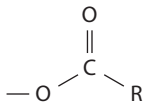
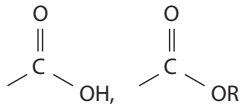
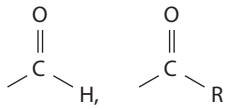
Átomos, ou grupo de átomos, que tornem o anel mais reativo do que o benzeno são denominados **grupos ativadores**, ou seja, grupos que tornam a reação de substituição em compostos aromáticos mais rápida. Em contrapartida, átomos, ou grupo de átomos, que tornem o anel menos reativo do que o benzeno são denominados **grupos desativadores**, ou seja, grupos que tornam a reação de substituição em compostos aromáticos mais lenta.

Além de alterar a rapidez da reação, a presença de substituintes no anel benzênico também afeta a posição em que um átomo, ou grupo de átomos, substituirá um hidrogênio do anel durante a reação. Ou seja, os substituintes podem favorecer a ocorrência da reação em átomos de carbono *orto* e *para*, posições 2 e 4, respectivamente, em relação à sua posição no anel. Nesses casos, eles são denominados **orientadores *orto-para***. Podem, ainda, favorecer a reação em átomos de carbono *meta*, posição 3 em relação à sua posição no anel, e, nesses casos, são denominados **orientadores *meta***. A **Tabela 5.2** reúne os grupos ativadores e desativadores mais comuns, indicando o efeito desses grupos na orientação das substituições.

MODERNA

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

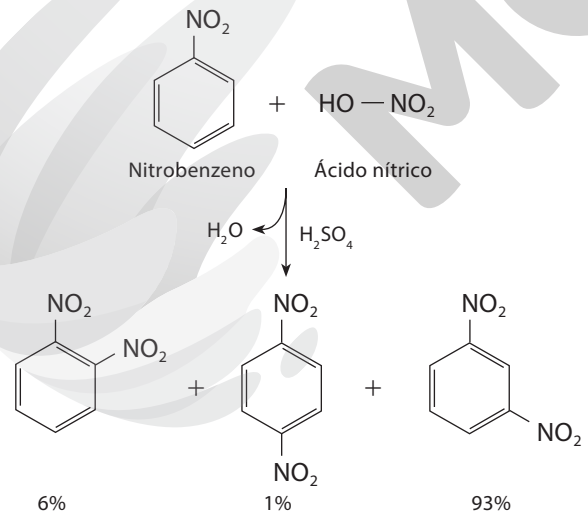
Tabela 5.2 Efeito dos substituintes nas reações de substituição eletrofílica aromática*

Orientadores *orto-para*	Orientadores *meta*
Grupos ativadores $-CH_3$, $-CH_2-CH_3$ $-NH_2$ $-OH$, $-OR$   **Grupos moderadamente desativadores** $-F$, $-Cl$, $-Br$, $-I$	**Grupos fortemente desativadores** $-C\equiv N$ $-SO_3H$   $-NO_2$ $-CF_3$, $-CCl_3$

*A letra R foi utilizada para indicar um hidrocarboneto alifático qualquer.

Assim, na síntese do paracetamol, uma das razões para a obtenção pouco significativa do isômero 3-nitrofenol na etapa 1deve-se ao fato de o substituinte do anel benzênico, a hidroxila, ser um orientador *orto-para*.

Suponha, por exemplo, que se pretenda produzir, em escala industrial, o 1,3-dinitrobenzeno (ou *m*-dinitrobenzeno) por meio da nitração do nitrobenzeno. Essa síntese é viável? Para responder a essa questão, deve-se analisar o substituinte presente no anel benzênico do reagente: o grupo nitro ($-NO_2$). De acordo com a **Tabela 5.2**, o grupo nitro é um desativador do anel e um orientador *meta*. Assim, espera-se que a nitração do nitrobenzeno ocorra de forma mais lenta que a nitração do benzeno e que o produto majoritário da reação seja o 1,3-dinitrobenzeno.



Fonte: SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. *Organic Chemistry*. 10. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.

Essa reação é dez mil vezes mais lenta que a nitração do benzeno e 93% da substituição ocorre na posição *meta*, como previsto.

Comente que cada tipo de bebida alcoólica tem um teor de etanol diferente; por isso, as doses têm volumes diferentes.

:: Bebidas alcoólicas

O consumo recreativo e ocasional de bebidas alcoólicas é uma prática bastante comum entre jovens e adultos das mais variadas idades; no Brasil, esses produtos são destinados exclusivamente para pessoas maiores de 18 anos. O consumo abusivo de bebidas alcoólicas é um problema de saúde pública que atinge 18,8% da população brasileira com mais de 18 anos, segundo dados de 2019 do Ministério da Saúde. Entre os homens, essa taxa é 12 pontos percentuais superior à observada entre as mulheres. Nesse levantamento, o Ministério da Saúde considerou como abusivo o consumo de cinco ou mais doses de bebidas alcoólicas pelos homens e quatro ou mais doses pelas mulheres, em uma mesma ocasião, pelo menos uma única vez em um período de trinta dias. A dose estipulada corresponde a uma lata de cerveja (350 mL), uma taça de vinho (90 mL) ou um cálice de bebidas destiladas (35 mL).

A presença de etanol (C_2H_5OH) em todas as bebidas alcoólicas é resultado de transformações químicas dos glicídios, como a glicose ($C_6H_{12}O_6$), denominadas em seu conjunto **fermentação alcoólica**. Na indústria, essas reações são mediadas por enzimas presentes em leveduras, fungos unicelulares como os da espécie *Saccharomyces cerevisiae*. Os diferentes tipos de bebida são resultado da matéria-prima e do processo de fabricação empregados. Na produção de cerveja, a fonte de glicídios é proveniente principalmente de cereais, como a cevada; na fabricação de vinho, da uva, e, no caso da cachaça, da cana-de-açúcar. Algumas bebidas passam por um processo adicional durante sua fabricação, a **destilação**, que eleva seu teor alcoólico. A destilação é um processo de purificação que tem como base a diferença na temperatura de ebulição das substâncias. A fermentação alcoólica pode ser representada, de forma simplificada, pela equação química a seguir.

$$C_6H_{12}O_6(aq) \xrightarrow{\text{Leveduras}} 2\ C_2H_5OH(aq) + 2\ CO_2(g)$$

A ingestão de bebidas alcoólicas pode causar sérios danos às pessoas que fazem uso de medicamentos que inibem o SNC, como os antidepressivos, anticonvulsionantes e calmantes. O etanol potencializa o efeito sedativo, causando sonolência e, em casos mais graves, perda de consciência, além de diminuir a eficácia dos fármacos contra as crises de epilepsia e os surtos psicóticos, por exemplo.

Reações de oxirredução: o metabolismo do etanol

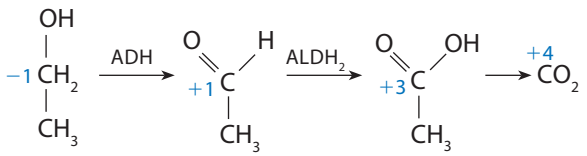
O principal órgão envolvido no metabolismo do etanol (C_2H_6O) é o fígado, onde ocorre a **oxidação** dessa substância produzindo acetaldeído, ou etanal (C_2H_4O), que também é tóxico e pode causar sintomas como dores de cabeça, náuseas e sensibilidade à luz. No organismo, essa reação

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

MODELO

Embora em pH fisiológico o ácido acético se encontre desprotonado, ou seja, na forma de acetato, optamos por representar a forma protonada para facilitar a compreensão dos estudantes.

é principalmente catalisada pela enzima álcool desidrogenase (ADH), que se apresenta ligada a dois íons zinco (Zn^{2+}), essenciais para a atividade catalítica. Em seguida, o acetaldeído também é oxidado dando origem ao ácido acético, ou ácido etanoico ($C_2H_4O_2$). Essa segunda reação é catalisada pela enzima aldeído desidrogenase ($ALDH_2$). Por fim, o ácido acético é decomposto, via ciclo de Krebs, em água e dióxido de carbono, os quais são eliminados principalmente na urina e no ar exalado. O processo metabólico envolvendo o etanol pode ser representado de forma simplificada pelo esquema a seguir, em que a oxidação dos compostos pode ser evidenciada pelo aumento no **número de oxidação** (Nox) do átomo de carbono ligado ao oxigênio, indicado na cor azul.



Etanol — Acetaldeído — Ácido acético — Dióxido de carbono

Pode-se compreender o Nox dos átomos em um composto molecular como a carga que eles teriam se suas ligações fossem completamente iônicas, em vez de covalentes. Isto é, ao determinar o Nox, todos os elétrons compartilhados na ligação química são atribuídos ao átomo mais eletronegativo, ou seja, com maior tendência a atrair os elétrons compartilhados na ligação. Os elementos químicos abaixo foram dispostos em ordem decrescente de eletronegatividade, segundo a escala de Pauling:

$$F > O > N \approx Cl > Br > I \approx S \approx C > P \approx H$$

Considere a fórmula de Lewis para o etanol, em que cada par de elétrons entre dois átomos indica uma ligação covalente:

Distribuição eletrônica é estudada na Unidade **Explorando o Universo e a vida**.

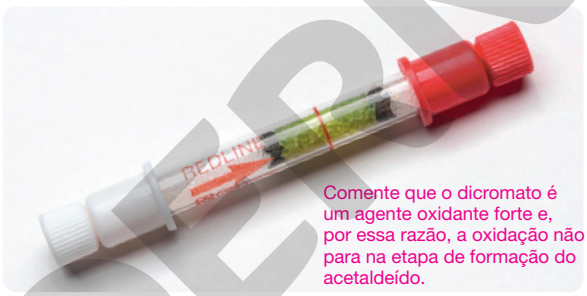
Para designar o Nox do átomo de carbono ligado ao átomo de oxigênio, devemos avaliar cada uma das ligações químicas formadas por esse átomo de carbono. Os dois elétrons compartilhados com o outro átomo de carbono são atribuídos um para cada átomo, pois não há diferença de eletronegatividade entre eles. Os quatro elétrons compartilhados com os átomos de hidrogênio são atribuídos ao átomo de carbono, que é o átomo mais eletronegativo. Já os elétrons compartilhados na ligação com o oxigênio são atribuídos ao átomo de oxigênio, que, nesse caso, é o mais eletronegativo. Isso daria ao carbono cinco elétrons na camada de valência, um a mais do que o átomo isolado. Por esse motivo, designa-se a ele o Nox −1, uma vez que os elétrons têm carga negativa.

Assim, é comum que átomos de carbono de uma mesma molécula apresentem diferentes valores de Nox, dependendo do tipo e da quantidade de átomos a que estão ligados. No segundo átomo de carbono na molécula do etanol, os seis elétrons compartilhados com os átomos de hidrogênio são atribuídos ao átomo de carbono, que resultaria em sete elétrons na camada de valência, três a mais do que o átomo isolado. Logo, o Nox desse átomo é −3.

Enfatize que as reações de oxirredução são reversíveis. As oxirreduções biológicas são estudadas na Unidade **Energia e vida**.

O teste do bafômetro

Uma das formas de comprovar a embriaguez é por meio do etilômetro, também conhecido como bafômetro. Modelos descartáveis de etilômetro (**Fig. 5.3**) indicam a presença de vapor de etanol no ar exalado, por meio da mudança na coloração do indicador. Isso se dá porque as moléculas de etanol podem ser oxidadas por **agentes oxidantes inorgânicos**, como o dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$). Nesse caso, os íons crômio(VI), que conferem coloração alaranjada ao ânion poliatômico dicromato, oxidam as moléculas orgânicas ao mesmo tempo que são reduzidos a íons crômio(III), de coloração esverdeada. Nesse processo ocorre a diminuição no Nox do crômio de +6 para +3.



Comente que o dicromato é um agente oxidante forte e, por essa razão, a oxidação não para na etapa de formação do acetaldeído.

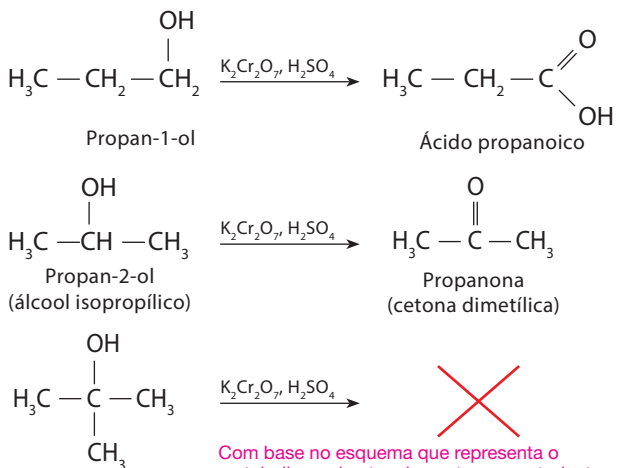
DAVID HARE/ALAMY/FOTOARENA

Figura 5.3 Etilômetro descartável. Nota-se a cor esverdeada do indicador, evidenciando a presença de vapor de etanol no ar exalado pela pessoa testada.

As reações de desidratação dos álcoois e sua nomenclatura são estudadas na Unidade **Desenvolvimento sustentável**.

A influência da estrutura na reatividade dos álcoois

Assim como o etanol, o propan-1-ol é oxidado a um ácido carboxílico na presença de crômio(VI). Nas mesmas condições reacionais, o propan-2-ol é oxidado a uma cetona e o 2-metilpropan-2-ol não reage. A ocorrência ou não dessas reações pode ser verificada por meio da coloração do meio reacional, como estudado anteriormente no teste do bafômetro.



Propan-1-ol — Ácido propanoico

Propan-2-ol (álcool isopropílico) — Propanona (cetona dimetílica)

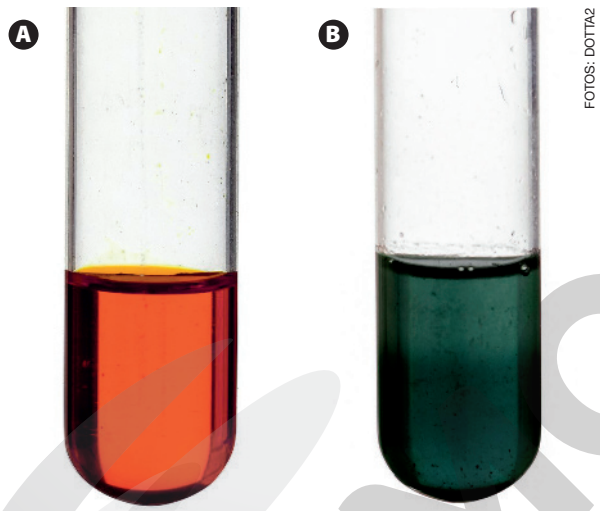
2-metilpropan-2-ol, (álcool *terc*-butílico)

Com base no esquema que representa o metabolismo do etanol, mostre aos estudantes que os álcoois primários são, inicialmente, oxidados a aldeídos e, depois, a ácidos carboxílicos. Como a reação não cessa após a formação do aldeído, a equação foi descrita em uma única etapa.

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

Nota-se que as características do átomo de carbono ao qual está ligado o grupo hidroxila têm influência na reatividade dos álcoois. Quando o grupo hidroxila está ligado a um átomo de carbono **primário**, ou seja, um átomo de carbono que se liga a apenas outro átomo de carbono, o álcool é oxidado a ácido carboxílico. Quando o grupo hidroxila está ligado a um átomo de carbono **secundário**, ou seja, um átomo de carbono que se liga a apenas dois outros átomos de carbono, o álcool é oxidado a cetona. Por fim, quando o grupo hidroxila está ligado a um átomo de carbono **terciário**, um átomo de carbono que se liga a outros três átomos de carbono, o álcool não é oxidado pelo crômio(VI).

Com base em observações como essas, é possível aplicar um teste qualitativo para diferenciar álcoois primários, secundários e terciários. Um desses testes, chamado **teste de Jones**, em homenagem ao químico galês Ewart Ray Herbert Jones (1911-2002), consiste na utilização do reagente óxido de crômio(VI), CrO_3, em ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado (**Fig. 5.4**).

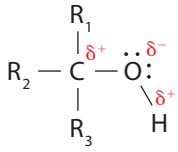


FOTOS: DOTTA2

Figura 5.4 Resultado do teste de Jones para um álcool terciário **(A)** e para um álcool primário ou secundário **(B)**.

Outra forma rápida e simples de diferenciar álcoois primários, secundários e terciários de baixa massa molecular com base em suas diferentes reatividades é aplicar o **teste de Lucas**, o qual emprega um reagente menos tóxico que o crômio. Esse método foi formulado em 1930 pelo químico estadunidense Howard J. Lucas (1885-1963). O teste consiste no contato entre a amostra e o reagente de Lucas, uma solução obtida pela mistura de ácido clorídrico (HCl) concentrado e cloreto de zinco ($ZnCl_2$).

Esse teste qualitativo baseia-se em uma reação de **substituição nucleofílica**, em que o ânion cloreto substitui o grupo hidroxila, e leva em consideração a rapidez relativa da reação para cada tipo de álcool.



Fórmula geral dos alcoóis. Os símbolos R_1, R_2 e R_3 representam cadeias carbônicas ou átomos de hidrogênio e os símbolos δ^+ e δ^-, cargas parciais.

Nota-se que o átomo de carbono ligado ao grupo hidroxila é deficiente em elétrons, favorecendo o mecanismo de substituição pela interação com um nucleófilo como o cloreto (Cl^-). A densidade de carga do carbono ligado à hidroxila é também influenciada pela natureza química dos ligantes R_1, R_2 e R_3. Dependendo da eletronegatividade do ligante, ele pode levar a um aumento ou a uma diminuição da densidade eletrônica da vizinhança. Esse fenômeno é chamado de **efeito indutivo** e, como é de natureza eletrostática, diminui com a distância. Durante a reação de substituição nucleofílica, ocorre **heterólise** da ligação carbono-oxigênio formando-se uma espécie orgânica instável carregada positivamente, o **carbocátion**. Os grupos alquila aumentam a estabilidade desse intermediário por efeito indutivo, favorecendo a reação.

Retome com os estudantes a discussão da **Tabela 5.2**.

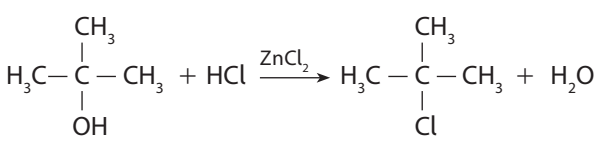
Assim, os álcoois terciários reagem de forma imediata com o reagente de Lucas levando à síntese de um cloreto de alquila que, por ser insolúvel em água, torna o meio reacional turvo. Os álcoois secundários levam em torno de cinco minutos para reagir, tornando o meio turvo após esse tempo, enquanto os álcoois primários reagem muito lentamente nessas condições (**Fig. 5.5**).

Comente que, dependendo do álcool primário, pode demorar vários dias para que seja possível visualizar turbidez no meio reacional.

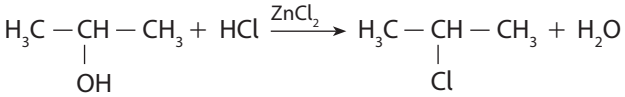
CC BY-SA 3.0/WIKIMEDIA FOUNDATION, INC.

Figura 5.5 Resultado do teste de Lucas para um álcool primário (à esquerda) e um álcool terciário (à direita).

A seguir são apresentadas as equações químicas que ocorrem no teste de Lucas para álcoois terciários e secundários.



2-metilpropan-2-ol — 2-cloro-2-metilpropano



Propan-2-ol — 2-cloropropano

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

MODERNA

Química Verde e a síntese orgânica

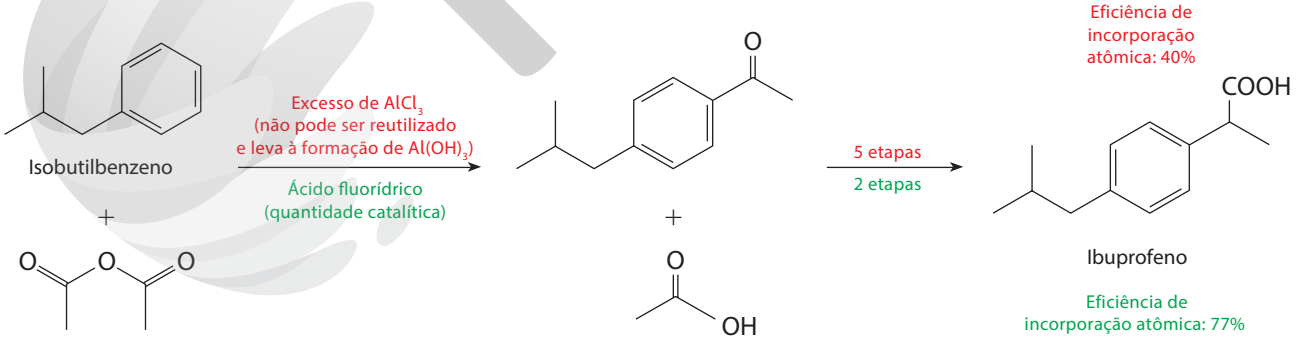
A Química Verde é um conjunto de ações para a fabricação de produtos químicos por meio de processos projetados para reduzir ou eliminar impactos ambientais negativos. Tais ações estão sumarizadas na **Figura 5.6**. A produção do ibuprofeno ($C_{13}H_{18}O_2$), fármaco usado no tratamento de inflamações, febre e no alívio da dor, é um exemplo de aplicação dos princípios da Química Verde na síntese de moléculas bioativas.

Dê alguns exemplos de substâncias auxiliares como solventes, catalisadores e agentes secantes.

Figura 5.6 Síntese dos princípios da Química Verde.

Desde a sua criação, na década de 1960, o ibuprofeno vinha sendo sintetizado por um processo de seis etapas que alcançava uma eficiência de incorporação dos átomos dos reagentes nos produtos de apenas 40%. Ou seja, considerando a massa de todos os átomos envolvidos no processo, o desperdício era de 60%, contrariando o princípio da **economia atômica**. No início da década de 1990, uma nova rota de síntese foi desenvolvida e o ibuprofeno passou a ser obtido em apenas três etapas, com uma eficiência de incorporação dos átomos dos reagentes nos produtos de 77%. Em ambos os casos, a síntese começa com a acetilação do isobutilbenzeno ($C_{10}H_{14}$). Porém, na nova rota, no lugar do cloreto de alumínio ($AlCl_3$) em excesso, utiliza-se ácido fluorídrico (HF) como catalisador. Isso diminui a produção de resíduos e a necessidade de substâncias auxiliares, uma vez que o ácido fluorídrico é usado em menor quantidade e pode ser reaproveitado no processo.

O esquema a seguir permite comparar a rota tradicional de síntese desse fármaco, em vermelho, com a rota Verde, assim chamada em função da redução no número de etapas e da quantidade de materiais, além da quantidade e do tipo de resíduos envolvidos.



Enfatize que o conceito de economia atômica é um parâmetro teórico oriundo da estequiometria da reação. Ele não leva em consideração o rendimento real obtido em laboratório nem a presença de solventes e catalisadores.

Fonte consultada: POLIAKOFF, M.; LICENCE, P. Sustainable technology: green chemistry. *Nature*, n. 450, p. 810-812, dez. 2007.

Atingir 100% de economia atômica é um feito raro, mas possível em termos de mecanismo de síntese orgânica. As **cicloadições de Diels-Alder** são exemplos de reações em que toda a massa dos reagentes é incorporada no produto.

Fique por dentro

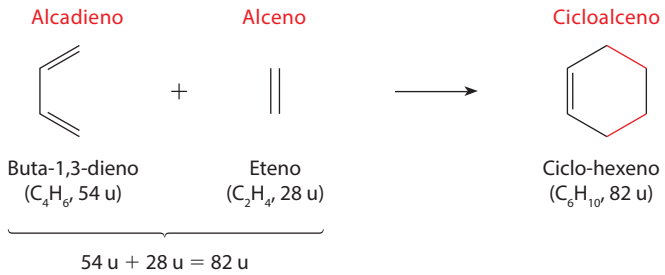
Ciência sem limites – Química Verde

Reportagem produzida pela TV Unesp que trata dos princípios da Química Verde e de sustentabilidade. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AAf0o0VZ8To>. Acesso em: 16 ago. 2020.

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

MODERNA

Esse tipo de reação, proposto pelos químicos alemães Otto P. H. Diels (1876-1954) e Kurt Alder (1902-1958), permite a formação de duas ligações carbono-carbono, sem a necessidade da presença de catalisadores. Para isso, é necessário que um dos reagentes apresente duas ligações duplas (alcadieno) dispostas de forma alternada e o outro apresente uma ligação dupla (alceno). Acompanhe o exemplo a seguir, envolvendo hidrocarbonetos, em que se comparam os dados de massa atômica das moléculas envolvidas nesse processo.

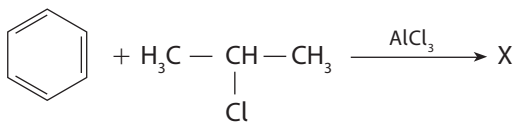


Auxilie os estudantes a obter os dados de massa atômica na tabela periódica disponível ao final deste Volume.

Atividades

Registre em seu caderno

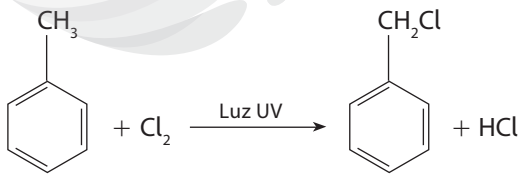
1. Os derivados do benzeno são utilizados com mais frequência que o próprio benzeno porque muitos são menos tóxicos. Na reação representada a seguir, ocorre a formação de um desses derivados (X).



Sobre essa reação, qual das alternativas abaixo é a correta?

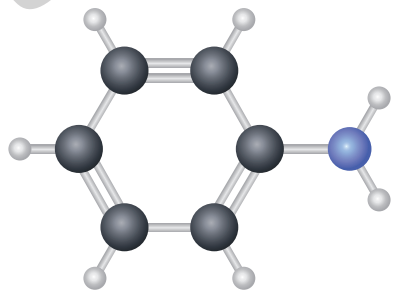
a) O $AlCl_3$ não é o catalisador.
b) O cloro será adicionado ao benzeno.
c) Ocorrerá adição do grupo propil ao benzeno.
d) A reação é um exemplo típico de acilação de Friedel-Crafts.
e) O produto majoritário dessa reação será o isopropilbenzeno.

2. (Cesupa) A reação representada abaixo é um importante método de obtenção de compostos organoclorados, de larga utilização na indústria química. Com referência a esta reação, podemos afirmar que a mesma é uma reação de



a) adição nucleofílica.
b) adição eletrofílica.
c) adição via radicais livres.
d) substituição via radicais livres.

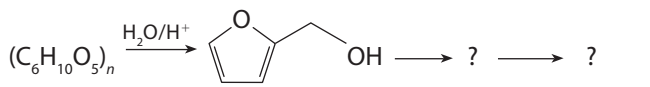
3. O modelo molecular a seguir, em que os átomos de hidrogênio estão representados na cor cinza-claro, os de carbono, na cor cinza-escuro e os de nitrogênio, em azul, representa a anilina, uma amina derivada do benzeno bastante utilizada na indústria para a produção de corantes e herbicidas.



NELSON MATSUDA

a) Indique a fórmula molecular da anilina.
b) Proponha uma sequência de reações químicas que, a partir do benzeno, permitam a obtenção do composto representado.

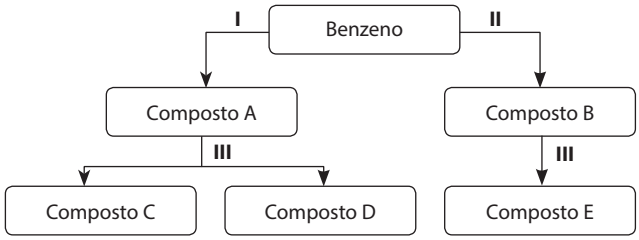
4. A hidrólise ácida da celulose presente em rejeitos como o bagaço da cana-de-açúcar resulta na formação de álcool furfurílico, que pode ser convertido a insumos de alto valor agregado utilizados pela indústria química. Reproduza o esquema a seguir em seu caderno, completando-o com a fórmula estrutural e o nome da função química dos produtos formados, assim como o tipo de reação envolvida em cada etapa.



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

MODERNA

5. O esquema a seguir indica uma sequência de etapas que, a partir do benzeno, permite obter cinco compostos diferentes.



Etapa I – alquilação de Friedel-Crafts, com cloreto de metila e $AlCl_3$.

Etapa II – acilação de Friedel-Crafts, com cloreto de acetila e $AlCl_3$.

Etapa III – nitração, com ácido nítrico e H_2SO_4.

Quais são as fórmulas estruturais dos compostos indicados como C, D e E?

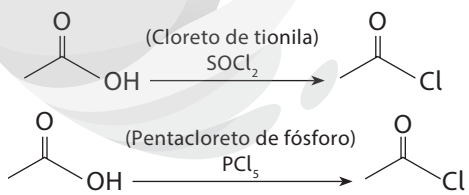
6. O Armandinho, uma personagem criada pelo ilustrador Alexandre Beck, é uma criança muito curiosa e observadora, e isso, muitas vezes, resulta em situações embaraçosas. Acompanhe um dos diálogos entre ele e seu pai.

Se você fosse o pai do Armandinho, como responderia ao argumento apresentado pelo menino?

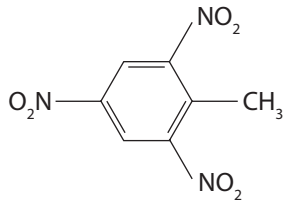
7. Compostos orgânicos com propriedades farmacêuticas podem ser obtidos por meio de processos de síntese, em laboratório. Entre os tipos de reação estudados, qual reflete melhor um dos princípios da Química Verde por não gerar subprodutos?

a) Substituição.
b) Adição.
c) Eliminação.
d) Oxirredução.

8. Existe mais de uma rota sintética para a obtenção de haletos de acila. A seguir, são esquematizados dois métodos. Em qual deles se obtém maior economia atômica? Justifique.



9. O TNT é uma substância explosiva usada na fabricação de dinamites. Essa substância pode ser obtida em duas etapas reacionais:



TNT

I. alquilação do benzeno, para produzir o tolueno (metilbenzeno);
II. nitração do tolueno, com excesso de ácido nítrico, para a obtenção do TNT.

Com base nas etapas descritas,

a) indique a equação química que representa a reação II.

b) explique o motivo de as nitrações terem ocorrido em posições específicas no anel aromático.

10. Em um laboratório, foi encontrado um frasco sem rótulo, apenas identificado com uma etiqueta que informava: Álcool – $C_4H_{10}O$. Para identificar o composto, um estudante preparou os reagentes de Lucas e de Jones, fazendo-os reagir com pequenas porções da substância, em dois tubos de ensaio separadamente, anotando seus resultados.

	Teste	Aspecto antes da reação	Observações ao final da reação
1	Álcool	Líquido incolor	O álcool se dissolveu no reagente de Lucas e formou-se uma suspensão.
	Reagente de Lucas	Líquido incolor	
2	Álcool	Líquido incolor	O álcool se dissolveu no reagente de Jones e o meio mudou de cor.
	Reagente de Jones	Líquido alaranjado	

Com base nas anotações, indique o nome e a fórmula estrutural do álcool contido no frasco. Justifique sua conclusão.

11. Pela síntese de Friedel-Crafts, quantas cetonas derivadas de benzeno diferentes podem ser obtidas por monossubstituição quando se reage 1 mol de naftaleno com 1 mol de cloreto de etanoíla? Justifique desenhando suas fórmulas estruturais. Dica: construa modelos moleculares físicos dos reagentes utilizando palitos de churrasco e bolas de isopor, ou palitos de dente e massa de modelar, e avalie se as representações obtidas são de uma mesma substância ou não ao tentar sobrepô-las.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

TEMA 6

Adolescência, puberdade e saúde reprodutiva

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6; 8; 10

Habilidades: EM13CNT104; EM13CNT202; EM13CNT207; EM13CNT301; EM13CNT306

Fique por dentro

Os botões de Napoleão. LE COUTEUR, P.; BURRESON, J. 1. ed. São Paulo: Zahar, 2006.

Os autores fazem uma análise de 17 grupos de moléculas que influenciaram o curso da história. O capítulo 11, "A pílula", aborda o histórico do desenvolvimento da pílula anticoncepcional.

Infecções sexualmente transmissíveis

O *site* do Ministério da Saúde traz informações e dados a respeito das infecções transmitidas pelo contato sexual, outras formas de contágio, tratamento e como evitá-las.

Disponível em: <https://saude.gov.br/saude-de-a-z/infeccoes-sexualmente-transmissiveis-ist>.

Acesso em: 18 ago. 2020.

A **adolescência** é o período de transição da infância para a vida adulta e envolve muitas mudanças no corpo, além de vir acompanhada de mudanças emocionais e comportamentais.

O conjunto das mudanças do corpo que levam à maturidade sexual recebe o nome de **puberdade** e é fortemente influenciado pela ação de hormônios sexuais. Nos meninos, a puberdade geralmente começa entre 9 e 13 anos de idade e termina entre 15 e 17 anos. Nas meninas, começa entre 8 e 12 anos de idade e termina entre 14 e 16 anos.

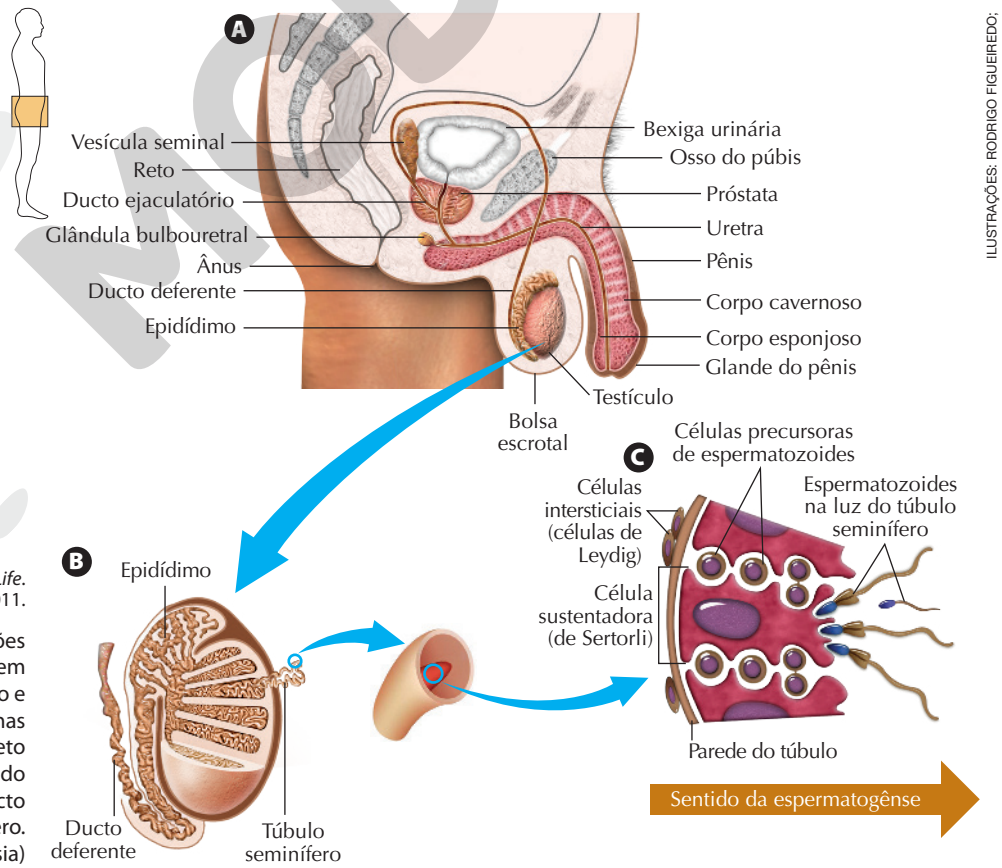
Entre as transformações que ocorrem no corpo dos meninos estão o aumento do tamanho do pênis e dos testículos, a alteração da voz, o surgimento de pelos em regiões como rosto (barba), axilas e púbis e o aumento nos pelos do tronco, dos braços e das pernas. As meninas começam a menstruar, os seios se desenvolvem e nascem pelos nas axilas e no púbis.

A preocupação com a saúde reprodutiva começa a se tornar um elemento importante no planejamento da vida. A saúde reprodutiva implica ter uma vida sexual segura e satisfatória, com acesso a recursos e informações que garantam às pessoas autonomia para decidir se desejam ter filhos e qual o melhor momento para isso.

Assim, é fundamental conhecer a anatomia e o funcionamento do sistema genital humano, as formas de prevenir uma gravidez indesejada e as infecções sexualmente transmissíveis (ISTs), assuntos que abordaremos neste Tema.

Sistema genital masculino

Os órgãos do sistema genital masculino estão ilustrados na **Figura 6.1**.



ILUSTRAÇÕES: RODRIGO FIGUEIREDO; SILHUETA: NELSON MATSUDA

Fonte: POSTLETHWAIT, J.; HOPNSON, J. *Life*. Boston: Cengage Learning, Inc, 2011.

Figura 6.1 Representações esquemáticas em vista lateral e em corte. **(A)** Sistema genital masculino e algumas estruturas de outros sistemas do corpo (bexiga urinária, ossos, reto e ânus). **(B)** Testículo, evidenciando o epidídimo e trecho do ducto deferente. **(C)** Túbulo seminífero. (Imagens sem escala; cores-fantasia)

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

MODERNA

Esse sistema é composto de:

- dois **testículos** – cada um deles é formado por **túbulos seminíferos**, onde ocorre o processo de formação de espermatozoides (espermatogênese). As células que originarão os espermatozoides recebem proteção e nutrição de células chamadas sustentadoras (ou Sertoli). Nesses túbulos, há a secreção da testosterona, hormônio sexual masculino, pelas células intersticiais (ou de Leydig);
- dois **epidídimos** – ductos enovelados responsáveis pelo armazenamento e pela maturação dos espermatozoides. É nessa estrutura que os espermatozoides adquirem mobilidade e se tornam aptos à fecundação. Os testículos e os correspondentes epidídimos estão alojados na **bolsa escrotal** ou **escroto**;
- dois **ductos deferentes** – cada ducto parte de um epidídimo, sai da bolsa escrotal e penetra na cavidade abdominal;
- dois **ductos ejaculatórios** – cada um deles é basicamente a continuação de um ducto deferente;
- **uretra** – canal que atravessa o pênis; é comum aos sistemas genital e urinário;
- **pênis** – órgão copulador, composto internamente de **corpos cavernosos**, **corpo esponjoso** e uretra;
- glândulas anexas – **próstata**, duas **glândulas seminais** (vesículas seminais) e duas **glândulas bulbouretrais**.

A espermatogênese inicia-se já durante o desenvolvimento embrionário. Nos testículos do embrião, células **germinativas primordiais** passam por sucessivas **mitoses** (**Fig. 6.2 A**), processo de divisão celular em que uma célula origina duas outras com o mesmo número de cromossomos da célula inicial. Na espermatogênese, a mitose origina várias **espermatogônias**. Essas células, assim como as demais células do corpo, são **diploides**, ou seja, apresentam cromossomos que ocorrem aos pares (**cromossomos homólogos**) e são representadas por 2n. A partir da puberdade, algumas espermatogônias iniciam a **meiose**, enquanto outras continuam a se dividir por mitose, processo que continua durante toda a vida do homem, declinando na velhice. Na **meiose** (**Fig. 6.2 B**), uma célula 2n origina quatro células e, nesse caso, acontecem duas divisões celulares sucessivas: **primeira divisão meiótica** e **segunda divisão meiótica**, ou **meiose I** e **meiose II**, respectivamente. A meiose I é **reducional** (reduz à metade o número de cromossomos nas células resultantes da divisão); a meiose II é **equacional** (o número de cromossomos das células iniciais é mantido nas células que se formam).

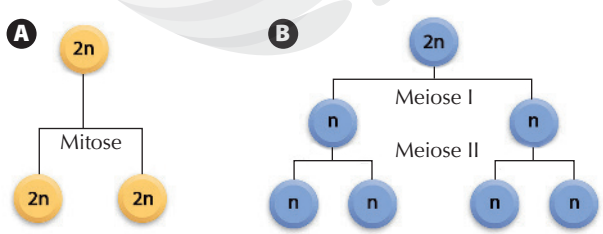


ILUSTRAÇÃO: PAULO MANZI

Fonte: ALBERTS, B. *et al. Biologia molecular da célula*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 6.2 Esquema simplificado da mitose **(A)** e da meiose **(B)**.

As células que se formam são **haploides**, ou seja, têm apenas um dos cromossomos de cada par de homólogos e são representadas por *n*. Na espermatogênese, terminada a meiose, formam-se os espermatozoides.

Na ejaculação, os espermatozoides armazenados no epidídimo passam pelos demais ductos do sistema genital e, ao longo do trajeto, secreções das glândulas são adicionadas, formando o **sêmen**. Apenas cerca de 10% do volume do sêmen corresponde aos espermatozoides. O número aproximado de espermatozoides em uma única ejaculação é de cerca de 200 milhões a 600 milhões. Desses, apenas um pode chegar a fecundar o gameta feminino na reprodução.

Sistema genital feminino

Os órgãos do sistema genital feminino estão ilustrados na **Figura 6.3**.

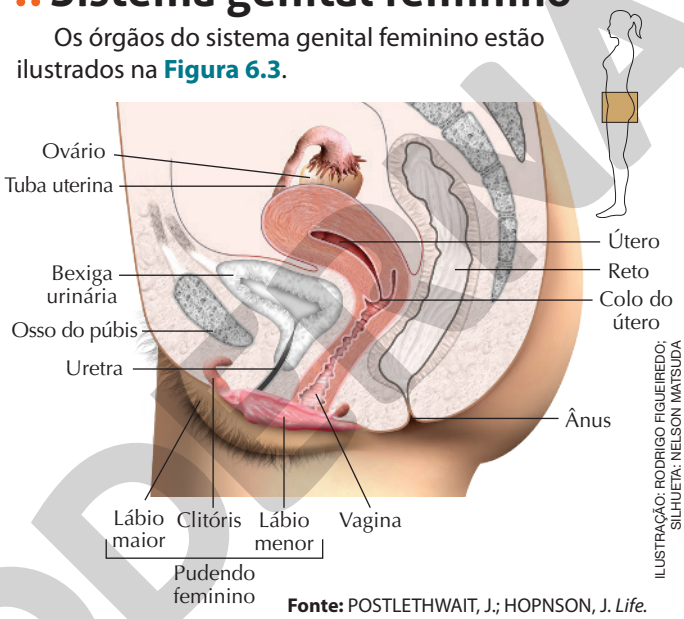


ILUSTRAÇÃO: RODRIGO FIGUEIREDO; SILHUETA: NELSON MATSUDA

Fonte: POSTLETHWAIT, J.; HOPNSON, J. *Life*. Boston: Cengage Learning, Inc, 2011.

Figura 6.3 Representação esquemática em vista lateral e em corte do sistema genital feminino e de algumas estruturas de outros sistemas do corpo (bexiga urinária, uretra, ossos, reto e ânus). (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Esse sistema é composto de:

- dois **ovários** – responsáveis pela formação e liberação dos gametas femininos e pela produção dos hormônios sexuais femininos **estrógeno** e **progesterona**. Ao contrário do que ocorre com o homem, que só elimina seus espermatozoides durante a ejaculação, a liberação do gameta feminino independe do estímulo sexual e ocorre, como regra geral, a cada ciclo menstrual;
- duas **tubas uterinas** – dois ductos que ligam os ovários ao útero. É na tuba uterina que ocorre a fecundação;
- **útero** – órgão muscular e oco onde ocorre o desenvolvimento do bebê na gestação. Não havendo fecundação, parte de sua parede interna, o **endométrio**, descama na menstruação;
- **vagina** – estrutura que recebe o pênis durante a relação sexual e é o canal de saída para o fluxo menstrual e para o bebê no momento do parto natural. A abertura da vagina para o exterior do corpo é circundada por uma membrana denominada **hímen**, geralmente rompida na primeira relação sexual da mulher;

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

Para saber mais a respeito da possibilidade de ocorrer ovogênese em fêmeas de mamíferos após o nascimento, indicamos a leitura do artigo: PINHO, F. A. *et al*. Considerações e questionamentos sobre as evidências da ovogênese pós-natal em mamíferos. *Revista Interdisciplinar de Estudos Experimentais*, v. 2, n. 2, p. 57-59, 2010. Disponível em: <http://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/11/964408/1397-4453-1-pb.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2020.

- **pudendo feminino** – estrutura externa do sistema genital feminino (também chamada vulva ou genitália externa). É formada por dois tipos de dobras adiposas da pele, os **lábios maiores** e os **lábios menores**, que protegem a abertura da vagina e da uretra, e pelo **clitóris**, um órgão erétil importante na estimulação sexual da mulher.

A formação dos gametas femininos ocorre em diferentes etapas da vida da mulher. Esse processo, denominado **ovogênese** ou **ovulogênese** (**Fig. 6.4**), é mais complexo do que a espermatogênese e termina na menopausa, etapa natural e normal da vida da mulher. A menopausa assinala o fim da fertilidade, e ocorre geralmente entre 45 e 55 anos.

A ovulogênese inicia-se durante o desenvolvimento embrionário, em que **células germinativas primordiais** (2n) do ovário se dividem por mitoses sucessivas, formando várias **ovogônias** (ou oogônias), que também se dividem por mitose. Algumas delas principiam a meiose I, que não prossegue, ficando estacionada, sem que ocorra a divisão da célula em duas. Nesse momento, as células recebem o nome de **ovócitos I** (ou oócitos I) ou primários (2n). Elas ficam em pequenos folículos dentro do ovário. Cada folículo é delimitado por células de proteção e que secretam hormônios femininos (estrógeno e progesterona); cada folículo contém um só ovócito I.

Quando uma mulher nasce, seus dois ovários contêm ovócitos I já formados. Depois do nascimento, muitos se degeneram, e há dúvidas se novos ovócitos I podem ser formados a partir de células-tronco da linhagem germinativa que poderiam permanecer nos ovários após o nascimento.

Da puberdade até a menopausa, a mulher apresenta **ciclos menstruais**, com duração média de 28 dias (essa duração pode variar). A primeira menstruação da vida de uma mulher é chamada **menarca**. Durante cada ciclo menstrual, em geral, apenas um dos ovócitos I finaliza a meiose I, dando origem a duas células (n) de tamanhos diferentes: a maior recebe o nome de **ovócito II** (ou secundário) e a menor, de **corpúsculo polar**. Na espermatogênese, as células que se formam têm o mesmo tamanho, o que não acontece na ovulogênese.

O ovócito II inicia a meiose II, mas não completa a divisão celular, ficando com a meiose interrompida. É nessa fase que ocorre a **ovulação**, processo de liberação do ovócito II do ovário para as tubas uterinas. O ovócito II entra na tuba uterina e, se for fecundado, a meiose II se completa. Nesse caso, forma-se o segundo corpúsculo polar e o óvulo. Como regra, os corpúsculos polares degeneram.

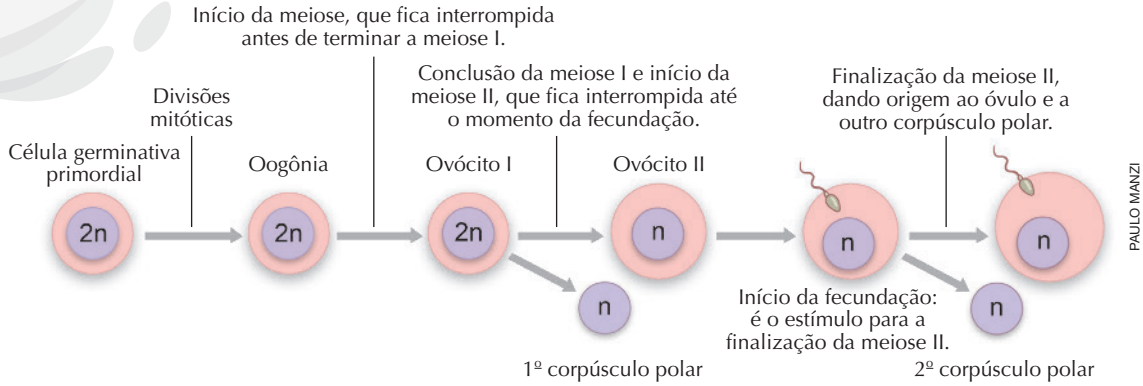
Na mulher, toda a gametogênese está relacionada a modificações hormonais que também preparam o útero para uma eventual gravidez, a parede interna do útero (endométrio) se espessa, preparando-se para receber o embrião. Caso a fecundação não ocorra, a gametogênese não se completa, e o espessamento da parede uterina descama, é a menstruação. Se houver fecundação, tem início a gravidez e não há menstruação. O primeiro dia da menstruação corresponde ao primeiro dia de um novo ciclo, quando todo o processo se repete.

O controle hormonal da reprodução

A produção de gametas e o aparecimento dos caracteres sexuais secundários (os que diferenciam externamente homens de mulheres) estão relacionados a interações hormonais complexas que envolvem os hormônios produzidos no hipotálamo e na porção anterior da glândula hipófise, a **adenoipófise**, e os hormônios sexuais produzidos nas gônadas.

Na regulação hormonal da reprodução, tanto no caso do homem como no caso da mulher, o hipotálamo secreta o hormônio liberador de gonadotropina ou **GnRH** (do inglês, *gonadotropin-releasing hormone*), que age na adenoipófise. Ao receber esse estímulo, a adenoipófise produz dois hormônios chamados **gonadotrópicos**, que são o hormônio **luteinizante** (LH) e o hormônio **folículo estimulante** (FSH). Eles agem sobre as gônadas masculinas (testículos) e femininas (ovários), estimulando a produção de hormônios sexuais. Os testículos produzem hormônios sexuais masculinos chamados coletivamente de **andrógenos**, dos quais o mais importante é a **testosterona**. Os ovários produzem principalmente **estrógenos** (em especial o **estradiol**) e **progesterona**.

Na mulher, a interação entre os hormônios é mais complexa do que no homem, e vamos analisá-la com mais detalhes. Ao fazermos essa análise, abordaremos um dos mecanismos mais comuns de manutenção da homeostase, ou seja, do equilíbrio interno do corpo: a **retroalimentação negativa**, que ocorre quando um estímulo provoca uma resposta, e essa resposta faz com o que o estímulo cesse. Analisaremos também o processo menos comum de manutenção da homeostase, a **retroalimentação positiva**, que ocorre quando um estímulo provoca uma resposta, e essa resposta faz com que o estímulo aumente.



Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al. Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

Figura 6.4 Representação esquemática da ovulogênese completa, com fecundação. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

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

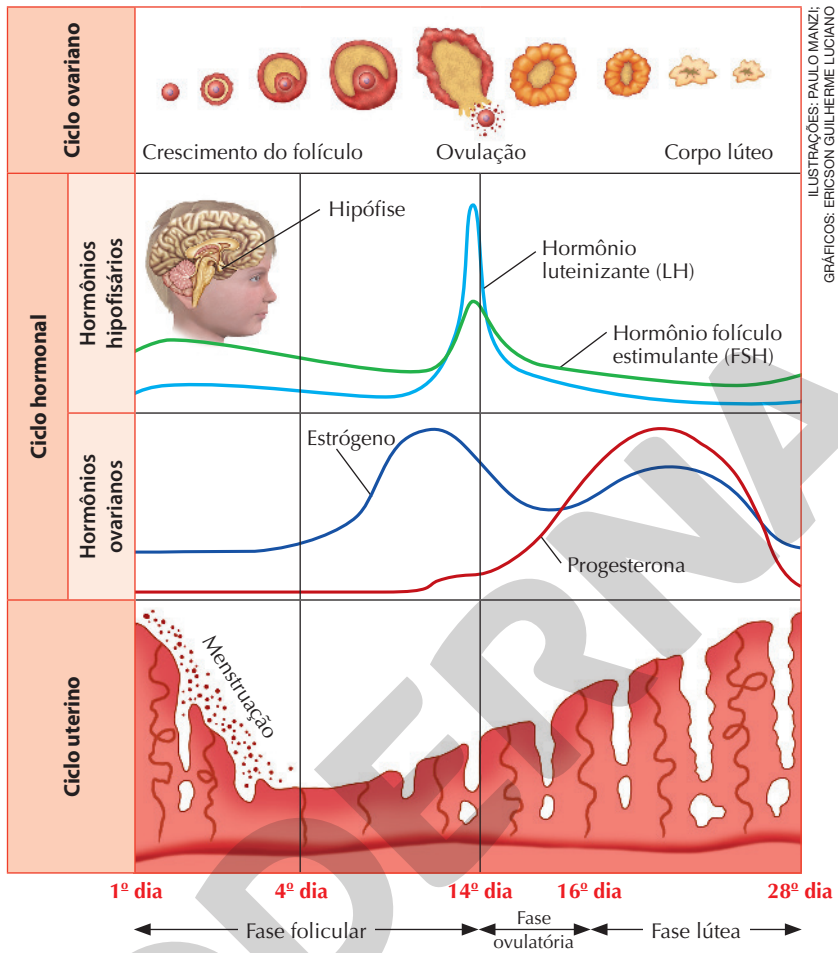
EM OBRA

Regulação hormonal na mulher

Na mulher, a interação entre os hormônios determina uma série de mudanças em seu sistema genital, que podem ser analisadas dos pontos de vista hormonal, ovariano e uterino. Tais alterações acontecem sempre de modo integrado e cíclico. Vamos considerar, na explicação a seguir, um ciclo de 28 dias.

O primeiro dia do ciclo corresponde ao primeiro dia da menstruação. Geralmente, por volta do 14º dia do ciclo ocorre a ovulação. Se não houver fecundação, o ciclo se repete. Se houver, tem início a gravidez.

Analise a **Figura 6.5** e acompanhe a descrição pelo texto a seguir.



ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZI; GRÁFICOS: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Fonte: WIDMAIER, E. P.; RAFF, H.; STRANG, K. T. *Fisiologia humana*: os mecanismos das funções corporais. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

Figura 6.5 Gráficos da variação dos hormônios hipofisários e ovarianos ao longo do ciclo menstrual. Representações esquemáticas dos folículos ovarianos e da parede uterina ao longo desse ciclo. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Ciclos ovariano e hormonal

Esses ciclos têm início com a liberação do GnRH pelo hipotálamo, que estimula a adenoipófise a liberar pequena quantidade de LH e FSH. Esses hormônios, em especial o FSH, estimulam o crescimento dos folículos ovarianos. Em geral, apenas um dos folículos atinge desenvolvimento maior do que os demais e prossegue no ciclo. O folículo passa a secretar estrógeno, que, em baixa concentração promove a retroalimentação negativa, inibindo a secreção de GnRH que, por sua vez, inibe a produção, pela adenoipófise, do FSH e do LH, que então ficam com concentrações relativamente baixas.

O folículo em crescimento começa a produzir mais estrógeno, e essa alta induz o aumento na produção do GnRH pelo hipotálamo, que estimula maior produção de FSH e LH pela adenoipófise. O processo leva ao amadurecimento do folículo. Esse é um exemplo de retroalimentação positiva.

A ação do GnRH nesse momento do ciclo é maior sobre a produção de LH na adenoipófise, e ocorre um pico de sua concentração no sangue. Um dia após esse pico, tem-se a **ovulação**. Depois da ovulação, o LH estimula o folículo a se modificar em uma estrutura glandular chamada **corpo lúteo**, que passa a secretar progesterona e estrógeno, que, por retroalimentação negativa, inibe a produção de LH e FSH. As concentrações de LH e de FSH caem para níveis baixos, o que causa a desintegração do corpo lúteo e a consequente queda acentuada nas concentrações de estrógeno e progesterona que o corpo lúteo vinha produzindo. Essa queda estimula o hipotálamo e a adenoipófise, que passam a secretar seus hormônios, e o ciclo recomeça.

O ciclo é interrompido se houver fecundação, tendo início a gravidez. Nesse caso, o embrião, formado por um pequeno número de células, fixa-se à parede do útero. Nesse local, inicia-se a formação da placenta. A placenta secreta um hormônio chamado gonadotropina coriônica (HCG), que age sobre o corpo lúteo, estimulando-o a produzir a progesterona, que mantém a gravidez.

O HCG começa a ser secretado logo no início da formação da placenta, podendo ser detectado no sangue e na urina da mulher durante a gestação. Os principais testes clínicos de gravidez são realizados por meio de medições da dosagem de HCG no sangue.

MODERNA

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

Ciclo uterino

A parede interna do útero, o endométrio, tem variações em sua espessura como resposta aos hormônios sexuais. Antes da ovulação, o estrógeno produzido pelo folículo em desenvolvimento estimula o endométrio a também se desenvolver. Ele começa a se espessar (**fase proliferativa**) e, após a ovulação, com a maior produção de estrógeno e progesterona pelo corpo lúteo, há estímulo para um maior desenvolvimento do endométrio (**fase secretora**). Nessa fase, também se desenvolvem os vasos sanguíneos e as glândulas que produzem substâncias nutritivas para o início do desenvolvimento do embrião antes da formação da placenta. Todos esses processos se relacionam com a preparação do útero para uma eventual gravidez. Caso a gravidez não ocorra e com a desintegração do corpo lúteo, há redução da concentração de estrógeno e progesterona, e parte do endométrio descama: é a fase menstrual do ciclo uterino, que dura cerca de quatro dias.

Planejamento familiar

Cada pessoa ou família deve ter a liberdade de decidir se e quando terá filhos e, também, quantos filhos deseja ter. A isso chamamos **planejamento familiar**.

Conhecer os principais **métodos anticoncepcionais**, ou contraceptivos, é um passo importante no planejamento familiar. A seguir, apresentaremos alguns desses métodos, mas é recomendável conversar com um médico para receber mais orientações a esse respeito, principalmente porque elas podem variar de acordo com cada caso.

Existem métodos reversíveis e métodos irreversíveis para evitar a concepção. O método reversível evita a gestação somente enquanto está sendo utilizado. Já o método irreversível é aquele que, uma vez realizado, faz cessar definitivamente a capacidade reprodutora, exceto em casos excepcionais de reversões naturais ou em intervenções cirúrgicas para reversão.

Métodos anticoncepcionais reversíveis

Entre os métodos reversíveis, os mais eficazes são os hormonais e o dispositivo intrauterino (DIU), seguidos dos métodos de barreira (camisinha masculina, camisinha feminina e diafragma). Os menos efetivos são os métodos comportamentais, como a "tabelinha" e o coito interrompido. Vamos discutir os métodos reversíveis, começando pelos mais eficazes.

Anticoncepcionais hormonais

Os hormônios femininos estrógeno e progesterona, em doses adequadas, podem agir impedindo a ovulação, pois inibem a produção de FSH e LH pela adenoipófise.

Entre os anticoncepcionais hormonais, o tipo mais conhecido é a **pílula anticoncepcional**. Ela pode combinar estrógeno e progesterona, ou ser composta apenas de progesterona.

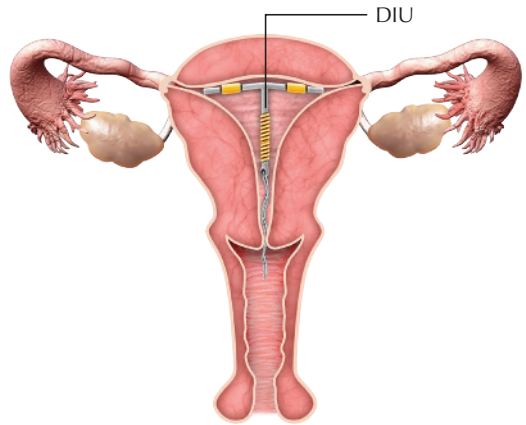
Há também o contraceptivo hormonal injetável, tanto para uso mensal (uma injeção ao mês) como para uso trimestral (uma injeção a cada três meses). E, ainda, o contraceptivo hormonal de longa duração, que é implantado sob a pele, onde permanece liberando os hormônios por determinado período de tempo. Deve ser colocado e retirado por um(a) médico(a), por meio de um pequeno procedimento cirúrgico normalmente realizado no próprio consultório.

Anticoncepção oral de emergência: pílula do dia seguinte

A pílula do dia seguinte só deve ser tomada sob recomendação médica e em situações especiais, no máximo 72 horas após a relação sexual sem a devida proteção anticoncepcional. Ela tem altas doses de hormônios, por isso causa muitos efeitos colaterais e não deve ser usada com frequência nem como medida padrão para evitar a gravidez. Essa pílula impede ou retarda a ovulação, e, caso a ovulação tenha ocorrido, faz com que o muco cervical fique mais espesso, dificultando a chegada do espermatozoide até o ovócito II. Ela não interrompe uma gravidez que já tenha iniciado.

Dispositivo intrauterino (DIU)

O DIU (**Fig. 6.6**) é um dispositivo de plástico ou metal, geralmente cobre (DIU tipo 1). Alguns contêm hormônios, comumente a progesterona (DIU tipo 2). Esse dispositivo é colocado no interior do útero pelo(a) médico(a). A liberação de íons de cobre ou da progesterona diminui as chances de fecundação. É um método contraceptivo bastante eficiente e pode permanecer no útero por vários anos sem necessidade de troca.



RODRIGO FIGUEIREDO

Fonte: BRASIL. Ministério da Saúde. *Direitos sexuais, direitos reprodutivos e métodos anticoncepcionais*. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

Figura 6.6 Representação esquemática do sistema genital feminino em vista frontal, mostrando o DIU dentro do útero. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

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

MODERNA

Anticoncepcionais de barreira

São métodos que criam uma barreira física, impedindo que os espermatozoides se encontrem com o ovócito II. Entre eles estão a camisinha masculina, camisinha feminina e o diafragma.

A camisinha masculina ou preservativo masculino é geralmente feita de látex (**Fig. 6.7**). Deve ser colocada antes da relação, enquanto o pênis estiver ereto. Após a ejaculação, a camisinha deve ser retirada e descartada no lixo.

EVSTIGNEEVA NATALIA/SHUTTERSTOCK

Figura 6.7 Preservativo masculino. No Brasil, o Ministério da Saúde fornece gratuitamente o preservativo masculino.

A camisinha feminina (**Fig. 6.8**) é feita de polipropileno (menos alergênico do que o látex). Consiste em uma pequena bolsa com um aro na borda e outro solto no fundo cego. Deve ser introduzida na vagina, revestindo-a de modo que deixe o aro da borda para fora. Ao término da relação sexual, deve-se girar a argola externa, prendendo o sêmen no interior da camisinha, retirar e descartar no lixo.

SCOTT CAMAZINE/SUE TRAINOR/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

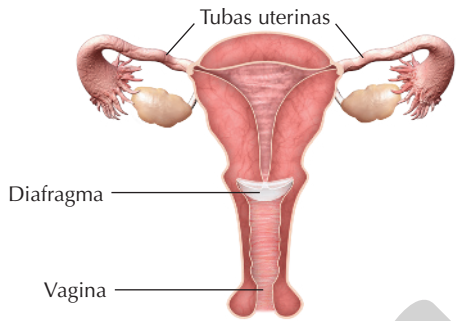
Figura 6.8 Preservativo feminino.

As camisinhas femininas e masculinas são contraceptivos muito eficazes, também recomendados para evitar contágio de infecções sexualmente transmissíveis (ISTs), como aids, sífilis, gonorreia.

Diafragma vaginal e geleia espermicida

O diafragma é uma cúpula de látex ou de silicone, com um aro elástico na borda. Ele é colocado antes da relação sexual dentro da vagina, evitando a passagem dos espermatozoides. Em geral, é utilizado em concomitância com a geleia espermicida, o que aumenta sua eficiência contraceptiva. Após a relação sexual, deve-se aguardar algumas horas para ser retirado.

O diafragma (**Fig. 6.9**), desde que utilizado corretamente e estando em boas condições, pode ser reaproveitado, depois de bem higienizado. Sua indicação deve ser feita por médicos. Um dos motivos para isso é que há vários tamanhos de diafragma, e só um(a) médico(a) pode dar a informação correta para cada caso.



RODRIGO FIGUEIREDO

Fonte: BRASIL. Ministério da Saúde. *Direitos sexuais, direitos reprodutivos e métodos anticoncepcionais*. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

Figura 6.9 Representação esquemática do sistema genital feminino em vista frontal, mostrando a posição correta do diafragma. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Métodos comportamentais

Tabelinha

O método Ogino-Knaus, ou "tabelinha", consiste em estabelecer, pela análise do ciclo menstrual, qual é o período fértil, ou seja, o período em que a mulher pode engravidar. Assim, ela deve evitar relações sexuais durante esse período.

A tabelinha, porém, é um método impreciso, podendo haver grande risco de erro de cálculo e, portanto, grandes chances de ocorrer uma gravidez não planejada. Além disso, quanto menos regular for o ciclo menstrual, maior é a possibilidade de o erro acontecer.

Uma das maneiras de fazer a tabelinha é anotar por vários meses (de 6 a 12 meses) a duração dos ciclos menstruais. Depois, considera-se o tempo de duração do ciclo mais curto e o do mais longo. Segundo o manual técnico *Assistência em planejamento familiar* (2002), do Ministério da Saúde, o período fértil deve ser calculado subtraindo-se 18 dias do ciclo menstrual mais curto e subtraindo-se 11 dias do ciclo mais longo.

Vamos supor que uma mulher tenha verificado que seu ciclo mais curto foi de 27 dias e seu ciclo mais longo, de 29 dias. O cálculo do período fértil nesse caso deve ser feito da seguinte maneira:

- subtraem-se 18 dias do tempo de duração do ciclo mais curto. No exemplo, temos: $27 - 18 = 9$;
- subtraem-se 11 dias do tempo de duração do ciclo mais longo. No exemplo, temos: $29 - 11 = 18$.

Nesse exemplo, o período que corresponde ao período fértil vai do 9º dia ao 18º dia de qualquer ciclo menstrual. Os dias restantes correspondem aos dias não férteis. Portanto, se o objetivo for evitar uma gravidez, a mulher deve abster-se de manter relações sexuais sem outra proteção entre o 9º dia e o 18º dia de seu ciclo menstrual.

Caso queira mais informações sobre planejamento familiar, consulte: BRASIL. Ministério da Saúde. *Assistência em planejamento familiar*: manual técnico. Área técnica de saúde da mulher. 4. ed. Brasília, 2002. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/0102assistencia1.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2020.

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

MODERNA

Coito interrompido

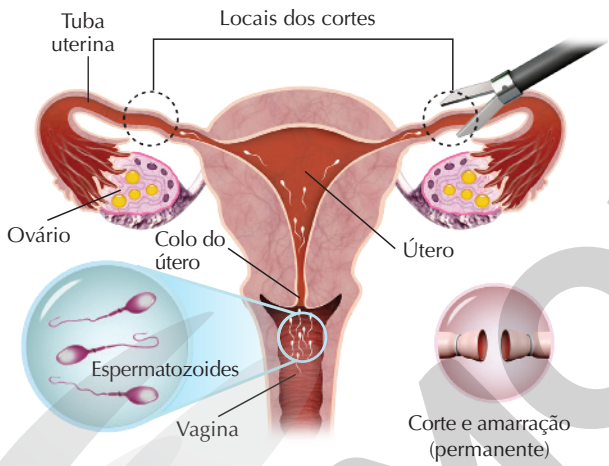
Esse método consiste em retirar o pênis da vagina antes da ejaculação. Com isso, os espermatozoides não penetram no corpo da mulher. A eficácia desse método, porém, é muito baixa, pois nem sempre o homem consegue realizar esse procedimento a tempo.

Métodos anticoncepcionais irreversíveis

Esses métodos são utilizados em situações bem particulares que passam por questões pessoais e médicas. Eles exigem procedimentos cirúrgicos, sendo os mais comuns a **laqueadura tubária** e a **vasectomia**. Esses procedimentos podem, em determinados casos, ser reversíveis por meio de outra cirurgia. Existem ainda casos excepcionais em que essa reversão ocorre naturalmente.

Laqueadura tubária

Laqueadura ou ligadura tubária (**Fig. 6.10**) é um procedimento cirúrgico em que se fazem um corte e uma amarração nas tubas uterinas, o que interrompe a passagem do ovócito II em direção ao útero.

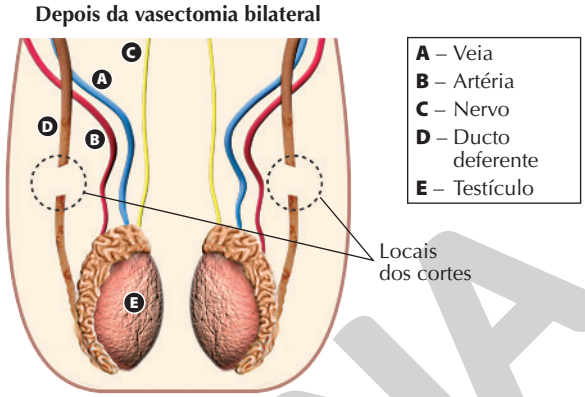


Fonte: BRASIL. Ministério da Saúde. *Direitos sexuais, direitos reprodutivos e métodos anticoncepcionais*. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

Figura 6.10 Representação esquemática do sistema genital feminino em vista frontal, mostrando o local da laqueadura tubária. No detalhe, o corte e a amarração feitos na tuba uterina durante o procedimento cirúrgico. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Vasectomia

Na vasectomia (**Fig. 6.11**), cortam-se os ductos deferentes, impedindo a saída dos espermatozoides pelo pênis. Ela não interfere em outras funções do sistema genital masculino nem no desempenho sexual do homem.



Fonte: BRASIL. Ministério da Saúde. *Direitos sexuais, direitos reprodutivos e métodos anticoncepcionais*. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

Figura 6.11 Representação esquemática da bolsa escrotal em vista frontal, mostrando o local da vasectomia. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Infecções sexualmente transmissíveis

Todas as doenças adquiridas pelo contato sexual são chamadas de **infecções sexualmente transmissíveis** (**ISTs**). O método mais recomendado para prevenir as ISTs é o uso, nas relações sexuais, de camisinha, seja a masculina ou a feminina.

Uma vez levantada a suspeita ou constatada qualquer infecção sexualmente transmissível, deve-se imediatamente procurar assistência médica. O tratamento melhora a qualidade de vida das pessoas afetadas e interrompe a cadeia de transmissão das ISTs. A maioria das ISTs tem cura e para algumas há vacinas. O Sistema Único de Saúde (SUS) oferece gratuitamente o diagnóstico e o tratamento para essas doenças.

Entre as ISTs, vamos analisar a **aids** e o **condiloma acuminado**, ambos causados por vírus, e a **sífilis** e a **gonorreia**, causadas por bactérias. Veja a **Tabela 6.1**.

Tabela 6.1 Algumas infecções sexualmente transmissíveis

	Doenças			
	Aids	**Condiloma acuminado**	**Sífilis**	**Gonorreia**
Agente causador	Vírus HIV.	Papiloma vírus humano (HPV).	Bactéria *Treponema pallidum*.	Bactéria *Neisseria gonorrheae*.
Outras formas de contágio, além da relação sexual sem uso de camisinha	• Transfusão de sangue ou transplante de órgãos contaminados pelo HIV. • Uso de seringa ou material cortante contaminados pelo HIV. • Da mãe contaminada para o bebê, através da placenta, no momento do parto ou na amamentação.	• Durante o parto.	• De mãe contaminada para filho por meio da placenta ou no parto. • Transfusão de sangue contaminado.	• Da mãe para o bebê durante o parto vaginal.

Continua

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.
ILUSTRAÇÕES: RODRIGO FIGUEIREDO

Continuação

	Doenças			
	Aids	**Condiloma acuminado**	**Sífilis**	**Gonorreia**
Sintomas/ efeitos	O vírus infecta células do sistema imunitário, o que reduz a eficiência no combate a todas as infecções. Assim, até mesmo infecções mais simples, que seriam combatidas no organismo de pessoas que têm sistema imunitário em pleno funcionamento, passam a se manifestar de forma grave. Usualmente, o HIV não causa sintomas de sua presença logo que se instala no organismo, mas pode ser detectado no sangue por meio do exame sorológico. Pessoas infectadas podem permanecer assintomáticas, isto é, não manifestar sintomas, por até dez anos ou mais. Manifestando ou não a síndrome, as pessoas com HIV podem transmitir o vírus. O diagnóstico precoce da infecção permite ao paciente o início do tratamento antes mesmo do surgimento dos primeiros sintomas, aumentando sua expectativa de vida. A aids ainda não tem cura nem vacina.	Lesões verrucosas na região genital ou anal. Alguns tipos de HPV podem causar câncer de útero, anal ou na orofaringe. Muitas pessoas infectadas pelo HPV podem permanecer sem sintomas por vários anos e não saber que têm o vírus, mas, ainda assim, podem transmiti-lo. A manifestação pode ocorrer quando há diminuição da resistência do organismo.	Primeiro aparece uma pequena úlcera na genitália externa, no ânus ou na cavidade bucal, chamada cancro duro, que desaparece naturalmente. Depois, surgem lesões generalizadas na pele; em estágios avançados, podem afetar órgãos internos e levar à morte. A infecção pode, no entanto, permanecer latente por vários anos, sem que a pessoa tenha sintomas. Quando a transmissão ocorre da mãe para o bebê durante a gestação, fala-se em sífilis congênita, podendo haver aborto espontâneo, parto prematuro, má-formação do feto, além do aparecimento de surdez, cegueira e deficiência mental na criança.	Ardor na uretra seguido de secreção purulenta (com pus). Pode causar também infecção na garganta e nos olhos. Não tratada, essa infecção pode causar, entre outros danos à saúde, a doença inflamatória pélvica (DIP), infertilidade ou dificuldade para ter filhos e dor durante as relações sexuais. No caso da transmissão no parto, a criança pode nascer com conjuntivite, que, se não tratada, pode levar à cegueira e atingir outros órgãos internos.
Outras medidas preventivas, além do uso de camisinha em todas as relações sexuais	• Cuidados para evitar contato direto com o sangue de outras pessoas. • Controle das transfusões sanguíneas e dos transplantes de órgãos. • Tratamento de gestantes com HIV para evitar a transmissão para o bebê.	• Vacina, que deve ser tomada em especial por meninas de 9 anos a 14 anos de idade e meninos de 11 anos a 14 anos de idade.	• Controle das transfusões sanguíneas. • Acompanhamento e tratamento das gestantes para evitar a sífilis congênita.	• Tratamento de gestantes portadoras da bactéria para evitar a transmissão para o bebê no parto.

Atividades

Registre em seu caderno

1. Associe os dados das duas colunas. Em seguida, indique a alternativa que contém a sequência que corresponde à associação correta.

A. Útero
B. Ovários
C. Pudendo feminino
D. Tuba uterina
E. Vagina

(■) Órgão muscular e oco.
(■) Canal que liga o útero ao exterior do corpo.
(■) Órgão que une os ovários ao útero.
(■) Órgãos ovais que produzem ovócitos II.
(■) Parte externa do sistema genital feminino.

a) B, C, D, E, A.
b) A, E, B, D, C.
c) A, D, E, B, C.
d) A, E, D, B, C.
e) B, E, D, C, A.

2. Em relação aos métodos anticoncepcionais, é correto afirmar que:

a) a camisinha masculina tem ação espermicida.
b) o método comportamental "tabelinha" é eficiente para mulheres com ciclo menstrual irregular.
c) a pílula anticoncepcional impede a ovulação.
d) o dispositivo intrauterino, DIU, impede a chegada de espermatozoides no útero.
e) o diafragma interrompe a ligação dos ovários com as tubas uterinas.

3. Em relação ao hormônio progesterona, é correto afirmar que:

a) é responsável pela contração da musculatura uterina.
b) eleva os níveis de FSH e LH durante toda a duração da gravidez.
c) promove o desenvolvimento das glândulas mamárias e a lactação durante a gravidez.
d) atua no útero promovendo aumento do endométrio e mantém a gravidez caso ocorra a fecundação.
e) induz o amadurecimento dos folículos ovarianos.

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

MODERNA

4. Indique a alternativa que completa corretamente a frase a seguir.

Logo após a liberação do ovócito II na tuba uterina, o folículo que o continha transforma-se em ■, que passa a ter função ■, produzindo grandes quantidades de ■ e ■, logo detectados pela adenoipófise, o que inibe a produção e liberação de hormônios hipofisários.

a) folículo primário, hormonal, hormônio luteinizante, progesterona.

b) corpo amarelo ou lúteo, hormonal, hormônio folículo estimulante, hormônio luteinizante.

c) folículo secundário, estrutural, glicoproteínas, lipídios.

d) corpo amarelo ou lúteo, hormonal, estrógeno, progesterona.

e) células germinativas, hormonal, estrógeno, progesterona.

5. Leia o texto e faça o que se pede.

Notebook *no colo pode causar redução de fertilidade em homens*

[...] Para chegar a este resultado, foram utilizados termômetros que mediram a temperatura do escroto de 29 jovens que usavam *notebooks* sobre o colo.

Mesmo com o suporte para o aparelho, a temperatura dos testículos aumenta. À agência Reuters, Sheynkin [urologista vinculado à Universidade de Nova York e coordenador do estudo] afirmou que [...] "depois de apenas 10 ou 15 minutos, a temperatura de seus escrotos já está acima do que consideramos seguro, mas eles nem percebem".

Naturalmente, a posição dos testículos – fora do corpo – mantém-nos a uma temperatura razoável, alguns graus abaixo do restante do organismo, fator indispensável para a produção de esperma. Contudo, ainda de acordo com o coordenador do estudo, um leve aumento de temperatura pode causar danos, diminuindo a qualidade dos espermatozoides produzidos. [...]

CIRIACO, D. Usar *laptop* no colo reduz capacidade reprodutiva. *Tecmundo*, 8 nov. 2010. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/medicina/6350-usar-laptop-no-colo-reduz-capacidade-reprodutiva.htm>. Acesso em: 19 ago. 2020.

Com base no texto, foram feitas as afirmações a seguir:

I. O uso de assentos aquecidos em automóveis também pode prejudicar a fertilidade masculina.

II. Mulheres devem evitar usar o *laptop* apoiado sobre o ventre, quando deitadas, pois o aquecimento também é prejudicial à produção de ovócitos.

III. Cuecas ou calças apertadas, a ponto de aproximarem os testículos da cavidade abdominal, devem ser evitadas.

IV. O uso de *laptop* no colo provoca mutações que podem ser transmitidas aos filhos.

Está correto o que se afirma em:

a) I e III, somente.
b) I, II e III, somente.
c) IV, somente.
d) I e II, somente.
e) II e IV, somente.

6. Com base no que foi discutido sobre o ciclo menstrual, vamos usar o calendário abaixo para montar a tabelinha de uma mulher que tem sua fase fértil do 9º ao 18º dia de qualquer ciclo.

Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
	1	2	3	**4**	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				

a) Supondo que a mulher tenha menstruado no dia 4 desse mês, quais são os dias provavelmente férteis do ciclo?

b) Por que a tabelinha é um método contraceptivo considerado pouco confiável?

c) Apesar de a ovulação ocorrer em apenas um dia do ciclo, por que a estimativa do período fértil envolve mais dias?

7. De acordo com o gráfico a seguir, há dois picos de testosterona antes da puberdade de um homem: um na vida fetal e outro ao redor dos seis meses de idade. Esses picos se relacionam com o desenvolvimento dos caracteres sexuais masculinos primários: diferenciação e desenvolvimento dos testículos e do pênis. Analise os demais dados do gráfico e responda às questões.

Produção de testosterona e espermatozoides ao longo da vida do homem

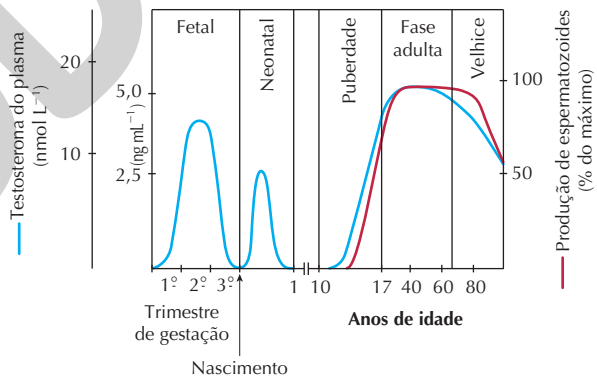


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Fonte: GRIFFIN, J. E.; WILSON, J. D. *Metabolic control and disease*. 8. ed. Philadelphia: Saunders, 1980.

a) A partir dos 6 meses de idade, o que acontece com os níveis de testosterona no homem até a puberdade? Explique.

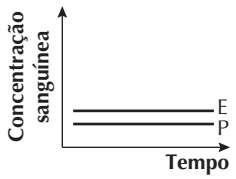
b) Explique por que o aumento de testosterona é seguido do aumento da produção de espermatozoides.

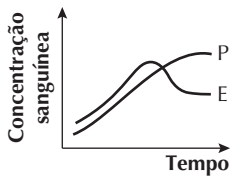
8. (Enem) A pílula anticoncepcional é um dos métodos contraceptivos de maior segurança, sendo constituída basicamente de dois hormônios sintéticos semelhantes aos hormônios produzidos pelo organismo feminino, o estrogênio (E) e a progesterona (P). Em um experimento médico, foi analisado o sangue de uma mulher que ingeriu ininterruptamente um comprimido desse medicamento por dia durante seis meses.

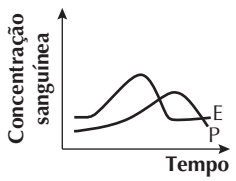
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

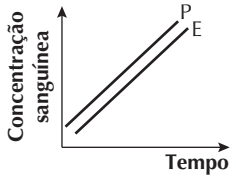
MODERNA

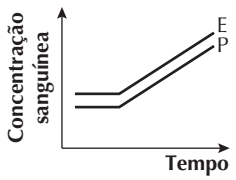
Qual gráfico representa a concentração sanguínea desses hormônios durante o período do experimento?

a)


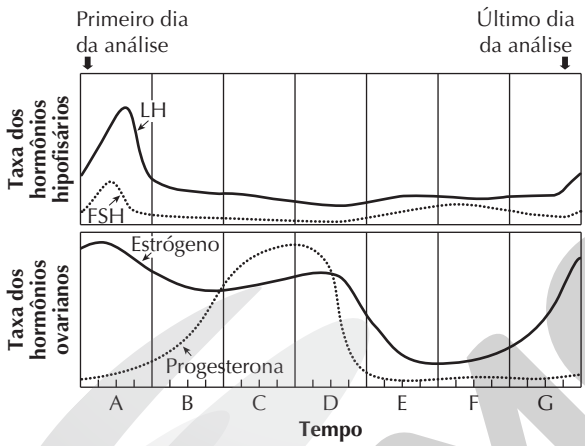
b)


c)


d)


e)


9. (Fuvest-SP) Foram feitas medidas diárias das taxas dos hormônios: luteinizante (LH), folículo estimulante (FSH), estrógeno e progesterona, no sangue de uma mulher adulta, jovem, durante vinte e oito dias consecutivos. Os resultados estão mostrados no gráfico:



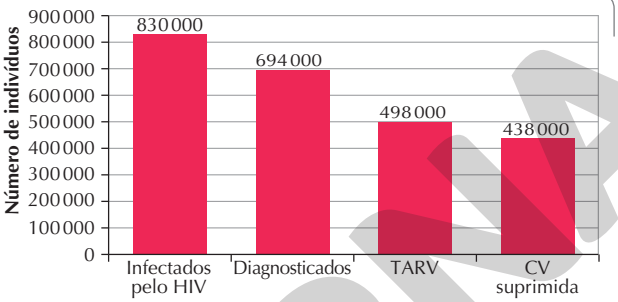
Os períodos mais prováveis de ocorrência da menstruação e da ovulação, respectivamente, são

a) A e C.
b) A e E.
c) C e A.
d) E e C.
e) E e A.

10. Uma das ações do Ministério da Saúde com relação ao combate à aids está relacionada com as metas 90-90-90 do Programa Conjunto das Nações Unidas sobre o HIV/aids (Unaids), que visa eliminar a epidemia de aids até 2030. A cascata de cuidado com pessoas com HIV vai desde o diagnóstico até a redução dos níveis do vírus por meio do tratamento antirretroviral. O objetivo das metas é que 90% das pessoas infectadas com HIV do país sejam diagnosticadas; 90% das pessoas diagnosticadas estejam em terapia antirretroviral (TARV); e 90% das pessoas em terapia tenham carga viral (CV) suprimida.

Observe o gráfico a seguir, que mostra algumas etapas da cascata de cuidado contínuo do HIV no Brasil em 2016, e depois leia o texto. Em seguida, responda às questões.

Algumas etapas da cascata de cuidado contínuo do HIV no Brasil, em 2016



Fonte: BRASIL. Ministério da Saúde. *Relatório de monitoramento clínico do HIV*. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www.aids.gov.br/pt-br/pub/2017/relatorio-de-monitoramento-clinico-do-hiv>. Acesso em: 19 ago. 2020.

O principal objetivo da terapia antirretroviral é manter a boa saúde das pessoas vivendo com HIV. Para a grande maioria das pessoas que vivem com HIV, podem ser indicadas medicações antirretrovirais capazes de reduzir a quantidade de HIV no sangue para níveis que são indetectáveis por testes laboratoriais padrão. Pode levar alguns meses até que se consiga reduzir os níveis de vírus a patamares indetectáveis e permitir que o sistema imunológico comece a se recuperar. A terapia antirretroviral é transformadora para as pessoas que vivem com o HIV. Permite que elas recuperem sua qualidade de vida, voltem ao trabalho, desfrutem de suas famílias e desfrutem de um futuro cheio de esperança.

[...]

Fonte: UNAIDS. *Saúde Pública e a supressão viral do HIV*. Brasília, 2017. Disponível em: <https://unaids.org.br/wp-content/uploads/2017/07/201707_supressao_viral_unaids.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2020.

a) O Brasil é signatário de um acordo no qual se compromete a atingir a meta 90-90-90 até 2020. Em 2016, segundo o gráfico, quais foram os resultados do país em relação a essas metas?

b) Com base no texto, qual seria o último passo da meta 90-90-90? Como está o Brasil em relação a esse passo?

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

O contexto da pandemia da COVID-19, ocorrida nos anos 2019-2020, reacendeu a importância da Ciência para o desenvolvimento de vacinas pela indústria farmacêutica. Nesse sentido, a seção apresenta os tipos de testes clínicos comuns nas fases de verificação de eficácia de medicamentos e vacinas, usando como cenário a pesquisa e o desenvolvimento para a vacina contra a COVID-19. Os conteúdos relativos ao sistema imune e à vacinação também são trabalhados, neste volume, na Unidade **Vida saudável**.

Registre em seu caderno

Como a Ciência trabalha em busca de respostas à ameaça de novos vírus?

Por dentro da BNCC

Competências Gerais: 1; 2; 4; 5; 6; 7; 9
Habilidades: EM13CNT205; EM13CNT303; EM13CNT304; EM13CNT310; EM13CHS101

Reflita sobre a questão acima e registre suas ideias. Em seguida, leia o texto e responda às questões.

Durante as duas primeiras décadas do século XXI, a humanidade foi acometida por doenças infecciosas causadas por variações mais agressivas de vírus tidos como comuns. Em 2002, teve início a epidemia da síndrome respiratória aguda grave (***SARS***, do inglês ***s****evere* ***a****cute* ***r****espiratory* ***s***yndrome), causada por um tipo de coronavírus, o SARS-CoV. Em 2009, uma pandemia de gripe, chamada na época de gripe suína, causada pelo vírus H1N1, mobilizou a atenção e os esforços das autoridades sanitárias em todo o planeta. Dez anos depois, em dezembro de 2019, as infecções causadas pelo SARS-CoV-2, um novo coronavírus, começaram a se multiplicar a partir da cidade de Wuhan, na China, causando a pandemia do coronavírus (COVID, do inglês ***co****rona****vi****rus* ***d****isease*), que a Organização Mundial da Saúde (OMS) passou a chamar de COVID-19. O "19" é uma referência ao ano de sua descoberta.

Todos esses episódios recentes de surtos e epidemias mobilizam não só as autoridades de saúde e governos, mas também inúmeros cientistas, que passam a concentrar seus esforços em pesquisas que visam identificar o agente patogênico (causador da doença), buscando as melhores estratégias, não só para o tratamento e a cura dos pacientes, como para a imunização da população.

No caso mais recente, o da pandemia da COVID-19, em poucos dias, cientistas chineses, australianos e norte-americanos foram capazes de isolar, replicar e identificar o material genético do novo coronavírus, abrindo caminho para o desenvolvimento de uma vacina. Porém, essa é apenas uma parte de uma das duas principais etapas necessárias para o desenvolvimento desse tipo de pesquisa, que são os **testes pré-clínicos** e os **testes clínicos**.

Os **testes pré-clínicos** são realizados em laboratórios especializados em testes *in vitro*. No caso de um novo vírus, como o SARS-CoV-2, os testes são feitos a partir da contaminação artificial de células, que ficam em ambiente totalmente controlado e fora de um organismo vivo. Por meio deles, é possível obter informações essenciais sobre o alvo de estudo, como a morfologia, a taxa de replicação e a ação de medicamentos já existentes.

Após a validação dos dados nos ensaios *in vitro*, ainda durante a etapa pré-clínica, podem ser realizados os primeiros testes *in vivo* utilizando cobaias não humanas, com o objetivo de demonstrar como um novo fármaco ou uma nova vacina age nesse organismo antes de ser testada em humanos. Na maioria das vezes, os testes em cobaias são realizados em roedores, mas há casos em que outros mamíferos são empregados, como felinos de pequeno porte, coelhos, cães, macacos, além de porcos e bovinos. No Brasil, o Conselho Nacional de Controle de Experimentação em Animais (Concea) é responsável pela regulamentação e concessão de autorizações para esses testes, de forma a estabelecer e garantir que os protocolos experimentais sejam cumpridos, respeitando a bioética animal.

Já os **testes clínicos** envolvem seres humanos e são realizados em quatro fases. Em todas elas, os voluntários devem ser informados de maneira clara sobre as estratégias e os objetivos da pesquisa, firmando um acordo sobre a plena ciência dos métodos e da doação do seu material biológico para aqueles fins.

A primeira fase é realizada com um pequeno grupo de voluntários saudáveis, de 20 a 100 pessoas, e tem como objetivo verificar a dosagem ideal e a segurança do tratamento. Na segunda fase, um grupo maior de pacientes voluntários, de 100 a 500 pessoas, sendo algumas delas pertencentes a grupos de risco, participa dos testes para avaliar a eficácia do novo tratamento e as possíveis manifestações de efeitos colaterais. A terceira fase é constituída de um grupo maior e variado de pacientes voluntários. Nessa etapa, de 1.000 a 5.000 pessoas são submetidas à confirmação da eficácia do tratamento em circunstâncias naturais da ocorrência da doença, o que permite monitorar a prevalência das reações adversas. No caso da vacina experimental contra a COVID-19, desenvolvida nos laboratórios da Universidade de Oxford, no Reino Unido, 10.000 voluntários foram submetidos ao teste. A quarta fase dos testes clínicos ocorre após a disponibilização e comercialização do medicamento ou da vacina e é quando um número muito maior de pacientes pode ser acompanhado, garantindo que o valor terapêutico do tratamento seja estabelecido, assim como novos efeitos colaterais descobertos, permitindo alterações na estratégia de tratamento.

Durante as três primeiras fases, os pacientes voluntários são divididos em subgrupos: o grupo experimental, que recebe de fato o novo tratamento, e o grupo controle, que recebe um tratamento já conhecido ou um placebo (uma preparação neutra quanto a efeitos farmacológicos). A eficácia da nova estratégia terapêutica é avaliada por meio da comparação entre os resultados obtidos nos dois subgrupos.

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

MANOBRA

Continua

Alguns estudos acontecem sem nenhum mascaramento, isto é, todos os envolvidos estão cientes sobre o subgrupo ao qual pertecem. Esses são os ***ensaios abertos***. Nesse caso, os pacientes ficam sabendo, com clareza, se receberam de seus médicos o novo tratamento, o medicamento de referência ou um placebo. Entretanto, resultados mais confiáveis são obtidos quando há algum tipo de mascaramento durante os testes. Nos ***ensaios simples-cego***, os pacientes não sabem a qual subgrupo pertencem, apenas os médicos e os pesquisadores possuem essa informação. Há ainda a possibilidade de tanto os pacientes quanto os responsáveis pela administração do medicamento desconhecerem a estratégia, sendo o pesquisador responsável detentor de todas as informações sobre os subgrupos. Nesse caso, temos os ***ensaios duplo-cego***.

Em situações normais, que não envolvam surtos, epidemias e outras emergências de saúde pública, o processo de disponibilização de novas vacinas e medicamentos pode ser longo, demorado e caro, mas funciona como uma "peneira", selecionando entre as novas terapias somente aquelas mais eficazes e seguras. Estima-se que, a cada 5.000 novos compostos avaliados em ensaios pré-clínicos, apenas cinco entrem nas três primeiras fases de ensaios clínicos e somente um atinja a fase de pesquisa pós-comercialização. Já nos casos de emergências, como as vividas com os surtos e as epidemias de coronavírus, esse tempo pode ser reduzido a meses.

Atividades

1. Mapas conceituais são ferramentas úteis para organizar e sistematizar a informação. Acesse e leia o artigo MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020. Em seguida, construa um mapa conceitual, preferencialmente em formato digital, sobre as etapas de pesquisa indicadas no texto e compartilhe com os colegas da classe.

2. Por que se opta por testes *in vitro* em larga escala antes de avançar para testes *in vivo*?

3. Os trechos a seguir são parte de dois artigos sobre pesquisas envolvendo o desenvolvimento de novos tratamentos. Leia os textos e faça o que se pede.

Artigo 1

A ototoxicidade é um problema que pode ocorrer após certos tipos de tratamentos para condições graves de saúde. Às vezes é inevitável quando o tratamento da doença é necessário. [...]

[O objetivo desta pesquisa é] estudar o possível efeito preventivo da N-acetilcisteína na ototoxicidade por cisplatina por meio de potencial evocado auditivo de tronco encefálico, emissões otoacústicas e investigação histopatológica da cóclea por microscopia eletrônica de varredura. [...]

Este estudo foi realizado em 21 ratos albinos Wistar, separados em quatro grupos. Foram administrados: 1 mL/kg/dia intraperitoneal (i.p.) de solução salina (n = 5), três vezes no total; 500 mg/kg/dia i.p. de N-acetilcisteína (n = 5), três vezes no total; 15 mg/kg i.p. (dose única) somente de cisplatina (n = 5) e 15 mg/kg i.p. de cisplatina e 500 mg/kg/dia i.p. de N-acetilcisteína (n = 6). Os ratos foram anestesiados para estudo dos testes auditivos antes e depois do experimento. Os ratos foram sacrificados para investigação da cóclea por microscopia eletrônica de varredura. [...]

Fonte: GÜNTÜRK, I. *et al.* Efeito protetor da N-acetilcisteína na ototoxicidade por cisplatina em ratos: um estudo com testes auditivos e microscopia eletrônica de varredura. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, v. 86, n. 1, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1808869418306220?via%3Dihub>. Acesso em: 17 ago. 2020.

Artigo 2

[A] *Baccharis trimera* (Less.) DC., *Asteraceae*, conhecida como carqueja, é amplamente utilizada na medicina popular. Seu uso é um hábito herdado dos indígenas e há séculos é utilizada para o tratamento de várias doenças. [...]

A extração de óleo essencial foi feita com a planta fresca, por arraste a vapor (hidrodestilação), utilizando um extrator do tipo Clevenger. Para a avaliação da ação do óleo essencial de *B. trimera* sobre cultura de células ganglionares utilizaram-se diferentes diluições (1:1000, 1:500). [...]

As culturas de células ganglionares da retina de ratos *Lister Hooded* (sobre as quais foram colocadas as diluições do óleo essencial de *B. trimera*) foram feitas de acordo com o protocolo experimental descrito por Pereira & Araújo (2001). [...] [Deixaram-se] transcorrer 4 h, acrescentou-se 1 mL de meio de cultura nas placas controle, e 1 mL da solução contendo óleo essencial nas placas "testes", tendo ambas sido mantidas 24 e 48 h [...]. É importante lembrar que todas as placas de amostras e controles foram feitas em triplicata.

[...]

Fonte: LOSQUI, Y. R *et al.* Atividade de Baccharis trimera (Less.) DC., (Asteraceae) sobre cultura de células *in vitro*. *Rev. Bras. Farmacogn.*, v. 19, n. 4, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbfar/v19n4/24.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2020.

a) Indique as partes dos textos que permitem afirmar qual é o teste *in vitro* ou *in vivo*.

b) O que está sendo testado, de acordo com cada texto?

c) Quantos grupos existem em cada experimento? Qual deles foi usado como controle?

4. Retome as suas anotações observadas antes da leitura do texto. Após a leitura da seção, suas previsões mudaram? Faça um texto dissertativo sobre o papel da Ciência em uma pandemia.

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

Registre em seu caderno

Usar ou não a experimentação com animais?

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 2; 4; 7; 9; 10
Habilidades: EM13CNT303; EM13CNT304; EM13LGG101; EM13LGG103; EM13LP04; EM13LP13; EM13LP42; EM13LP44; EM13CHS304

Um artigo de opinião é caracterizado por abordar temas que podem provocar opiniões divergentes e controversas e que são do interesse de um grande número de pessoas. Ao usar esse gênero textual, o autor almeja expressar sua posição, crença ou concepção a respeito de um assunto. Assim, os pontos abordados ao longo do artigo são escolhidos para fortalecer o posicionamento que se deseja mostrar válido. Ele é dividido basicamente em três partes: **introdução**, **desenvolvimento** e **conclusão**.

Na **introdução**, são feitas a contextualização, a justificativa da pertinência do tema, a problematização e a apresentação da opinião ou tese a ser defendida. De modo geral, ela aparece logo no início do texto. Na sequência, no **desenvolvimento**, são apresentados os argumentos que embasam o ponto de vista, podendo haver, também, a citação a contra-argumentos, com a devida refutação. A **conclusão** é a reiteração da linha argumentativa e o restabelecimento da tese, então já provada.

A publicação desse tipo de gênero textual é comum nas mídias impressas, como jornais e revistas, e virtuais, como *sites*, *blogs* e redes sociais. Em razão de sua importância e uso recorrente, vamos explorar algumas das características de um artigo de opinião com base na questão controversa do uso de animais em experimentos científicos.

1. O artigo de opinião, além de fazer uso do discurso argumentativo, pode ser estruturalmente dividido em partes. Em duplas, relacione as descrições a seguir com as respectivas partes que compõem o artigo de opinião.

Parte do artigo de opinião	O que caracteriza essa parte?
(a) Introdução	(■ d) Semelhantes aos **argumentos**, também são trazidos no desenvolvimento. Dizem respeito às ideias que se opõem à tese e/ou aos argumentos defendidos pelo texto.
(b) Questão polêmica	(■ f) Retomada dos pontos abordados, com uma **síntese** das ideias e restabelecimento da tese.
(c) Argumentos	(■ c) São apresentados ao longo do **desenvolvimento**. Cada um é formado por dados/informações/referências/fatos que ajudam na compreensão do ponto de vista defendido. Para cada ponto, apresenta-se de forma clara a **relação** das informações trazidas com a tese do artigo.
(d) Contra-argumentos	(■ e) Apresentação dos **argumentos** que embasam o ponto de vista. Também pode trazer **contra-argumentos**.
(e) Desenvolvimento	(■ a) Apresentação do tema que será abordado, trazendo a contextualização e a **tese** (ponto de vista) a ser defendida. Em geral, é composta de um parágrafo no início do texto.
(f) Conclusão	(■ b) É declarada logo na **introdução**, podendo ou não ter a forma de pergunta. Pode ser a própria tese (ponto de vista a ser defendido no artigo).

2. Com o seu colega de dupla, leia o texto a seguir e discuta o tema abordado. Depois, faça o que se pede.

A ciência na extinção dos testes em animais

[...] Nas últimas décadas, inúmeros países vêm paulatinamente se posicionando contrariamente ao uso de animais no processamento de cosméticos, na restrição ao uso para atividades acadêmicas e na normatização e fiscalização com relação ao uso de animais em pesquisa, experimentação e produção.

[...] O Brasil também dispõe de diferentes dispositivos legais federais, estaduais e municipais, além de inúmeros projetos de lei em andamento, que visam a proteção animal, com destaque para a Lei de Crimes Ambientais (9.605), a Lei de Biodiversidade (13.123) e a Lei Arouca (11.794) [...].

Embora esta seja uma tendência global, existem argumentos favoráveis e contrários. Os movimentos pró-animais atuam em prol dessa causa desde o século 18, contribuindo para a consolidação de leis que diminuíram drasticamente os maus-tratos dispensados aos animais em experimentos. Mesmo assim, argumentos emotivos clamam pela extinção total dos testes em animais. Esses movimentos têm conseguido sucesso em suas ações, principalmente por se inserirem direta ou indiretamente no meio jurídico e político. Os cientistas, por outro lado, embora tenham informação da senciência dos animais e dos vieses presentes em muitas pesquisas e testes, ainda consideram o uso de animais na experimentação uma necessidade insubstituível, protestando contra a burocracia dos procedimentos legais.

A sociedade tem protagonizado cada vez mais a intolerância aos excessos e maus-tratos, utilizando-se principalmente do ambiente democrático da internet para denunciar e exigir ação dos órgãos públicos que tutelam os animais. Por fim, os argumentos dos defensores dos animais alertam que, por mais que um pesquisador promova um ambiente confortável e métodos cada vez menos invasivos, manter um animal cativo é ir contra a existência natural e autônoma almejada por qualquer ser vivo.

Continua

As descrições apresentam destaques que podem ser discutidos com a turma, pois dizem respeito às características desse gênero textual. Informações adicionais sobre o tema podem ser consultadas nas orientações específicas para essa seção no Suplemento para o Professor.

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

MODERNA

[...] O uso do modelo animal de fato é um procedimento muito antigo, que remonta à Era Clássica. O que leva a questionar todas as habilidades e criatividade da humanidade: por que não desenvolver métodos alternativos mais eficazes, mais baratos, mais acessíveis, mais rápidos e mais éticos?

O que em um momento pode parecer uma barreira aos procedimentos tradicionalmente consolidados pode alavancar um avanço em todos os sentidos. Não há dúvida de que medidas tomadas por países desenvolvidos desencadearão adesões; o Brasil já está inserido neste contexto, estimulando e validando métodos alternativos, o que deve ser visto pela academia como um fértil terreno para desenvolvimento de uma ciência mais moderna, eficaz, justa e humanitária.

Fonte: FISHER, M. A ciência na extinção dos testes em animais, *Gazeta do Povo*, 1º jul. 2016. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/opiniao/artigos/a-ciencia-na-extincao-dos-testes-em-animais-dj6kga2b6hx9adn4herejyat9/>. Acesso em: 17 ago. 2020.

a) Indique o trecho do texto que apresenta uma questão polêmica.

b) Qual é a tese/ideia principal defendida? Indique um trecho do texto que justifique sua resposta.

c) Em que consiste o desenvolvimento de um artigo de opinião? Cite os trechos inicial e final do desenvolvimento do artigo lido.

d) Considere o trecho "O que em um momento pode parecer uma barreira aos procedimentos tradicionalmente consolidados pode alavancar um avanço em todos os sentidos." Qual é o contexto desse trecho na discussão apresentada?

e) Qual foi a conclusão da autora do texto?

f) De acordo com a estrutura apresentada na questão 1, o texto é um artigo de opinião? Justifique a sua resposta.

3. Os fragmentos a seguir expressam a opinião de pessoas que lidam com a temática do uso de animais como cobaias, e foram extraídos da reportagem "Movimento é contra a exploração de animais usados como cobaias". Reúna-se com o seu parceiro de dupla para ler as declarações dos entrevistados e, em seguida, responder às questões.

Fragmento A

A ciência vem evoluindo a cada dia, sendo que já está comprovado que a maioria dos testes que se realizam em modelos animais não tem as mesmas respostas em modelos humanos. Vários cientistas chegaram a esta conclusão e estão abolindo essa prática. Outras técnicas, como modelos matemáticos, simulações computadorizadas, sistemas biológicos *in vitro*, e até mesmo busca de bancos de dados de pesquisas já realizadas, podem dispensar a utilização de cobaias. A legislação brasileira vem avançando justamente para diminuir e até abolir esta prática. "O artigo 32 da Lei 9.605/98, parágrafo 1º, dispõe: "Incorre nas mesmas penas quem realiza experiência dolorosa ou cruel em animal vivo, ainda que para fins didáticos ou científicos, quando existirem recursos alternativos". A realização de experimentação científica no Brasil está regulada na Lei 11.794/08, conhecida como Lei Arouca, que estabelece a criação das Comissões de Ética no Uso de Animais (Ceua). Toda e qualquer pesquisa com utilização de animais deverá ser monitorada e avaliada por MS, MCT, Ibama, CRM e CRMV. Sendo que as Ceuas devem manter um representante de organização não governamental (ONG) de defesa animal em sua composição.

Franklin Oliveira. Ambientalista, correspondente da Word Society for the Protection of animals (WSPA).

Fragmento B

Tenho conhecimento da polêmica que envolve o assunto. No entanto, como pesquisador ainda em formação, acredito na importância desse tipo de atividade para o desenvolvimento de métodos de cura e melhoria de vida, tanto para o [ser humano] quanto para animais de companhia e de produção, além de inúmeros outros usos – avaliação e controle de produtos biológicos, desenvolvimento de vacinas e fármacos, transplantes, estudos de farmacologia, microbiologia e reprodução animal. Camundongos, ratos, coelhos, porquinhos-da-índia, cães e gatos, além de ovelhas, cabras e vacas, são bastante utilizados, tanto em pesquisas científicas e no ensino de universidades, quanto em testes de produtos. Atualmente, existem comissões de ética bastante atuantes de universidades e instituições de pesquisa com a função de estabelecer parâmetros para a prática do uso de cobaias, visando garantir o bem-estar e diminuir o sofrimento desses animais. Na medicina e na veterinária, algumas instituições de ensino já estão reduzindo o número de cobaias utilizadas, substituídas por manequins e programas de computador para a simulação de processos e intervenções cirúrgicas. Cabe ponderar e questionar se os futuros doutores formados por essas escolas terão capacidade e conhecimento *in loco* para exercer a profissão de maneira eficaz e segura, reduzindo, e até mesmo evitando, o tão temido erro médico.

Carlos Augusto Gontijo Pellegrino. Médico-veterinário, doutorando em reprodução animal.

Fonte: MOVIMENTO é contra a exploraçãode animais usados como cobaias. *Estado de Minas*, 1º jul. 2012. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/tecnologia/2012/07/01/interna_tecnologia,303617/movimento-e-contra-a-exploracao-de-animais-usados-como-cobaias.shtml>. Acesso em: 17 ago. 2020.

a) Qual é o posicionamento apresentado pelos entrevistados?

b) Quais são os argumentos que cada entrevistado usou para defender seu posicionamento?

c) Os entrevistados apresentam contra-argumentos que poderiam ser usados para contrapor o posicionamento apresentado? Quais?

d) Como a conclusão é estabelecida pelos entrevistados?

4. Com base na leitura e nas discussões dos fragmentos **A** e **B**, individualmente, aponte qual das opiniões é a mais convincente para você, justificando sua resposta.

Continua

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

5. Agora que você teve contato com diferentes posicionamentos sobre a experimentação com animais, expressos por profissionais da área, pesquise mais sobre o assunto e responda: qual é a sua opinião sobre fazer ou não experimentação com animais?

A resposta é individual e deve ser escrita entre 10 a 15 linhas. Depois, de acordo com o texto que escreveram, formem dois grandes grupos, cada um defendendo um ponto de vista, e façam um debate sobre a experimentação com animais.

Valores e atitudes

Registre em seu caderno

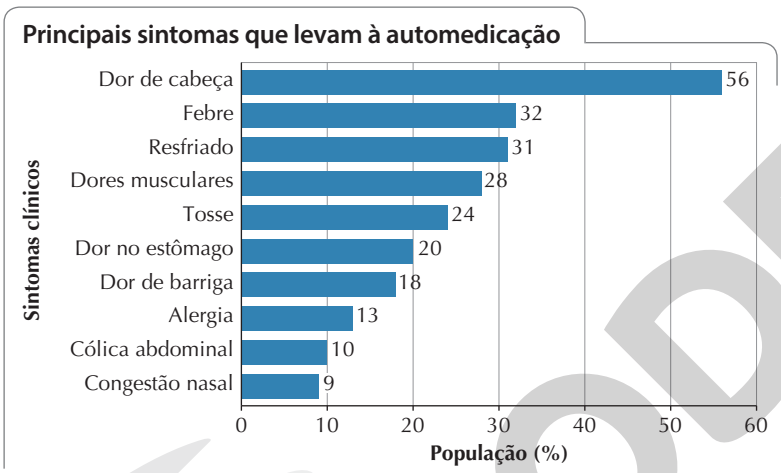
[...]

Quase metade dos brasileiros se automedica pelo menos uma vez por mês e 25% o faz todo dia ou pelo menos uma vez por semana. Esses dados fazem parte de uma pesquisa feita pelo Conselho Federal de Farmácia (CFF). De acordo com o estudo, a automedicação é um hábito comum a 77% dos brasileiros. [...]

Fonte: AUTOMEDICAÇÃO é um hábito comum a 77% dos brasileiros. *G1,* 13 maio 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/bemestar/noticia/2019/05/13/automedicacao-e-um-habito-comum-a-77percent-dos-brasileiros.ghtml>. Acesso em: 17 ago. 2020.

O gráfico a seguir apresenta os sintomas mais comuns que levam as pessoas a se automedicarem.

ERICSON GUILHERME LUCIANO



Fonte: NIEDERAUER, A. P.; FELIX, P. Principais sintomas que levam as pessoas a automedicação. *O Estado de S. Paulo*, 25 out. 2018. Disponível em: <https://saude.estadao.com.br/noticias/geral,pesquisa-mostra-que-8-em-cada-10-brasileiros-admitem-automedicar-se,70002562555>. Acesso em: 17 ago. 2020.

1. Depois de realizar a leitura do texto e do gráfico, responda às questões a seguir.
- **a)** Defina automedicação.
- **b)** Quais são os motivos que levam pessoas a se automedicarem?
- **c)** Quais são os riscos envolvidos nessa prática? Para enriquecer e fundamentar sua resposta, pesquise a respeito deles.

2. Em grupo, façam entrevistas com as pessoas da comunidade sobre a automedicação. Com os dados das entrevistas em mãos, proponham soluções e estratégias para alertar a população dos perigos da prática de automedicação.

3. Agora, reflita sobre a automedicação em sua vida. O que você pode fazer para evitar essa prática?

4. Que cuidados devemos ter ao descartar medicamentos? Pesquise sobre o impacto ambiental do descarte incorreto de medicamentos e as formas de minimizar esse impacto.

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 7; 8; 9; 10
Habilidades: EM13CNT207; EM13CNT306; EM13CNT310

Revise e amplie!

Registre em seu caderno

Agora que o trabalho com a Unidade foi finalizado, é o momento de autoavaliar seu aprendizado e identificar novos interesses para continuar aprendendo. Para tanto, reflita sobre as questões abaixo.

- O que eu aprendi sobre a temática drogas e medicamentos?
- O que mais eu gostaria de saber sobre essa temática?

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

MODERNA

UNIDADE 2

Vida saudável

Durante o desenvolvimento da abertura, fique atento a qualquer tipo de manifestação de preconceito, promovendo o acolhimento, a empatia e o respeito à diversidade.

A alimentação desequilibrada leva a distúrbios nutricionais, sendo os mais comuns a desnutrição e a obesidade. Ao tratar sobre esse assunto, o diretor do departamento de nutrição para saúde e desenvolvimento da Organização Mundial da Saúde (OMS), Francesco Branca, afirma que "Estamos diante de uma nova realidade nutricional. [...] Todas as formas de má nutrição têm um denominador comum – sistemas alimentares que não fornecem a todas as pessoas dietas saudáveis, seguras, acessíveis e sustentáveis. Mudar isso exigirá ação em todos os sistemas alimentares – da produção e processamento, passando pelo comércio e distribuição, preços, *marketing* e rotulagem, até o consumo e o desperdício. Todas as políticas e investimentos relevantes devem ser radicalmente reexaminados". Assim, o desenvolvimento dessas doenças está associado às questões políticas, econômicas, sociais e culturais, e não se deve apenas ao indivíduo e suas escolhas. No caso da obesidade há também o fator genético a ser considerado e o estilo de vida mais sedentário.

Em um estudo feito em conjunto pela OMS e Imperial College de Londres, em 2017, verificou-se que o percentual de crianças e jovens obesos aumentou oito vezes em quatro décadas (1975 a 2016) no mundo. No Brasil, o Ministério da Saúde publicou o *Guia alimentar para a população brasileira*, documento que compila informações confiáveis sobre como ter uma alimentação saudável. A [má] nutrição é um tema tão relevante que também foi retratado em obras de arte. O artista alemão Carl-W. Röhrig (1953-) criou, em 1996, *Der Hamburgermann* ("O homem hambúrguer" – pintura de técnica mista sobre papelão, 40 cm × 30 cm), representando alimentos processados e ultraprocessados comuns na alimentação atual e associados ao desenvolvimento de distúrbios nutricionais.

Fonte consultada: OPAS Brasil. Mais de um em cada três países de baixa e média renda enfrentam extremos da má nutrição. Disponível em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6082:mais-de-um-em-cada-tres-paises-de-baixa-e-media-renda-enfrentam-extremos-da-ma-nutricao&Itemid=839>. Acesso em: 17 ago. 2020.

AKG-IMAGES/ALBUM/FOTOARENA - © RÖHRIG, CARL-W./AUTVIS, BRASIL, 2020-COLEÇÃO PARTICULAR

Enfatize que a alimentação desequilibrada pode causar problemas de saúde em pessoas que não tenham sobrepeso ou sejam obesas.

Prevalência da obesidade entre jovens de 5 a 19 anos de idade, por sexo, em 1975 e 2016

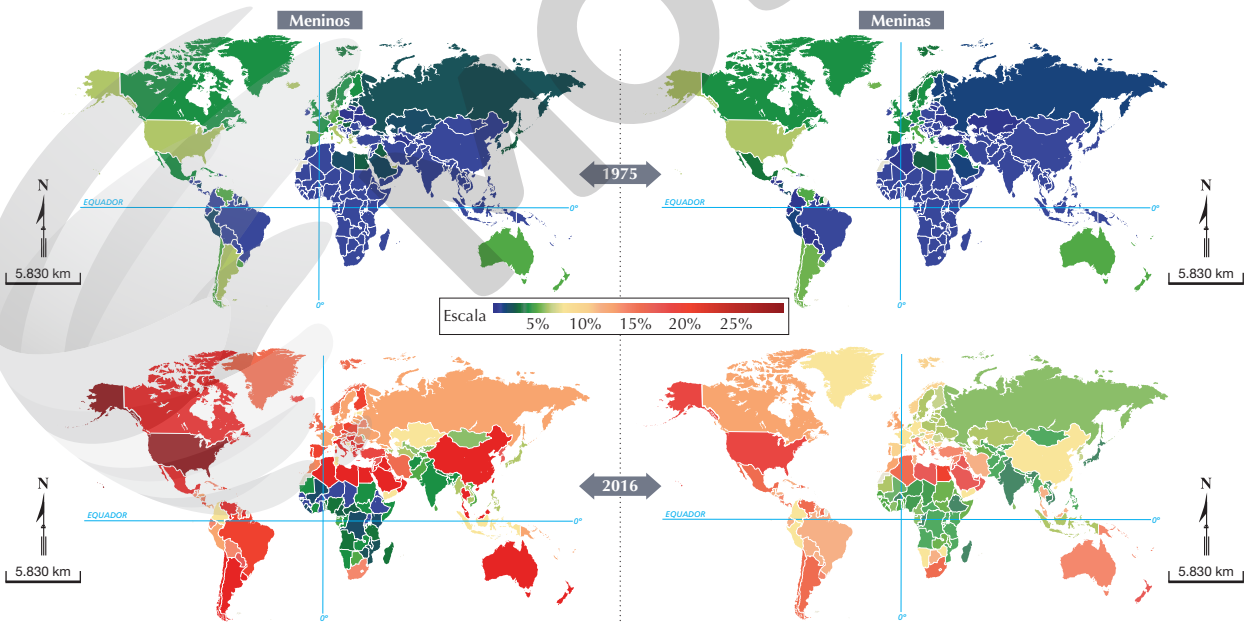


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Fonte consultada: Abarca-Gómez, L. *et al*. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, v. 390, 2017.

- Interprete os elementos presentes nas imagens da abertura desta Unidade e responda: que relação é possível estabelecer entre a escolha dos alimentos pelo artista e o cenário evidenciado pelos mapas?

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

Por que ordenamos a Unidade dessa forma?

O que significa ter uma vida saudável? Durante o desenvolvimento desta Unidade, você terá a oportunidade de compreender vários aspectos das Ciências da Natureza para buscar a tão almejada vida saudável. Nos Temas 1 e 2 busca-se a compreensão das variáveis de estado e das transformações gasosas, segundo a primeira lei da Termodinâmica, relacionando-as às trocas de energia durante a nutrição do corpo humano. A composição química dos macro e micronutrientes, as propriedades físico-químicas e as funções metabólicas são desenvolvidas ao longo do Tema 3. Alinhado a isso, no Tema 4 são apresentados os equilíbrios químicos em soluções aquosas, relacionando-os aos tampões fisiológicos e ao equilíbrio de solubilidade em sistemas biológicos, que são abordados ao longo do Tema 5. Nele, também é discutida a importância da alimentação adequada e das escolhas dos alimentos, bem como alguns distúrbios nutricionais que estão relacionados à vulnerabilidade da juventude, como obesidade, anorexia e bulimia. O Tema 6 traz conceitos básicos sobre o funcionamento do sistema imunitário, dando subsídios para entender o mecanismo de ação das vacinas no organismo e argumentar sobre a importância da vacinação para a saúde individual e coletiva e a erradicação de doenças.

As seções finais desta Unidade apresentam contextos das Ciências da Natureza de forma integrada e aplicada a situações cotidianas. Nelas, discute-se a pseudociência presente nas dietas miraculosas, propõe-se a produção de um *teaser* para promover a valorização da diversidade e busca-se a distinção de fatos, baseados em evidências, e opiniões presentes em artigos divulgados em diferentes mídias, possibilitando, dessa forma, o desenvolvimento do posicionamento crítico e da lógica argumentativa, habilidades fundamentais para a análise e o debate de diversos contextos sociais.

Dessa forma, os objetivos gerais desta Unidade são:

- Compreender a relação entre as variáveis de estado e as transformações gasosas no contexto descrito pela primeira lei da Termodinâmica nas trocas de energia que ocorrem no corpo humano.
- Identificar a composição química dos macro e micronutrientes presentes nos alimentos, relacionando as propriedades físico-químicas às funções metabólicas, compreendendo a importância de um bom planejamento alimentar.
- Analisar aspectos do equilíbrio químico em solução aquosa, sobretudo aqueles relacionados a tampões fisiológicos e ao equilíbrio de solubilidade em sistemas biológicos.
- Entender a importância da vacinação para a saúde pública, com base em informações sobre os mecanismos de ação do sistema imunitário e da atuação das vacinas no organismo.

Por dentro da BNCC

O trabalho com esta Unidade favorece o desenvolvimento das competências e das habilidades da BNCC citadas a seguir.

Competências gerais: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10

Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Competências específicas: 1; 2; 3

Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT102; EM13CNT104; EM13CNT202; EM13CNT205; EM13CNT207; EM13CNT301; EM13CNT302; EM13CNT303; EM13CNT304; EM13CNT306; EM13CNT307; EM13CNT310

Área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Competência específica: 5

Habilidade: EM13CHS502

Área de Matemática e suas Tecnologias

Competência específica: 1

Habilidade: EM13MAT102

Área de Linguagens e suas Tecnologias

Competências específicas: 1; 2

Habilidades: EM13LGG101; EM13LGG204; EM13LP05; EM13LP15; EM13LP17; EM13LP18; EM13LP28; EM13LP31

Pense nisso!

Registre em seu caderno

Tema 1. Sendo um recipiente com alimento recém-cozido um sistema mais quente que o nosso corpo, aqui considerado um sistema frio, quais grandezas físicas ou conceitos físicos você identifica nessa situação? Como elas variam?

Tema 2. Qual é a característica de materiais que são utilizados em recipientes para manter a temperatura dos alimentos? Cite exemplos de materiais e produtos feitos com eles presentes em nosso cotidiano.

Tema 3. Que tipo de nutrientes você considera importante para uma alimentação saudável?

Tema 4. Alguns indivíduos relatam sentir "queimação" no estômago após as refeições. Que substâncias são relacionadas à origem dessa "queimação"? Por que alguns médicos receitam remédios antiácidos para aliviar tal sintoma?

Tema 5. Alguns distúrbios nutricionais são muito comuns em adolescentes. Explique o que você sabe sobre os distúrbios nutricionais e cite alguns deles.

Tema 6. Com base em seus conhecimentos, explique por que a vacinação é a medida mais adequada para a prevenção de algumas doenças.

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

MODERNA

TEMA 1

Transformações gasosas

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 4; 5; 6
Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT102; EM13CNT301

O funcionamento do corpo humano depende de uma fonte de energia e de um método para converter a energia nas formas elétrica e mecânica. Além disso, realiza trocas de calor constantemente, faz a conversão de trabalho em calor e realiza trocas gasosas, que são conceitos estudados por uma área da Física denominada **Termodinâmica.**

Dessa forma, neste Tema, vamos aprender o conceito de temperatura e suas escalas; em seguida, aprofundaremos nossa compreensão sobre os gases, suas variáveis de estado e suas transformações.

Temperatura

A **temperatura** (*T*) de um corpo é uma medida do grau de agitação das partículas que o compõem. Como o movimento de cada partícula depende de sua energia cinética, entendemos que a temperatura de um corpo é maior quanto maior for a energia cinética das partículas que o constituem (**Fig. 1.1**).

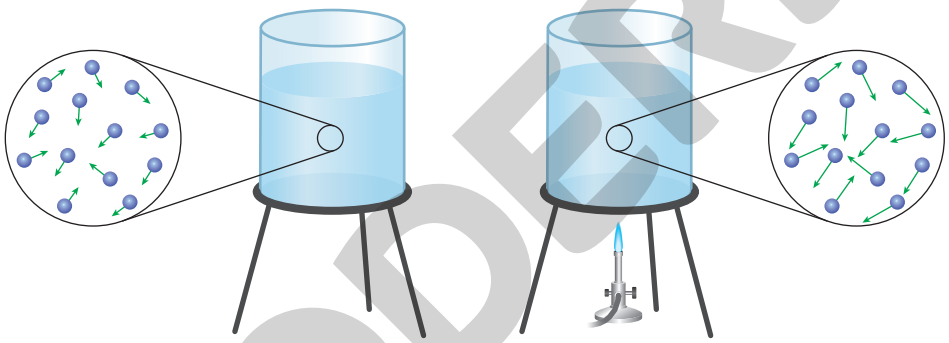
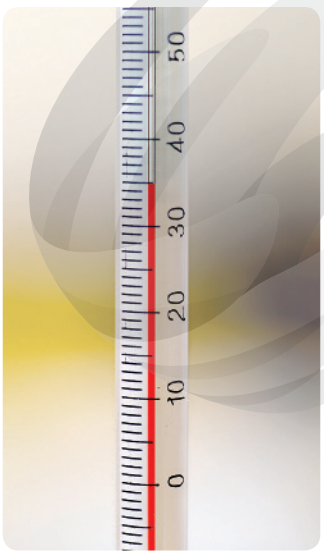


ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

Figura 1.1 Representação esquemática de um recipiente com determinado material. Nos detalhes, modelos submicroscópicos, mostrando o movimento das partículas em cada condição. Quando um recipiente com determinado material é colocado sobre uma chama, as partículas desse material adquirem maior energia cinética e, portanto, sua temperatura vai aumentar. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

A temperatura é medida por um instrumento denominado **termômetro** (**Fig. 1.2**). Apesar de atualmente existirem termômetros digitais, alguns termômetros contêm uma substância líquida, geralmente álcool, dentro de um tubo bem fino, também chamado de capilar. Conforme a temperatura aumenta, o volume do álcool também aumenta; com isso, ele atinge diferentes alturas, que podem ser medidas pelas marcações do tubo. Nesse caso, a altura da coluna de álcool dentro do tubo é a grandeza associada à variação da temperatura, chamada de **grandeza termométrica**.



GGW/SHUTTERSTOCK

Figura 1.2 Termômetro com coluna de álcool colorido. A altura dessa coluna está relacionada à variação da temperatura.

Escalas termométricas

Escalas termométricas consistem em sistemas de valores utilizados para determinar a variação quantitativa de temperatura usando instrumentos medidores.

Para definir uma escala termométrica, é necessário escolher dois pontos fixos de referência. Esses pontos geralmente são escolhidos por serem associados a fenômenos recorrentes ou facilmente reprodutíveis.

Há inúmeras escalas termométricas, pois muitas foram criadas por cientistas ao estudarem as variações térmicas ao longo da história; mas atualmente as mais usadas são Celsius, Fahrenheit e Kelvin.

A **escala Celsius** é a mais utilizada no Brasil. Seu criador, o físico sueco Anders Celsius (1701-1744), definiu os pontos de ebulição e de fusão da água como pontos de referência

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

para a escala. Em sua homenagem, a unidade de medida é chamada grau Celsius (°C). Ao ponto de ebulição atribui-se o valor de 100 °C e, ao ponto de fusão, 0 °C.

Nos Estados Unidos e na Inglaterra, é mais utilizada a **escala Fahrenheit**, criada pelo físico germano-polonês Gabriel Daniel Fahrenheit (1686-1736). Nessa escala, a unidade de medida é o grau Fahrenheit (°F), o ponto de fusão da água tem valor de 32 °F e o ponto de ebulição da água, de 212 °F.

O cientista irlandês William Thomson (1824-1907) propôs uma escala em que o zero representaria a temperatura na qual as partículas de um corpo estariam paradas, ponto denominado zero absoluto, ou seja, nesse ponto, a energia térmica do sistema seria zero. Na escala Celsius, o valor do zero absoluto corresponde a −273,15 °C ou, aproximadamente, −273 °C. A escala Kelvin tem como unidade de medida o Kelvin (K), que é a unidade de medida de temperatura no Sistema Internacional de Unidades (SI).

A **Figura 1.3** relaciona os pontos fixos de referência das três escalas termométricas: Fahrenheit, Celsius e Kelvin.

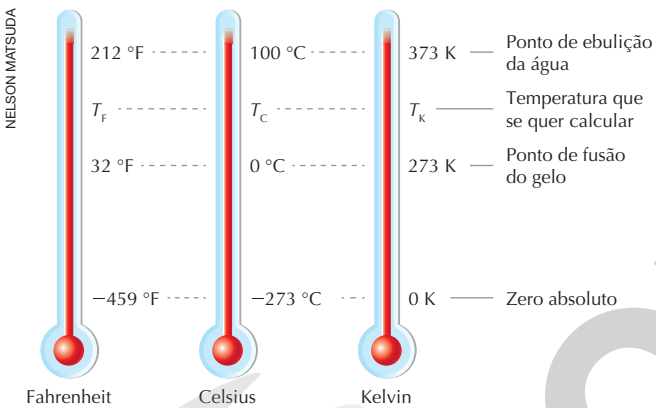


Figura 1.3 Comparação entre termômetros graduados nas escalas Fahrenheit, Celsius e Kelvin.

Os valores de temperatura podem ser convertidos de uma escala para outra por meio de relações termométricas. Vamos considerar T_C o valor da temperatura em grau Celsius, T_F o valor em grau Fahrenheit e T a temperatura em Kelvin; assim:

$$\frac{T_C - 0\ °C}{100\ °C - 0\ °C} = \frac{T_F - 32\ °F}{212\ °F - 32\ °F} = \frac{T - 273\ K}{373\ K - 273\ K}$$

Portanto, as três escalas se relacionam matematicamente pela equação a seguir.

$$\frac{T_C}{5\ °C} = \frac{T_F - 32\ °F}{9\ °F} = \frac{T - 273\ K}{5\ K}$$

Vejamos um exemplo envolvendo a conversão entre as escalas. Considera-se estado febril aquele em que a temperatura corpórea fica acima de 98,6 °F. Qual é esse valor de temperatura na escala Celsius?

Convertendo o valor de temperatura, temos:

$$\frac{T_C}{5\ °C} = \frac{T_F - 32\ °F}{9\ °F} \Rightarrow \frac{T_C}{5\ °C} = \frac{98{,}6\ °F - 32\ °F}{9\ °F} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_C = 5\ °C \cdot 7{,}4 \therefore T_C = 37\ °C$$

Gases e a teoria cinética

Os gases são substâncias que não apresentam forma nem volume definidos. As substâncias na fase gasosa apresentam seus átomos ou suas moléculas bem afastadas umas das outras, ou seja, as interações intermoleculares são quase nulas e, por isso, os gases se expandem por todo o recipiente que os contém, como no caso do gás que enche os balões mostrados na **Figura 1.4**.

OKSANA SHUFRYCH/SHUTTERSTOCK

Figura 1.4 O gás se expande pelo balão, tomando a sua forma.

A **teoria cinética molecular**, postulada pelo físico e matemático suíço Daniel Bernoulli (1700-1782), explica a relação entre o comportamento observado nos gases e o comportamento de cada molécula de um gás. Segundo essa teoria, os gases são formados por muitas moléculas que se movimentam em todas as direções. Quando o gás está contido em um recipiente, suas moléculas colidem com as paredes dele e algumas delas podem colidir também umas com as outras, originando a pressão do gás. A energia cinética das partículas em movimento está relacionada à temperatura do gás. Quando o volume do recipiente é mantido constante, o aumento da energia cinética das partículas leva ao aumento da pressão do gás.

No período entre 1848 e 1898, a partir das ideias de Bernoulli, os físicos europeus James Joule (1818-1889), Rudolf Clausius (1822-1888), James Maxwell (1831-1879) e Ludwig Boltzmann (1844-1906) desenvolveram a **teoria cinética molecular dos gases ideais**, que possui os seguintes postulados:

1. Os gases consistem em muitas moléculas em movimento contínuo e aleatório.
2. O volume total ocupado pelas moléculas do gás é desprezível quando comparado ao volume do recipiente em que está contido.
3. As forças de atração e repulsão entre as moléculas de um gás são desprezíveis.
4. Todo gás exerce pressão sobre as paredes do recipiente em que está contido. Quanto maior for o número de colisões por unidade de tempo, maior será a pressão.

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

MODELO

5. Os choques das moléculas de um gás são elásticos, ou seja, as moléculas chocam-se e retornam com a mesma velocidade, sem perder energia nas colisões.
6. A energia cinética média das partículas de um gás é proporcional à temperatura absoluta (em kelvin, K). O aumento da temperatura indica o aumento da rapidez com que as moléculas se movimentam, e, por isso, elas possuem maior energia cinética.

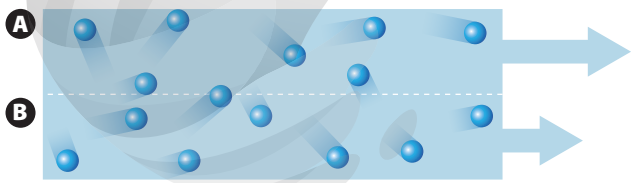
Assim, para um gás ideal contido em um recipiente, consideramos um número muito grande de partículas, mas desconsideramos as forças de ligação entre elas. Além disso, supomos que há conservação de energia cinética, pois os choques entre as partículas e as paredes do recipiente são perfeitamente elásticos.

Apesar de nenhum gás encontrado na natureza ser totalmente ideal, essa aproximação é bastante satisfatória, principalmente em condições de baixa temperatura e pressão; por isso nós a utilizamos como modelo.

Propriedades gerais dos gases

Os gases apresentam propriedades físicas que os distinguem dos sólidos e dos líquidos. Muitas dessas propriedades podem ser explicadas com o auxílio da teoria cinética molecular.

Os gases, muito mais do que os líquidos, escoam com grande facilidade. Esse escoamento pode ser entendido como resultado da movimentação de várias camadas do gás paralelamente e em uma mesma direção. No entanto, as camadas não têm necessariamente a mesma velocidade; assim, em razão do movimento aleatório das moléculas que formam o gás, moléculas da camada mais lenta podem passar à camada mais rápida e vice-versa, modificando suas velocidades, conforme mostra a **Figura 1.5**. A **viscosidade** é essa resistência de movimento que uma camada produz sobre a outra. Quanto maior for a temperatura do gás, maior será sua viscosidade, já que o movimento aleatório das moléculas se intensifica.



NELSON MATSUDA

Figura 1.5 Representação esquemática de duas camadas **(A)** e **(B)** de um mesmo gás que se movimentam na mesma direção; porém, o movimento da camada **(A)** é mais rápido. Há troca de moléculas entre as camadas, modificando as velocidades de cada uma e gerando resistência ao escoamento do gás. A velocidade das moléculas está indicada pelo comprimento do rastro representado; quanto maior o rastro, maior a velocidade. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Outra propriedade dos gases é a **difusibilidade**. Eles difundem-se, ou seja, espalham-se e misturam-se com facilidade a outros gases. O movimento aleatório das moléculas dos gases promove gradativamente sua distribuição pelo sistema, até resultar em uma mistura homogênea. Um caso particular da difusão é o processo de efusão, no qual um gás escapa por pequenos poros presentes no material do recipiente que o contém. Por exemplo, durante nossa respiração, a transferência de O_2 e CO_2 para dentro e para fora do sangue é controlada pela difusão. A difusão no tecido é cerca de 10.000 vezes mais lenta que no ar; entretanto, a espessura do tecido pelo qual a molécula deve difundir-se nos pulmões é muito pequena e, assim, a molécula leva menos que 1 segundo para atravessar o tecido.

Gases e suas variáveis de estado

Vamos considerar a seguinte situação: uma panela de pressão com apenas ar em seu interior é fechada e colocada sobre a chama de um fogão, conforme mostra a **Figura 1.6** (não realize esse experimento). O calor transferido para o gás no interior da panela será transformado em energia térmica, isto é, as moléculas vão ficar com mais energia cinética, provocando maior agitação molecular em decorrência do aumento da temperatura. Como o volume do gás se mantém constante, o aumento da velocidade média das moléculas do gás no interior da panela e da frequência de choques nas paredes do recipiente leva ao aumento da pressão interna do gás. Em algum momento, a estrutura da panela não vai mais suportar a pressão, a válvula de segurança da tampa se levantará e parte do gás escapará.

JUNIOR ROZZO/ROZZO IMAGENS

Figura 1.6 O gás dentro da panela de pressão possui um determinado valor de pressão, volume e temperatura.

Esse exemplo nos ajuda a entender que o comportamento e as propriedades de certa massa de gás podem ser descritos considerando três grandezas físicas fundamentais: **pressão (*p*)**, **volume (*V*)** e **temperatura (*T*)**. Essas três grandezas são chamadas de **variáveis de estado**. Portanto, o estado de um gás pode ser determinado considerando um valor de pressão, volume e temperatura.

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

MODERNA

A pressão relaciona-se com o número de colisões das moléculas do gás. É a força que o gás exerce sobre uma unidade de área. Quanto maior for o número de moléculas no recipiente, maiores serão a massa e a pressão nas paredes. O aumento da temperatura eleva a pressão; isso significa que a pressão depende da massa e da temperatura. A unidade de pressão no SI é o pascal (Pa), embora outras unidades de medida também sejam utilizadas, como bar, atmosfera (atm) e torricelli (torr). A **Tabela 1.1** apresenta algumas conversões entre essas unidades de pressão.

Tabela 1.1 Conversões entre unidades de pressão

1 bar	100.000 Pa
1 atm	101.325 Pa
1 atm	1,013 bar
1 torr	133,322 Pa
1 atm	760 torr

O volume é a variável que estabelece o espaço ocupado pelo gás. O volume de um gás é igual ao volume do recipiente que o contém. O volume ocupado pelo gás é indicado pelas unidades comuns de volume, em geral, metro cúbico (m^3) e litro (L).

Por fim, conforme vimos anteriormente, a temperatura é a variável que faz referência à energia cinética das moléculas de um gás. A temperatura absoluta (em kelvin, K) é diretamente proporcional à energia cinética média das moléculas que constituem o gás e depende da velocidade com que elas se movimentam. Assim, a temperatura absoluta é zero quando a velocidade das moléculas é zero.

A teoria cinética dos gases ideais é mais precisa quando aplicada a gases a pressões muito baixas e considerando moléculas que não interagem entre si. Apesar disso, o modelo cinético molecular é bastante útil para compreender o comportamento dos gases reais e consiste em uma boa aproximação para as situações que serão estudadas a seguir.

Transformações gasosas

Vimos que um gás pode ser caracterizado pelas três variáveis de estado: temperatura, volume e pressão. Quando pelo menos uma delas varia, dizemos que o gás passou por uma **transformação gasosa**. Para entender como essas variáveis de estado se relacionam, os cientistas realizam experimentos em sistemas fechados, isto é, em que não há troca de massa com o meio ambiente. Em geral, estuda-se a mudança de duas variáveis de estado enquanto se mantém uma terceira constante. Assim, com base na variável de estado mantida constante, as transformações gasosas podem ser denominadas **isotérmicas**, **isobáricas** ou **isovolumétricas**.

Transformação isotérmica

No final do século XVII, o químico irlandês Robert Boyle (1627-1691) observou que a pressão e o volume de uma certa massa de um gás ideal variavam de modo inversamente proporcional quando a temperatura se mantinha constante (**Fig. 1.7**). Esse tipo de transformação é chamado de **transformação isotérmica**.

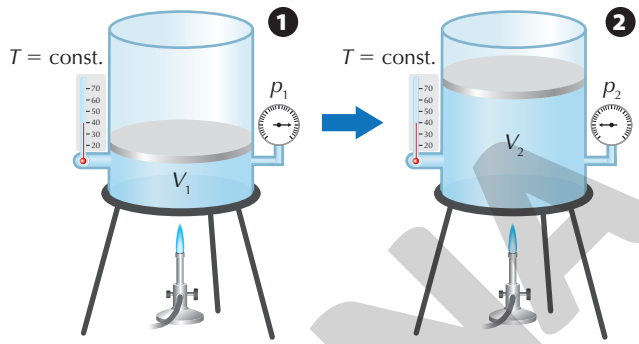


Figura 1.7 Representação esquemática de uma transformação isotérmica.

Assim, podemos considerar que o produto entre a pressão (p) e o volume (V) é constante, isto é:

$$p \cdot V = \text{constante}$$

Por isso, considerando dois estados, 1 e 2, como mostra a **Figura 1.7**, durante uma transformação isotérmica, também temos:

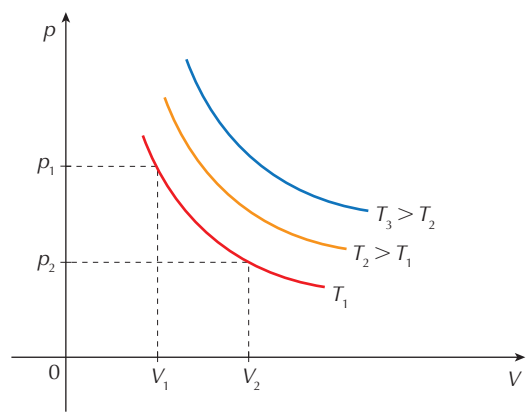
$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

Esse resultado ficou conhecido como **lei de Boyle-Mariotte**, que pode ser enunciada da seguinte maneira:

Mantida à temperatura constante, certa massa de um gás ideal sofre uma transformação isotérmica quando sua pressão e seu volume variam de modo inversamente proporcional.

Por meio de um gráfico da pressão em função do volume, podemos representar a transformação isotérmica. A curva representada no gráfico da **Figura 1.8** é chamada de **isoterma** e corresponde a uma parte de uma hipérbole equilátera, sendo que, sobre ela, a temperatura é constante.

Figura 1.8 Gráfico da pressão em função do volume de transformações isotérmicas



ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

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

MODERNA

Vamos supor que uma pessoa puxe lentamente o êmbolo de um cilindro que contém certa massa de gás ideal, como mostra a **Figura 1.9**.

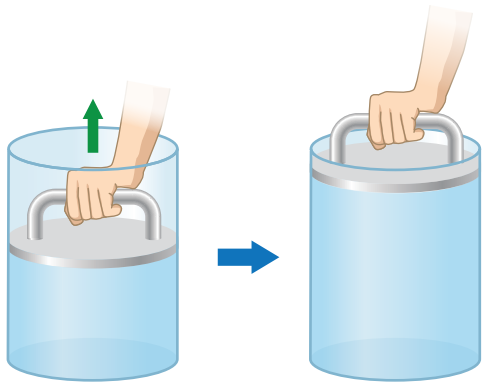
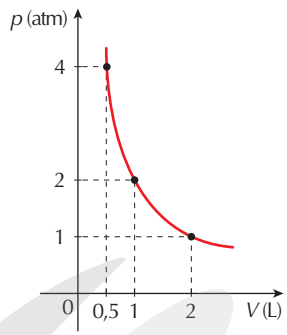


Figura 1.9 Representação de uma expansão isotérmica ao se puxar o êmbolo de um cilindro.

A variação da pressão em função do volume é mostrada no gráfico da **Figura 1.10**.

Figura 1.10 Gráfico da pressão em função do volume da transformação isotérmica



Aplicando a lei de Boyle-Mariotte, podemos determinar o volume ocupado pelo gás nesse experimento, quando, por exemplo, a pressão é igual a 3 atm. Usando um ponto do gráfico, como $p = 4$ atm e $V = 0{,}5$ L, temos:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \Rightarrow 4 \text{ atm} \cdot 0{,}5 \text{ L} = 3 \text{ atm} \cdot V_2$$
$$\therefore V_2 \simeq 0{,}66 \text{ L}$$

Transformação isobárica

Com base em seus estudos, o físico francês Jacques Charles (1746-1823) formulou a lei que sintetiza a relação de dependência entre volume e temperatura nas transformações gasosas que ocorrem à pressão constante, chamadas de **transformações isobáricas** (**Fig. 1.11**). A lei foi confirmada experimentalmente pelo físico e químico francês Joseph-Louis Gay-Lussac (1778-1850), no início do século XIX.

Charles e Gay-Lussac verificaram que o volume ocupado por um gás é diretamente proporcional à sua temperatura absoluta quando a pressão se mantém constante, ou seja, quando a razão entre o volume e a temperatura é constante.

$$\frac{V}{T} = \text{constante}$$

Por isso, considerando dois estados, 1 e 2, como mostra a **Figura 1.11**, durante uma transformação isobárica, temos:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

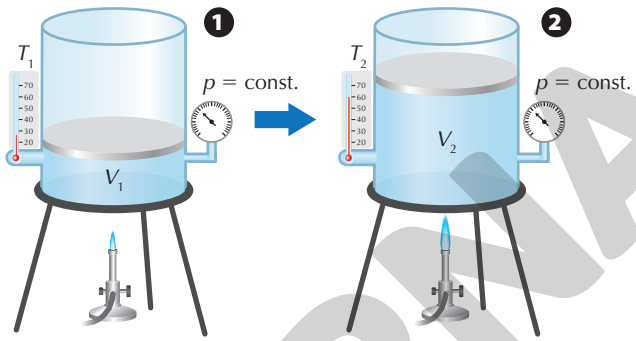


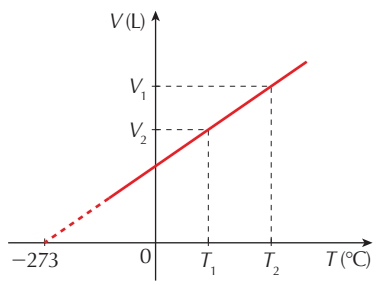
Figura 1.11 Representação esquemática de uma transformação isobárica.

Esse resultado é conhecido como **primeira lei de Charles e Gay-Lussac** e pode ser enunciado como:

> Mantida à pressão constante, certa massa de um gás ideal sofre uma transformação isobárica quando seu volume e temperatura variam de forma diretamente proporcional.

No gráfico do volume em função da temperatura (**Fig. 1.12**), podemos observar que as transformações isobáricas resultam em retas.

Figura 1.12 Gráfico do volume em função da temperatura de uma transformação isobárica



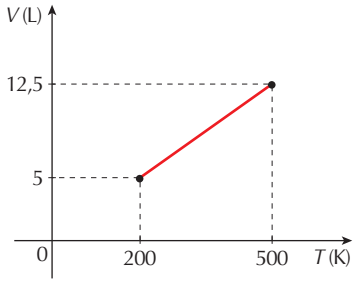
Além disso, é possível definir o valor da temperatura equivalente a um volume nulo da massa gasosa, ou seja, é possível extrapolar o experimento para um caso particular em que não há nenhuma agitação molecular. Extrapolando a reta, esse valor equivale a −273,15 °C, que corresponde ao zero absoluto na escala Kelvin.

Vamos considerar um experimento envolvendo uma expansão isobárica que gerou dados que permitiram construir o gráfico da **Figura 1.13**.

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

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

Figura 1.13 Gráfico do volume em função da temperatura de uma transformação isobárica



Aplicando a primeira lei de Charles e Gay-Lussac, podemos calcular, por exemplo, o volume ocupado pelo gás a 400 K. Considerando o ponto definido por $V_1 = 5$ L e $T_1 = 200$ K, temos:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{5\ \text{L}}{200\ \text{K}} = \frac{V_2}{400\ \text{K}} \Rightarrow 200 \cdot V_2 = 2.000\ \text{L}$$

$$\therefore V_2 = 10\ \text{L}$$

Transformação isovolumétrica ou isocórica

Além de investigarem a transformação isobárica, Charles e Gay-Lussac constataram que, com volume constante, a pressão de um gás ideal é diretamente proporcional à temperatura absoluta (**Fig. 1.14**).

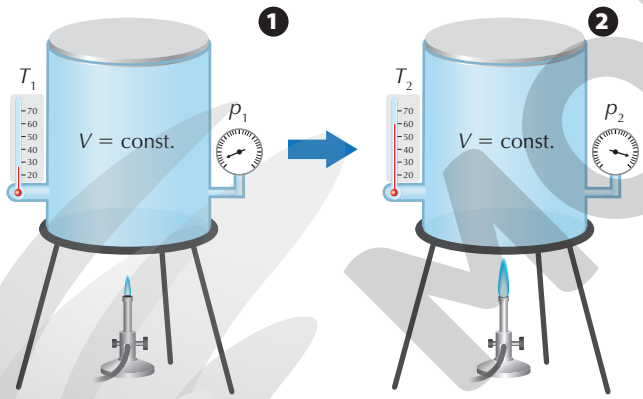


Figura 1.14 Representação esquemática de uma transformação isovolumétrica.

Assim, podemos afirmar que a razão entre a pressão e a temperatura é constante.

$$\frac{p}{T} = \text{constante}$$

Por isso, considerando dois estados, 1 e 2, conforme mostra a **Figura 1.14**, durante uma transformação isovolumétrica, também temos:

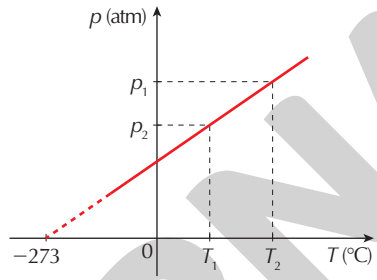
$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

Esse resultado é conhecido como **segunda lei de Charles e Gay-Lussac**, ou **lei de Charles**, que pode ser enunciada como:

Mantida com volume constante, certa massa de um gás ideal sofre uma transformação isovolumétrica quando sua pressão e temperatura variam de forma diretamente proporcional.

A partir do gráfico da pressão em função da temperatura (**Fig. 1.15**), podemos observar que as transformações isobáricas resultam em retas.

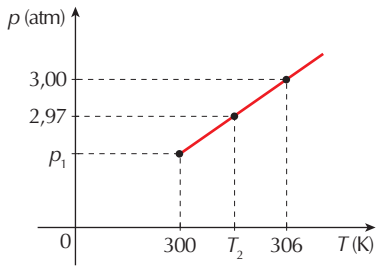
Figura 1.15 Gráfico da pressão em função da temperatura de uma transformação isovolumétrica



De maneira análoga ao que foi feito para a transformação isobárica, é possível extrapolar a reta que representa a transformação isovolumétrica para obter o zero absoluto, considerando que, para uma pressão nula, não há movimento das partículas do gás.

Considere, por exemplo, que a pressão no interior do pneu de uma bicicleta varie conforme o gráfico da **Figura 1.16**.

Figura 1.16 Gráfico da pressão em função da temperatura no interior do pneu



Trata-se de transformação isovolumétrica, pois a pressão é diretamente proporcional à temperatura. Assim, podemos calcular p_1 e T_2 aplicando a lei de Charles:

$$\frac{p_1}{300\ \text{K}} = \frac{3{,}00\ \text{atm}}{306\ \text{K}} \Rightarrow 306\ \text{K} \cdot p_1 = 3{,}00\ \text{atm} \cdot 300\ \text{K}$$

$$\therefore p_1 = 2{,}94\ \text{atm}$$

Do mesmo modo, podemos substituir os valores do gráfico para calcular T_2; assim:

$$\frac{2{,}97\ \text{atm}}{T_2} = \frac{3{,}00\ \text{atm}}{306\ \text{K}} \Rightarrow 3{,}00\ \text{atm} \cdot T_2 = 2{,}97\ \text{atm} \cdot 306\ \text{K}$$

$$\therefore T_2 \simeq 303\ \text{K}$$

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

MODERNA

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

O **mol** é a unidade do SI para a grandeza quantidade de matéria. Um mol contém exatamente $6{,}02214076 \cdot 10^{23}$ entidades químicas (átomos, moléculas, íons, partículas elementares etc.). Esse número é o valor fixado da constante de Avogadro.

Equação de estado de um gás ideal ou equação de Clapeyron

Há situações em que nenhuma das três variáveis de estado é constante, ou seja, elas variam simultaneamente. Para essas situações, o físico e engenheiro francês Benoît Paul-Émile Clapeyron (1799-1864) obteve uma relação geral entre pressão, volume e temperatura de uma massa de gás ideal tal que seu número de mols seja *n*. Conhecida como **equação de estado de um gás ideal** ou **equação de Clapeyron**, ela pode ser descrita algebricamente por:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

em que *R* é uma constante de proporcionalidade, denominada **constante universal dos gases**. Essa constante pode ser determinada considerando 1 mol de um gás ideal em condições normais de temperatura e pressão (CNTP), que correspondem a valores de: 1 atm para a pressão (*p*), 22,414 L para o volume (*V*) e 273,15 K para a temperatura (*T*). Substituindo esses valores na equação de estado, temos:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow 1\ \text{atm} \cdot 22{,}414\ \text{L} = 1\ \text{mol} \cdot R \cdot 273{,}15\ \text{K} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow R = \frac{22{,}414\ \text{atm L}}{273{,}15\ \text{K mol}} \therefore R = 0{,}0082057\ \text{atm L K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}$$

Expressando em unidades do SI, encontramos:

$$R = 8{,}3144\ \text{J K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}$$

Vejamos um exemplo. Se pegarmos um copo de 200 mL (sem nenhum líquido dentro) e colocarmos a mão sobre ele, como mostra a **Figura 1.17**, podemos calcular quantas moléculas em fase gasosa estão dentro desse copo.

JUNIOR ROZZO/ROZZO IMAGENS

Figura 1.17 Podemos usar a equação de Clapeyron para calcular quantas moléculas em fase gasosa há no copo.

Vamos considerar que a temperatura ambiente seja de 25 °C e a pressão seja 1 atm. Para calcularmos a quantidade de moléculas, podemos usar a equação de Clapeyron:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 1\ \text{atm} \cdot 0{,}2\ \text{L} = n \cdot 0{,}0082057\ \text{atm L K}^{-1}\text{mol}^{-1} \cdot (273 + 25)\ \text{K} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 0{,}2\ \text{atm L} = 2{,}445\ \text{atm L mol}^{-1} \cdot n \therefore n = 0{,}08\ \text{mol}$$

Vejamos outro exemplo, envolvendo o processo de respiração. O volume de ar que o pulmão troca com o exterior a cada movimento respiratório, em um adulto, pode chegar a 0,5 L. Considerando que a temperatura do ar é igual à temperatura corporal, que é cerca de 37 °C, podemos calcular o número de moléculas em fase gasosa correspondente a essa amostra de ar com a equação de Clapeyron:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 1\ \text{atm} \cdot 0{,}5\ \text{L} = n \cdot 0{,}0082057\ \text{atm L K}^{-1}\ \text{mol}^{-1} \cdot (273 + 37) \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 0{,}5 = 2{,}543\ \text{mol}^{-1} \cdot n \therefore n \simeq 0{,}2\ \text{mol}$$

Lei geral dos gases ideais

Com base na equação de estado de um gás ideal, podemos obter uma lei geral que relaciona diferentes estados de uma mesma porção de massa de um gás ideal.

Vamos considerar uma porção de massa em fase gasosa com *n* mols, pressão p_1, volume V_1 e temperatura T_1, e que ocorra uma transformação gasosa de modo que esse gás atinja um novo estado e fique submetido a uma pressão p_2, a um volume V_2 e a uma temperatura T_2. Aplicando a equação de Clapeyron nos dois estados e considerando que o número de mols não mude, temos:

$$\begin{cases} p_1 \cdot V_1 = n \cdot R \cdot T_1 & (1) \\ p_2 \cdot V_2 = n \cdot R \cdot T_2 & (2) \end{cases}$$

Dividindo a equação (1) pela (2), obtemos:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{p_2 \cdot V_2} = \frac{T_1}{T_2} \therefore \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Fique por dentro

Gases: introdução

Neste *site*, é possível simular transformações isotérmicas e isovolumétricas, com uma pequena quantidade de gás dentro de um recipiente.

Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_pt_BR.html>.

Acesso em: 17 ago. 2020.

MODERNA

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

A razão obtida na expressão, considerando uma mesma massa de gás para dois estados diferentes, é uma constante. Essa expressão é conhecida como **lei geral dos gases ideais** ou **perfeitos**:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Considere, por exemplo, que uma certa amostra de gás, contida em um recipiente de 500 L, à pressão de 0,8 atm e à temperatura de 283 K, sofra uma transformação gasosa a partir da qual adquire pressão de 1 atm e temperatura de 298 K. Podemos determinar o volume final obtido aplicando a lei geral dos gases ideais; assim:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1\ \text{atm} \cdot 500\ \text{L}}{298\ \text{K}} = \frac{0{,}8\ \text{atm} \cdot V_2}{283\ \text{K}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 298\ \text{K} \cdot 0{,}8\ \text{atm} \cdot V_2 = 283\ \text{K atm} \cdot 500\ \text{L} \Rightarrow 238{,}4 \cdot V_2 = 141.500\ \text{L}$$

$$\therefore V_2 \simeq 593{,}5\ \text{L}$$

Atividades

Registre em seu caderno

1. (EEar-SP) Roberto, empolgado com as aulas de Física, decide construir um termômetro que trabalhe com uma escala escolhida por ele, a qual chamou de escala R. Para tanto, definiu −20 °R como ponto de fusão do gelo e 80 °R como temperatura de ebulição da água, sendo estes os pontos fixos desta escala. Sendo R a temperatura na escala criada por Roberto e C a temperatura na escala Celsius e considerando que o experimento seja realizado ao nível do mar, a expressão que relaciona corretamente as duas escalas será:

a) $C = R - 20$ **c)** $C = \frac{R + 20}{2}$

b) $C = R + 20$ **d)** $C = \frac{R - 20}{2}$

2. O que ocorre com o volume de um gás quando sua pressão é triplicada e sua temperatura é quadruplicada?

3 Certo gás ocupa o volume de 6.000 cm³ quando sua temperatura é de 20 °C e sua pressão é de 0,5 atm. Qual será o volume desse gás se a pressão for reduzida a 0,25 atm e a temperatura alterada para 450 K?

4. Se a pressão de um gás aumentar 10% em uma transformação isotérmica, seu volume aumentará ou diminuirá? Qual será o percentual dessa variação?

5. Certo gás ocupa um volume de 35 L sob pressão de 2 atm e temperatura de 25 °C. Determine:

a) o número *n* de mols do gás;

b) a massa do gás, sendo sua massa molar $M = 28\ \text{g mol}^{-1}$;

c) o volume de um mol (volume molar) desse gás nas condições de pressão e temperatura consideradas.

6. (PUC-RJ) 0,5 moles de um gás ocupam um volume V de 0,1 m³ quando a uma temperatura de 300 K. Qual é a pressão do gás a 300 K?

Considere: $R = 8{,}3\ \text{J mol}^{-1}\ \text{K}^{-1}$

a) 830 Pa **c)** 1.830 Pa **e)** 18.300 Pa

b) 1.245 Pa **d)** 12.450 Pa

7. (EsPCEx-SP) Para um gás ideal ou perfeito temos que:

a) as suas moléculas não exercem força uma sobre as outras, exceto quando colidem.

b) as suas moléculas têm dimensões consideráveis em comparação com os espaços vazios entre elas.

c) mantido o seu volume constante, a sua pressão e a sua temperatura absoluta são inversamente proporcionais.

d) a sua pressão e o seu volume, quando mantida a temperatura constante, são diretamente proporcionais.

e) sob pressão constante, o seu volume e a sua temperatura absoluta são inversamente proporcionais.

8. O gráfico de pressão (*p*) × volume (*V*) ilustra uma série de transformações gasosas:

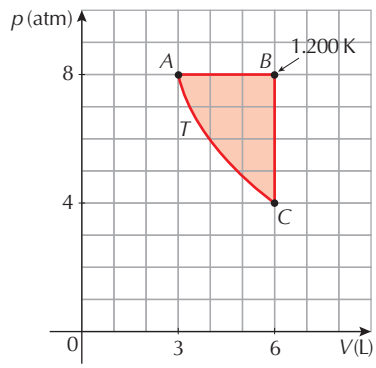


ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

Classifique as transformações em cada segmento e informe os valores de pressão, volume e temperatura em cada ponto indicado.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

MODERNA

TEMA 2

Primeira lei da Termodinâmica

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6
Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT102; EM13CNT301

No Tema anterior, vimos o conceito de temperatura e as transformações gasosas. Neste Tema, continuaremos o nosso estudo envolvendo a Termodinâmica, mas agora focaremos nas trocas de energia entre sistemas e suas vizinhanças. O corpo humano pode ser considerado um sistema que troca energia com sua vizinhança e que precisa de energia para se manter, por exemplo, quando fazemos exercícios físicos. Ou seja, nosso corpo precisa da energia que está presente nos alimentos para que possamos exercer as atividades do dia a dia.

As trocas de energia que acontecem no corpo humano podem ser descritas pelas mesmas leis da Física que envolvem as transformações gasosas. Portanto, vamos estudar neste Tema o trabalho realizado por um gás e a primeira lei da Termodinâmica.

Trabalho realizado por um gás

Considerando um gás ou o nosso corpo, as trocas de energia podem ocorrer de duas formas: por meio do calor ou do trabalho. O trabalho corresponde à quantidade de energia que é trocada quando há movimento, ou seja, à energia mecânica.

Vamos considerar uma pessoa levantando pesos durante uma atividade física. Podemos dizer que a pessoa está realizando trabalho ao afirmarmos que ela movimenta um peso que se desloca na direção e no sentido $(\vec{d})$ da força aplicada $(\vec{F})$. Nesse caso, ela transfere energia mecânica proveniente do seu corpo ao peso. Ao mesmo tempo, o seu corpo esquenta e troca energia com o ar na forma de calor. No entanto, neste Tema, vamos considerar o trabalho ($\mathcal{C}$), que, quando a força e o deslocamento possuem a mesma direção e o mesmo sentido, pode ser calculado usando os módulos da força (F) e do deslocamento (d):

$$\mathcal{C} = F \cdot d$$

No Sistema Internacional de Unidades (SI), o trabalho é dado em joule (J).

Em uma máquina que utiliza gás como agente que realiza trabalho, como a locomotiva e o motor de um automóvel a combustão, o trabalho realizado pelo gás pode ser calculado considerando um sistema composto de certa quantidade de massa de gás ideal dentro de um cilindro (**Fig. 2.1 A**). Esse cilindro é limitado na parte de cima por um êmbolo, que pode se movimentar para cima e para baixo sem atrito. Denominamos **sistema termodinâmico** (**Fig. 2.1 B**) a região ocupada pelo gás no interior do cilindro, ou seja, delimitada pelas paredes do cilindro e pelo êmbolo. A parte exterior ao cilindro e ao êmbolo é chamada de **ambiente**.

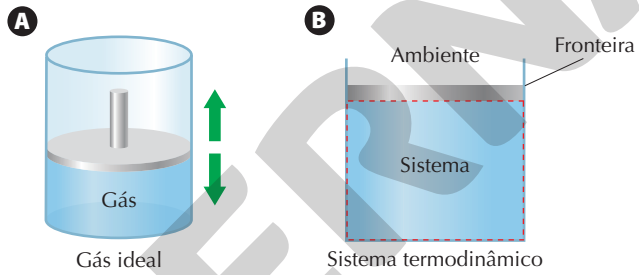


ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

Figura 2.1 (A) Porção de um gás ideal dentro de um cilindro. Na parte superior, há um êmbolo que pode deslizar para cima ou para baixo sem atrito. **(B)** A região ocupada pelo gás ideal no interior do cilindro é denominada sistema termodinâmico e a parte exterior é denominada ambiente.

Sabendo que a pressão é definida pela razão entre uma força de intensidade F aplicada perpendicularmente sobre uma superfície de área A, temos:

$$p = \frac{F}{A} \therefore F = p \cdot A \quad (1)$$

Como a força aplicada pelo gás sobre o êmbolo provoca um deslocamento d do êmbolo, o trabalho ($\mathcal{C}$) dessa força é dado por:

$$\mathcal{C} = F \cdot d \quad (2)$$

Assim, substituindo a equação (1) na (2), obtemos:

$$\mathcal{C} = p \cdot A \cdot d \quad (3)$$

No entanto, $A \cdot d$ é igual à variação de volume ΔV do gás ideal dentro do cilindro. Logo, a equação (3) pode ser reescrita como:

$$\mathcal{C} = p \cdot \Delta V$$

A expressão obtida permite calcular o trabalho realizado pelo gás em transformações gasosas à pressão constante. Considerando a expressão anterior, o trabalho pode ser:

- Positivo ($\mathcal{C} > 0$), que ocorre quando há aumento do volume do gás ($\Delta V > 0$), como mostra a **Figura 2.2**. Nesse caso, temos **trabalho motor**, ou seja, **trabalho realizado pelo gás** sobre o êmbolo, isto é, sobre o meio externo.

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

MODERNA

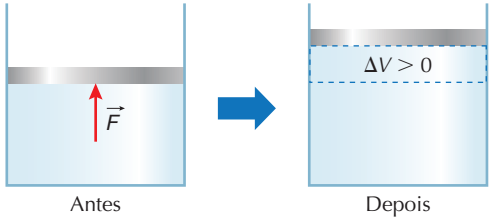


Figura 2.2 Trabalho motor realizado pelo gás.

- Negativo ($\mathcal{T} < 0$), que ocorre quando há diminuição do volume do gás ($\Delta V < 0$), como mostra a **Figura 2.3**. Nesse caso, temos **trabalho resistente**, ou seja, **trabalho realizado sobre o gás** pelo meio externo.

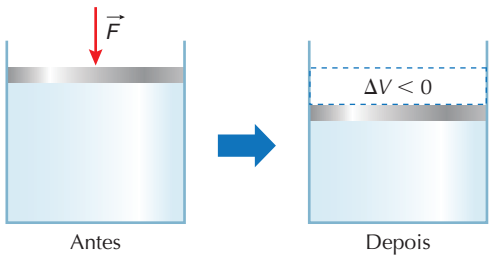


Figura 2.3 Trabalho resistente realizado sobre o gás.

Se o gás não se expande nem se comprime ($\Delta V = 0$), não há trabalho realizado ($\mathcal{T} = 0$).

A expressão obtida toma por base um valor constante de pressão. Caso a transformação não seja isobárica, ou seja, caso a pressão varie, o trabalho realizado pode ser calculado pela área sob a curva ($\mathcal{T} \overset{N}{=} A$) de um gráfico da pressão p em função do volume V, também chamado de diagrama pV, como o da **Figura 2.4** e o da **Figura 2.5**. Note que, quando o trabalho é realizado pelo gás sobre o meio, ele é **positivo**. E quando o trabalho é realizado pelo meio sobre o gás, ele é **negativo**.

Figura 2.4 Diagrama *pV* no qual é possível calcular o trabalho realizado pelo gás sobre o meio externo (positivo)

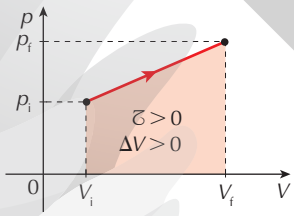
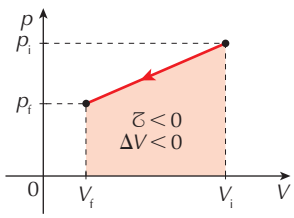


Figura 2.5 Diagrama *pV* no qual é possível calcular o trabalho realizado pelo meio externo sobre o gás (negativo)



Um exemplo no qual há expansão e contração com mudança na pressão do gás ocorre nos motores de carro a combustão. O motor é formado por cavidades, chamadas de cilindros, dentro das quais se movimentam os pistões. O ar no interior dos pistões, já aquecido pela compressão do cilindro, tem temperatura e pressão elevadas após a combustão de uma mistura gasosa do ar com uma pequena quantidade de combustível. Em seguida, a mistura gasosa a alta pressão se expande (**Fig. 2.6 A**) e nessa expansão realiza um trabalho positivo, fornecendo energia ao meio externo e ao carro como um todo. Após a expansão, ocorre uma contração (**Fig. 2.6 B**), processo em que o trabalho é realizado sobre a mistura gasosa, ou seja, é negativo. Nesse movimento, a mistura gasosa recebe energia do meio externo. Todo esse processo é repetido em ciclos.

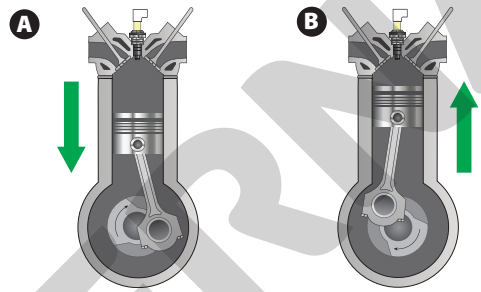
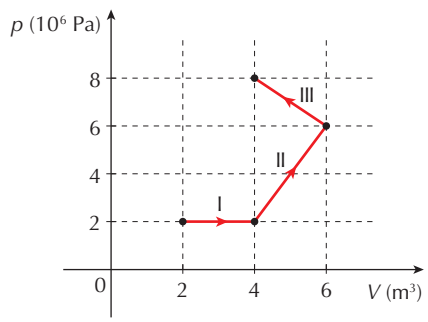


Figura 2.6 Nos motores de carros, dentro dos cilindros há variação da pressão quando ocorre a expansão **(A)** e a compressão **(B)** dos gases no seu interior.

Vejamos um exemplo no qual um cilindro com gás ideal sofre a sequência de transformações gasosas indicadas no diagrama pV da **Figura 2.7**.

Figura 2.7 Gráfico da pressão em função do volume de transformações gasosas



Na transformação I, temos uma expansão, ou seja, o gás realiza trabalho à pressão constante; logo:

$$\mathcal{T}_I = p \cdot \Delta V \Rightarrow \mathcal{T}_I = 2 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot (4 \text{ m}^3 - 2 \text{ m}^3)$$

$$\therefore \mathcal{T}_I = 4 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Lembrando que $1 \text{ Pa m}^3 = 1 \text{ J}$.

Na transformação II, temos uma expansão, ou seja, o gás realiza trabalho positivo e numericamente igual à área sob a curva II.

$$\mathcal{T}_{II} \overset{N}{=} A_{II} \Rightarrow \mathcal{T}_{II} = \frac{(6 + 2) \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot (6 \text{ m}^3 - 4 \text{ m}^3)}{2}$$

$$\therefore \mathcal{T}_{II} = 8 \cdot 10^6 \text{ J}$$

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

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

MODERNA

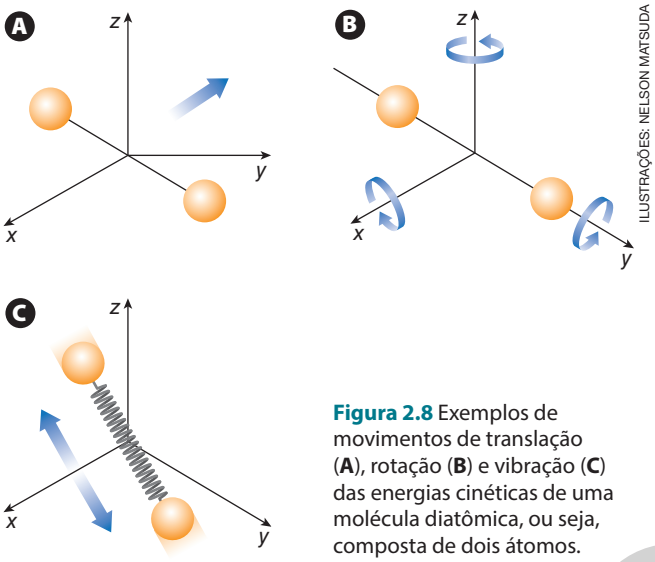
Na transformação III, temos uma compressão, ou seja, o ambiente realiza trabalho sobre o gás; o trabalho é negativo e numericamente igual à área sob a curva III.

$$\mathcal{C}_{III} \overset{N}{=} -A_{III} \Rightarrow \mathcal{C}_{III} = -\frac{(8 + 6) \cdot 10^6\,\text{Pa} \cdot (6\,\text{m}^3 - 4\,\text{m}^3)}{2}$$

$$\therefore \mathcal{C}_{III} = -14 \cdot 10^6\,\text{J}$$

Energia interna

Em um sistema gasoso, chamamos de **energia interna** a soma das energias cinéticas de translação (**Fig. 2.8 A**), de rotação (**Fig. 2.8 B**), de vibração (**Fig. 2.8 C**) e da energia potencial dos átomos e das moléculas que compõem o gás.



ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

Figura 2.8 Exemplos de movimentos de translação (**A**), rotação (**B**) e vibração (**C**) das energias cinéticas de uma molécula diatômica, ou seja, composta de dois átomos.

Para um gás ideal, não há interação entre as moléculas ou átomos que compõem o gás; assim, a energia interna é somente a energia cinética das moléculas ou átomos. Além disso, considerando um **gás ideal monoatômico**, formado por átomos isolados e de apenas um tipo de elemento químico, dizemos que há somente energia cinética relacionada à translação. Assim, para um gás ideal monoatômico, o valor da energia interna depende apenas do movimento de translação das partículas que compõem o gás.

A partir da teoria cinética dos gases, é possível obter a energia cinética de translação dos átomos que compõem o gás e, então, deduzir uma expressão para a energia interna (U) de um gás ideal monoatômico, que é dada por:

$$U = \frac{3}{2}nRT$$

em que n é o número de mols do sistema, R é a constante universal dos gases ($R = 8{,}3144\ \text{J K}^{-1}\,\text{mol}^{-1}$) e T é a temperatura absoluta do sistema, em Kelvin.

Podemos, então, calcular, para um gás ideal monoatômico, a variação da energia interna ΔU entre os estados final e inicial.

$$\Delta U = \frac{3}{2}nRT_{\text{final}} - \frac{3}{2}nRT_{\text{inicial}} \therefore \Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$$

Portanto, concluímos que a variação da energia interna depende apenas da mudança de temperatura. Observe que, se a temperatura aumentar, a variação de energia interna será positiva; se a temperatura diminuir, será negativa.

Vejamos um exemplo. Se colocarmos uma garrafa de plástico sem líquido dentro, ou seja, somente com ar e fechada, no congelador de uma geladeira, aguardarmos algumas horas e a retirarmos, veremos que a garrafa se contraiu, como mostra a **Figura 2.9**.

JUNIOR ROZZO/ROZZO IMAGENS

Figura 2.9 Depois de algumas horas no congelador, a garrafa de plástico se contraiu.

Com base nessa situação, podemos fazer algumas afirmações a respeito das grandezas ΔV, $\mathcal{C}$ e ΔU.

O volume ocupado pelo gás diminuiu, o que pode ser percebido visualmente, já que a garrafa se contraiu. O trabalho é negativo, como em toda contração. Portanto, a energia na forma de trabalho foi transferida do meio externo para o gás. A temperatura diminuiu e com isso a energia interna também diminuiu, como em todo resfriamento de gás.

Mas como é possível a energia interna diminuir se o gás recebeu energia na forma de trabalho?

A energia interna diminui porque esse trabalho não é a única forma de troca de energia que ocorre com o gás. Além dela, há trocas por calor, e a diferença entre as trocas causará a redução ou o aumento da energia interna, como veremos na próxima seção.

Primeira lei da Termodinâmica

No exemplo da seção anterior, vimos que a diferença de energia, seja por trabalho, seja por calor, pode acarretar o aumento ou a redução da energia interna do gás.

Uma das primeiras pessoas a estudar essa relação foi o físico e médico alemão Julius von Mayer (1814-1878). Mayer afirmou que o calor e o trabalho poderiam ser

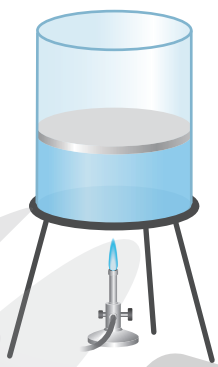
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

formas de energia convertíveis uma na outra. Poucos anos depois, o físico inglês James Prescott Joule (1818-1889) realizou diversos experimentos que permitiram comprovar que uma quantidade de calor poderia ser convertida em energia mecânica. Em sua homenagem, foi nomeada a unidade de energia no SI, o joule (J). A conversão da unidade mais usual para calor (cal) em joule (J) é dada por 1 cal = 4,18 J.

A **primeira lei da Termodinâmica** expressa a conservação de energia de um sistema em um processo termodinâmico levando em consideração o trabalho realizado ($\mathcal{C}$) pelo sistema ou sobre o sistema, o calor trocado (Q) e a variação da energia interna (ΔU).

Considere, por exemplo, um recipiente com um êmbolo móvel, capaz de deslizar sem atrito, preenchido com um gás, conforme mostra a **Figura 2.10**. Ao colocarmos esse recipiente em um aquecedor, o gás recebe calor e se expande, realizando trabalho; além disso, sua temperatura aumenta, ou seja, sua energia interna aumenta. Portanto, podemos concluir que parte do calor que o gás recebe é usada para realizar trabalho e outra parte é transformada em energia interna. Assim, a primeira lei da Termodinâmica pode ser considerada uma lei de conservação de energia:



ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

Figura 2.10 Ao receber calor, parte da energia é usada para aumentar a energia interna do gás, enquanto outra parte é usada para realizar trabalho sobre o meio externo.

Em um processo termodinâmico, a energia total do sistema se conserva, ou seja, a variação da energia interna deve ser igual à diferença entre o calor trocado com o meio e o trabalho realizado pela força que o sistema exerce em sua vizinhança.

Matematicamente, a primeira lei da Termodinâmica pode ser expressa como:

$$\Delta U = Q - \mathcal{C}$$

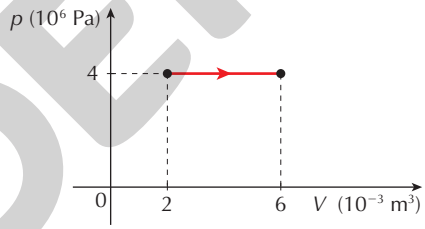
Com base no que estudamos até aqui, os sinais para Q, $\mathcal{C}$ e ΔU são definidos como:

- $Q > 0$: Energia térmica recebida pelo sistema termodinâmico.
- $Q < 0$: Energia térmica cedida pelo sistema termodinâmico.
- $\mathcal{C} > 0$: Trabalho realizado pelo sistema termodinâmico.
- $\mathcal{C} < 0$: Trabalho realizado sobre o sistema termodinâmico.
- $\Delta U > 0$: Aumento na temperatura do sistema termodinâmico (aquecimento).
- $\Delta U < 0$: Redução na temperatura do sistema termodinâmico (resfriamento).

As transformações de energia ocorrem ao nosso redor o tempo todo. Por exemplo: lâmpadas transformam energia elétrica em energia luminosa e plantas transformam a energia da luz solar em energia química armazenada em moléculas orgânicas.

Vejamos um exemplo em que certa massa de gás ideal sofre transformação gasosa, como indicado no gráfico da **Figura 2.11**. Qual é o trabalho realizado na transformação gasosa? Sabendo que o sistema recebe 20.000 J de calor do ambiente externo, qual é a variação de energia interna do gás ao final da transformação gasosa?

Figura 2.11 Gráfico da pressão em função do volume para uma transformação gasosa



A transformação gasosa em questão é uma expansão que ocorre à pressão constante; portanto, o trabalho pode ser calculado por:

$$\mathcal{C} = p \cdot \Delta V \Rightarrow \mathcal{C} = 4 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot (6 \text{ m}^3 - 2 \text{ m}^3) \cdot 10^{-3}$$

$$\therefore \mathcal{C} = 16.000 \text{ J}$$

Como o sistema recebeu 20.000 J de calor, temos:

$$Q = +20.000 \text{ J}$$

Então, aplicando a primeira lei da Termodinâmica, temos:

$$\Delta U = Q - \mathcal{C} \Rightarrow \Delta U = +20.000 \text{ J} - 16.000 \text{ J}$$

$$\therefore \Delta U = 4.000 \text{ J}$$

Fique por dentro

Primeira lei da Termodinâmica

Nesse *site* você pode verificar com mais detalhes como foi realizado o experimento de James Prescott Joule.

Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~dschulz/web/primeira_lei.htm>.

Acesso em: 18 ago. 2020.

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

MODERNA

Atividades

Registre em seu caderno

1. Um gás ideal está contido em um recipiente que tem um êmbolo de área 25 cm², inicialmente à pressão atmosférica no nível do mar (1 atm). Em um segundo momento, o êmbolo é pressionado e se desloca 7 cm, ou seja, o volume interno diminui. Considere que a pressão do gás se manteve constante ao longo do processo.

a) O que acontece com a temperatura do gás ideal?

b) Qual é o trabalho realizado? Ele é realizado sobre o gás ou pelo gás?

2. Um recipiente com dois mols de um gás ideal monoatômico está a 27 °C. Após sofrer uma transformação, sua temperatura aumenta para 227 °C. Sendo a constante universal dos gases ideais $R = 8{,}31\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$, determine a variação da energia interna que o gás sofreu no processo.

3. Calcule a energia interna, em joule, de uma amostra de 2 L de um gás ideal monoatômico que está sob pressão de $2 \cdot 10^5$ Pa, considerando a constante universal dos gases ideais $R = 8{,}31\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$.

4. Um gás ideal recebe 600 J sob a forma de calor enquanto se expande, e o trabalho da força relacionada à pressão é de 400 J. Considerando que a energia interna inicial é de 400 J, qual deve ser a energia interna final?

5. (UFRGS-RS) Um recipiente cilíndrico fechado, provido de um êmbolo, contém certa quantidade de um gás ideal. À temperatura de 10 °C, o gás ocupa um volume V_0 e sua pressão é p. A partir desse estado inicial, o gás sofre uma expansão isobárica até atingir a temperatura de 20 °C. A respeito da transformação descrita acima, é correto afirmar que:

a) o gás passa a ocupar depois da transformação um volume igual a $2V_0$.

b) a energia cinética média final das moléculas do gás é igual ao dobro da sua energia cinética média inicial.

c) a velocidade média das moléculas do gás não varia quando o gás passa do estado inicial para o estado final.

d) a variação na energia interna do gás é nula na transformação.

e) o calor absorvido pelo gás durante a transformação é maior que o trabalho por ele realizado.

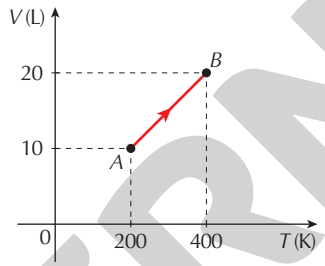
6. Se 100 J forem adicionados a um sistema que não realiza trabalho externo, a energia interna se elevará ou se reduzirá? E se esse sistema executar 40 J de trabalho externo, a energia interna se elevará ou se reduzirá? Justifique.

7. (UFRJ) Um gás ideal em equilíbrio termodinâmico tem pressão de $1{,}0 \cdot 10^5\ N\ m^{-2}$, volume de $2{,}0 \cdot 10^{-3}\ m^3$ e temperatura de 300 K. O gás é aquecido lentamente a pressão constante recebendo uma quantidade de 375 J de calor até atingir um volume de $3{,}5 \cdot 10^{-3}\ m^3$, no qual permanece em equilíbrio termodinâmico.

a) Calcule a temperatura do gás em seu estado final de equilíbrio.

b) Calcule a variação da energia interna do gás entre os estados inicial e final.

8. Cinco mols de um gás ideal sofrem a transformação representada no gráfico de volume pela temperatura a seguir.



Sendo a constante universal dos gases ideais $R = 8{,}31\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$, determine:

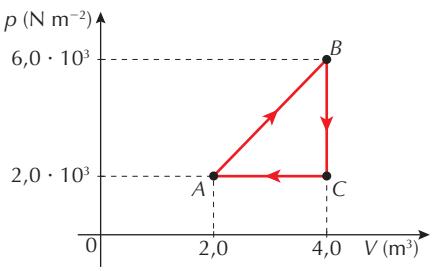
a) a pressão do gás no processo;

b) o trabalho realizado;

c) a variação da energia interna;

d) a quantidade de calor que o gás troca com o ambiente.

9. (UFBA) Um sistema termodinâmico composto por quatro moles de um gás ideal descreve o ciclo representado no gráfico.



Considerando a constante universal dos gases ideais $R = 8{,}3\ J\ mol^{-1}\ K^{-1}$, determine:

a) os pontos nos quais o gás atinge a maior e a menor temperatura;

b) os valores dessas temperaturas;

c) o trabalho realizado pelo gás em cada trecho;

d) a diferença entre o calor por ele absorvido e o cedido ao meio exterior durante um ciclo.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

TEMA 3

Nutrientes e aditivos alimentares

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9
Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT104; EM13CNT202; EM13CNT307

Fique por dentro

Um químico na cozinha: a ciência da gastronomia molecular
HAUMONT, R. Tradução Celina Portocarrero. Rio de Janeiro: Zahar, 2016.
Aprenda como melhorar suas habilidades na arte de cozinhar a partir da aplicação de conceitos químicos.

Uso prolongado de antiácidos pode prejudicar a saúde e preocupa médicos
COLLUCCI, C. *Folha de S.Paulo*, 22 jun. 2014.
Conheça os riscos do consumo de antiácidos em excesso.
Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/2014/06/1473994-uso-prolongado-de-antiacidos-pode-prejudicar-a-saude-e-preocupa-medicos.shtml>.

Moléculas: um *podcast* sobre Química
EP. 23: Glúten. Locução: Cedric Graebin. Seropédica: UFRRJ, 9 maio 2019.
Neste episódio, são apresentados aspectos sobre a estrutura, as propriedades, as aplicações na indústria alimentícia e a relação com a doença celíaca dessa proteína vegetal.
Disponível em: <http://www.ladmolqm.com.br/moleculas/?p=112>.
Acessos em: 23 ago. 2020.

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

Você tem o hábito de ler o rótulo dos alimentos industrializados que consome? No rótulo, encontramos informações sobre o valor energético, a composição nutricional e a lista de ingredientes utilizados na fabricação ou no processamento do alimento. Essas informações são obrigatórias no caso de alimentos embalados na ausência do consumidor e, geralmente, são apresentadas na forma de tabelas, como mostra a **Figura 3.1**.

RITA BARRETO/FOTOARENA

Figura 3.1 Reprodução das informações nutricionais e lista de ingredientes presentes no rótulo de uma embalagem de leite desnatado.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) determina que as tabelas de informação nutricional apresentem, obrigatoriamente, o valor energético de cada porção do alimento, bem como as quantidades, em g ou mg, e os percentuais de valores diários de referência (%VD) de glicídios (carboidratos), proteínas, lipídios (gorduras), fibras alimentares e sódio. Os três primeiros são classificados como **macronutrientes**, pois são os componentes de que nosso corpo necessita em maiores quantidades, algumas dezenas ou centenas de gramas diariamente. Já outros itens, como vitaminas, sódio, cálcio e outros minerais, formam o grupo dos **micronutrientes**, pois são necessários em menores quantidades em comparação aos demais e devem constar na tabela de informação nutricional apenas caso sejam fornecidos em quantidades iguais ou superiores a 5% da ingestão diária recomendada (IDR) pela Anvisa, com exceção do sódio, cuja inclusão é obrigatória. Fibras alimentares não são consideradas nutrientes.

Nos rótulos, as quantidades dos componentes obrigatórios podem ser expressas como 0 (zero) ou "não contém". Isso não significa, necessariamente, a ausência daquele componente, mas sim que cada porção do alimento fornece quantidades iguais ou inferiores àquelas definidas pela resolução da Anvisa nº 360/2003 como limites de notificação. Alguns desses limites são: 0,5 g para os glicídios, proteínas, lipídios totais e fibras alimentares; 0,2 g para as gorduras saturadas e *trans*; e 0,5 mg para o sódio.

Já as listas de ingredientes devem informar todos os itens utilizados para a fabricação do alimento, começando por aquele que está presente em maior quantidade e seguindo em ordem decrescente, incluindo os **aditivos alimentares**, como corantes, aromatizantes e conservantes. O rótulo também deve indicar componentes oriundos de espécies transgênicas e substâncias que causam alergia ou que não podem ser consumidas por algumas pessoas, como o glúten e a lactose.

Neste Tema vamos explorar aspectos estruturais e propriedades de nutrientes e de alguns aditivos alimentares, contribuindo, assim, para escolhas mais conscientes e saudáveis em relação à alimentação.

Lipídios

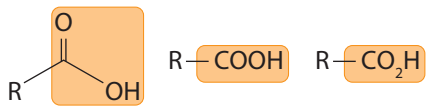
Os lipídios são nutrientes que desempenham diferentes funções nos organismos vivos: reserva energética, isolantes térmicos, componentes estruturais das membranas celulares, precursores de hormônios, cofatores enzimáticos, pigmentos absorvedores de luz, agentes emulsificantes no sistema digestório e mensageiros intracelulares, entre outros. De forma geral, lipídios apresentam em sua constituição apenas átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio. Embora sejam um grupo quimicamente diverso, eles compartilham a característica de ter baixa solubilidade em água.

Ácidos graxos

Muitos lipídios são derivados dos chamados **ácidos graxos**, ácidos carboxílicos que apresentam geralmente entre 4 e 36 átomos de carbono em suas cadeias sem ramificação e com número par de átomos de carbono.

Ácidos carboxílicos

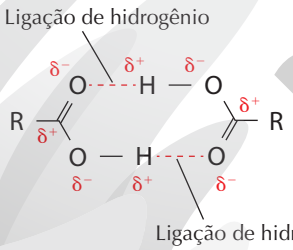
O grupo carboxila, presente nos ácidos graxos, nos aminoácidos que formam as proteínas e em alguns glicídios, é característico da função ácido carboxílico. Nas representações desse grupo funcional a seguir, a letra R indica um átomo de hidrogênio ou uma cadeia carbônica.



Representações possíveis para o grupo funcional dos ácidos carboxílicos, que é caracterizado pela presença de um grupo carbonila (C═O) ligado a um grupo hidroxila (—OH).

No grupo carboxila, as ligações covalentes são polares, pois conectam átomos com eletronegatividades diferentes. Isso resulta em cargas parciais positivas (δ^+), no carbono e no hidrogênio, e negativas (δ^-), nos átomos de oxigênio e atribui caráter polar às moléculas.

As moléculas de ácido carboxílico interagem entre si e com as moléculas da água por meio de **ligações de hidrogênio**, tipo de interação intermolecular que se verifica entre as moléculas que apresentam pelo menos um átomo de hidrogênio ligado a átomos de nitrogênio, oxigênio ou flúor. Quando essa interação ocorre entre duas moléculas de ácido carboxílico pode haver a formação de dímeros, como na representação a seguir.



A determinação da polaridade e sua relação com as forças intermoleculares é discutida na Unidade **Explorando o Universo e a vida**.

Em virtude da presença do grupo carboxila, as interações intermoleculares formadas por ácidos carboxílicos são mais fortes que entre moléculas que apresentam somente o grupo hidroxila, como álcoois e fenóis, ou somente o grupo carbonila, como aldeídos e cetonas. Desse modo, os ácidos carboxílicos apresentam temperaturas de fusão e de ebulição maiores que outros compostos de massa molar semelhante pertencentes a essas funções químicas.

Os ácidos carboxílicos com cadeias carbônicas lineares curtas (até oito átomos de carbono) são líquidos a 25 °C e 1 atm, incolores e com odor característico. Ácidos carboxílicos com cadeias carbônicas mais longas (tipicamente acima de oito átomos de carbono) podem ser sólidos ou líquidos a 25 °C e 1 atm, dependendo do tamanho de sua cadeia e da quantidade de insaturações presentes na molécula.

A formação de ligações de hidrogênio com a água possibilita que ácidos carboxílicos de cadeia carbônica curta (usualmente até cinco átomos de carbono) sejam solúveis nesse solvente. Outro fator que contribui para a solubilidade em água é a ionização desses compostos por meio do rompimento da ligação O—H. Essa reação química é reversível, por isso pode ser representada utilizando uma dupla seta como na equação química a seguir. Esse assunto será tratado com mais detalhes no próximo Tema.

$$RCOOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons RCOO^-(aq) + H_3O^+(aq)$$

A designação "ácido" para identificar essa classe de compostos advém da propriedade de liberar íons H^+ em solução aquosa.

Assim como para outras funções orgânicas, existe para os ácidos carboxílicos um sistema de nomenclatura sistemática definido pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC). O nome dessas substâncias é formado pela junção de um prefixo, que indica a quantidade de átomos de carbono ligados em sequência (cadeia principal); de um infixo, indicando o tipo de ligação covalente entre os átomos de carbono na cadeia principal (só simples, com dupla ou com tripla); e do sufixo "oico", indicativo da classe funcional dos ácidos carboxílicos, como em ácido butanoico.

No entanto, na indústria alimentícia, ainda é comum que se empreguem nomes usuais para identificar os ácidos carboxílicos. O ácido butanoico, que confere aroma característico de manteiga (*butyrum*, em latim), é comumente identificado como ácido butírico.

Lipídios essenciais

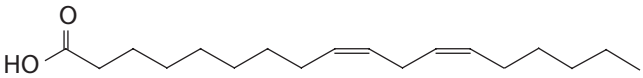
Como em todos os compostos orgânicos, as cadeias dos ácidos graxos também são classificadas em função do tipo de ligação covalente entre os átomos de carbono. Assim, nas moléculas dos ácidos graxos **saturados**, verificam-se apenas ligações simples conectando esses átomos, que são classificados como átomos de carbono saturados. Quando as cadeias apresentam ligações duplas entre átomos de carbono, esses átomos são classificados como insaturados e tem-se os ácidos graxos **insaturados**.

Nosso organismo não é capaz de sintetizar todos os ácidos graxos necessários para seu funcionamento. Por isso, alguns ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) são classificados como essenciais.

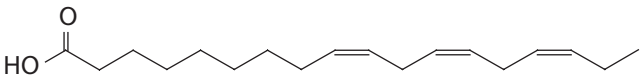
Os ácidos linoleico ($C_{18}H_{32}O_2$) e α-linolênico ($C_{18}H_{30}O_2$) são encontrados em hortaliças de coloração verde-escura; em alguns cereais, como a aveia e o milho; e em peixes, como a sardinha e o salmão. Esses ácidos graxos compõem a membrana celular, proporcionando fluidez a essa estrutura; atuam na transmissão dos impulsos nervosos

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

e participam na síntese da hemoglobina, além de serem precursores de outros lipídios em nosso organismo.



Ácido linoleico



Ácido α-linolênico

Os AGPI recebem denominações específicas em sua classificação. Por meio delas, é indicada a proporção entre o número de átomos de carbono e o número de ligações duplas na cabeia carbônica. Além disso, faz-se a indicação da posição da primeira ligação dupla, a contar do último átomo de carbono, com a letra *n* ou ω (ômega, última letra do alfabeto grego). Assim o ácido linoleico é um AGPI 18:2 ω-6 e o ácido α-linolênico, um AGPI 18:3 ω-3.

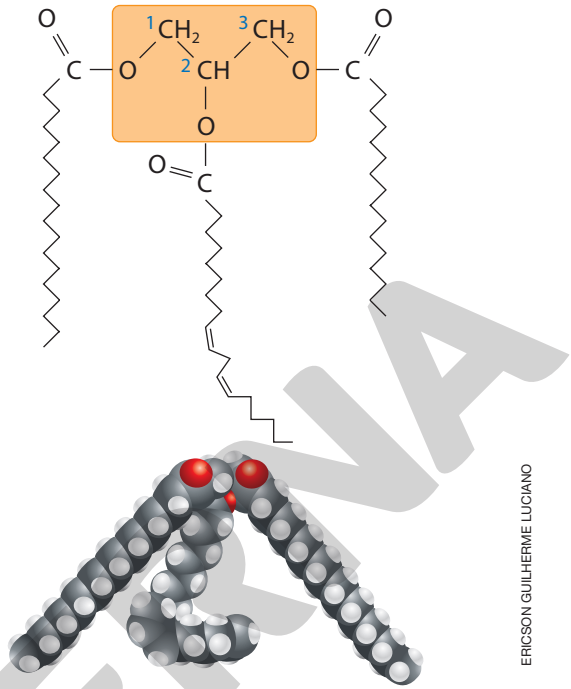
Os ácidos graxos do grupo ômega-3 têm sido muito utilizados em dietas terapêuticas, principalmente em pacientes acometidos de cardiopatias e de doenças degenerativas do sistema nervoso central.

Lipídios de reserva energética

Na maioria dos eucariontes, determinado grupo de lipídios acumula-se no citoplasma de células do tecido adiposo, exercendo a função de isolante térmico e de reserva energética. Estruturalmente, esses lipídios são ésteres resultantes da reação entre ácidos graxos e glicerol (propano-1,2,3-triol) e recebem o nome de **glicerídeos**. O grupo funcional dos ésteres pode ser descrito como um derivado da carboxila em que, no lugar do átomo de hidrogênio da hidroxila, encontra-se uma cadeia carbônica (—COOR).

Os ésteres são estudados na Unidade **Desenvolvimento sustentável**.

Os glicerídeos formados por três moléculas de ácido graxo ligadas ao glicerol são conhecidos como triglicerídeos (ou triacilgliceróis), como o glicerol-1-estearato-2--linoleato-3-palmitato, representado na **Figura 3.2**.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 3.2 Glicerol-1-estearato-2-linoleato-3-palmitato, um triacilglicerol misto. **(A)** Fórmula estrutural, com destaque para a parte derivada do glicerol. **(B)** Representação tridimensional do tipo modelo de espaço preenchido. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Os triglicerídios são encontrados em grande parte dos alimentos, tanto de origem animal quanto vegetal, e podem ser classificados em óleos e gorduras. Algumas gorduras de origem animal são o sebo e a banha. Entre as de origem vegetal há a gordura de cacau – utilizada para produzir manteiga de cacau empregada na fabricação do chocolate branco.

Prática investigativa

Os lipídios presentes nos alimentos

Antes de iniciar a atividade, reúna-se em grupo, leia todo o procedimento e consulte o infográfico Segurança no laboratório, no início deste Volume.

A solução de amido não utilizada é um resíduo que pode ser classificado como não perigoso. Desde que não haja contaminação, por exemplo, com tintura de iodo, pode-se optar pelo descarte no lixo comum ou na rede de esgotos. Deixe essas informações claras para os estudantes.

Cuidados

Segurança

- É recomendável que o professor seja o responsável por manipular os tubos de ensaio em banho-maria e que não se utilize o fogão durante a atividade. A água pode ser aquecida previamente.
- Ao manusear a tintura de iodo, evitar contato com a pele, olhos e boca.

Descarte

Você pode solicitar aos grupos que pesquisem por pessoas e empresas na região que recolhem óleos e gorduras para essa finalidade.

- Não jogar os resíduos contendo óleo e gordura na pia ou no ralo! Eles podem ser recolhidos em uma garrafa PET limpa e, posteriormente, encaminhados para a produção de sabão.
- Seguir as orientações do professor sobre a melhor forma de descartar a solução de amido não utilizada. Mantê-la armazenada pode resultar na proliferação de fungos.
- A tintura de iodo não utilizada pode ser armazenada para futuro reaproveitamento.
- As embalagens de óleo e de margarina, por segurança, devem permanecer no laboratório e podem ser reaproveitadas futuramente. Não as use para armazenar alimentos!

MODERNA

Sabemos que, em função das temperaturas de fusão, os óleos a 20 °C são líquidos, enquanto as gorduras são sólidas. Mas que característica estrutural determina predominantemente se um lipídio será um óleo ou uma gordura?

Objetivo

Avaliar a presença de ácidos graxos insaturados em produtos destinados ao consumo.

Material

- 4 tubos de ensaio em um suporte
- Pinça para manusear objetos quentes ou 4 copos de vidro pequenos
- Espátula ou 1 colher de sopa
- 4 conta-gotas ou 4 pipetas e 1 conta-gotas
- Banho-maria ou recipiente em que os tubos possam ser aquecidos em contato com água quente
- Tintura de iodo 2%, comprada em farmácia
- Solução de amido 1%, previamente preparada
- Óleo de soja
- Gordura de coco
- Água destilada ou água filtrada
- Marcador permanente

Prepare-se!

1. Façam uma pesquisa sobre os ácidos graxos presentes no óleo de soja e na gordura de coco. Com base na presença de ligações duplas nas cadeias carbônicas, classifiquem esses compostos em saturados e insaturados.
2. Verifiquem se há semelhanças entre a estrutura dos ácidos graxos presentes na gordura de coco e no óleo de soja e a das substâncias que compõem o amido. Como é esperado que o iodo reaja com cada uma dessas substâncias? A reação de adição à ligação dupla é apresentada na Unidade **Desenvolvimento sustentável**.
3. Pesquisem o que é o índice de iodo. Como essa prática investigativa permite estimar o índice de iodo da gordura de coco e do óleo de soja?

Procedimento

Etapa I

1. Identifiquem os tubos de ensaio com as letras A, B, C e D.
2. No tubo A, adicionem 40 gotas (ou 2 mL) da solução de amido. Observem e registrem as características.
3. Ao tubo A, adicionem, com cuidado, 2 gotas da tintura de iodo. Comparem os sistemas inicial e final e anotem e as evidências de transformação química.

Etapa II

1. Com o auxílio do professor, aqueçam uma porção de gordura de coco, em banho-maria, até que esteja líquida.
2. Nos tubos B, C e D, adicionem 40 gotas de água, gordura de coco e óleo de soja, respectivamente.
3. A esses tubos, adicionem 5 gotas da tintura de iodo. Observem e anotem as características do sistema.
4. Com o auxílio do professor, aqueçam os tubos, em banho-maria, até notar o desaparecimento da coloração da tintura de iodo em um dos tubos.
5. Retirem os tubos do banho-maria e aguardem o resfriamento.

Etapa III

1. Aos tubos B, C e D, adicionem 3 gotas da solução de amido. Observem e anotem os resultados.

Discuta com seus colegas

1. Quais foram as evidências de transformação química observadas ao final de cada etapa? Procure explicar os resultados com base no que foi pesquisado em **Prepare-se!** O que se pode concluir sobre o índice de iodo das amostras?
2. Considerando os resultados, entre a solução de amido e a amostra de água, identifique qual funciona como indicador e qual atua como controle negativo na análise química efetuada.
3. Quais seriam os resultados observados se também fosse utilizada uma amostra de manteiga?
4. A composição de óleos e gorduras é geralmente informada pela porcentagem em massa dos ácidos graxos identificados após hidrólise total dos triglicerídeos que constituem esses alimentos.

   De acordo com os dados da tabela abaixo, qual óleo deve apresentar maior índice de iodo? Justifique.

		Percentual em massa de ácidos graxos			
		Palmítico $C_{15}H_{31}COOH$	Linolênico $C_{17}H_{29}COOH$	Oleico $C_{17}H_{33}COOH$	Linoleico $C_{17}H_{31}COOH$
Tipo de óleo	Linhaça	9	47	19	24
	Cártamo	6	3	19	70

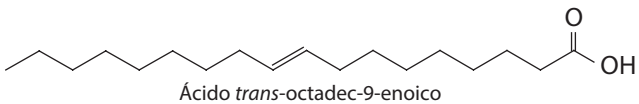
MODERNA

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

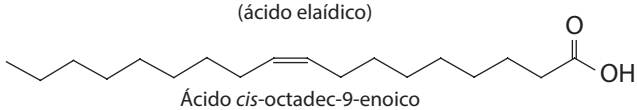
Retome o rótulo apresentado no início do Tema, relacionando os efeitos da gordura *trans* com a obrigatoriedade da informação de seu conteúdo nos alimentos. O colesterol e outros esteroides, lipídios que não contêm ácidos graxos, são estudados na Unidade **Esportes**.

Gorduras saturadas e gorduras *trans*

Os ácidos graxos insaturados podem apresentar configurações espaciais diferentes. Vejamos, como exemplo, as fórmulas estruturais de dois ácidos graxos encontrados no azeite de oliva.



Ácido *trans*-octadec-9-enoico
(ácido elaídico)



Ácido *cis*-octadec-9-enoico
(ácido oleico)

A diferença na configuração das estruturas dos ácidos elaídico e oleico se deve ao fato de que a dupla ligação impede a livre rotação dos átomos ao longo do eixo de ligação, tornando fixa a posição dos grupos de átomos conectados aos átomos de carbono insaturados. Como essas estruturas diferentes têm a mesma fórmula molecular, verificamos mais um exemplo de estereoisomeria. Os ácidos graxos insaturados naturais apresentam, na maioria das vezes, configuração *cis*.

Estereoisomeria é estudada no **Tema 4** da **Unidade 1.**

A **gordura *trans*** ganhou destaque na mídia graças à divulgação dos malefícios à saúde decorrentes de seu consumo. O principal problema relacionado à ingestão de ácidos graxos *trans* é que eles não são metabolizados pelo organismo da mesma maneira que a forma *cis*, acumulando-se nas membranas celulares. Esse acúmulo causa aumento dos níveis de lipoproteínas de baixa densidade (LDL, popularmente chamadas "colesterol ruim") na corrente sanguínea e redução dos níveis de lipoproteínas de alta densidade (HDL, popularmente conhecidas como "colesterol bom"). Isso aumenta o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

Além do comprimento da cadeia carbônica, o grau de insaturação e sua configuração espacial são aspectos que determinam as propriedades físico-químicas dos ácidos graxos. Compare o grau de empacotamento das moléculas de um ácido graxo saturado e de uma mistura de ácidos graxos saturados e insaturados na configuração *cis*, com o mesmo número de átomos de carbono (**Fig. 3.3**).

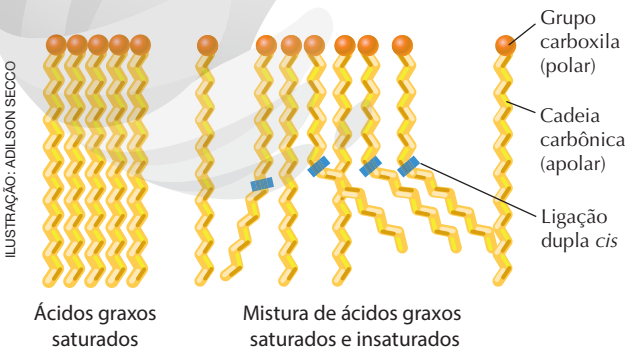


ILUSTRAÇÃO: ADILSON SECCO

Fonte: NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. Tradução Ana Beatriz G. da Veiga *et al.* 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

Figura 3.3 Representação simplificada da interação entre moléculas de ácidos graxos. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A 20 °C, o agrupamento de ácidos graxos saturados apresenta suas cadeias carbônicas estendidas. Isso possibilita um arranjo organizado e compacto estabilizado por intensas interações intermoleculares do tipo **forças dispersivas de London** (dipolo instantâneo-dipolo induzido). Em consequência, o material tem consistência de cera.

Na mesma temperatura, o agrupamento de cadeias da mistura é amorfo, apresentando interações intermoleculares menos intensas. Em consequência, o material assume a forma de um líquido viscoso.

Os estados de agregação da matéria observados têm relação com o fato de as interações intermoleculares terem origem eletrostática e, portanto, diminuírem com o aumento da distância entre as partículas.

Lipídios para proteção

As **ceras** são ésteres lipídicos sintetizados pelas plantas e por alguns animais a partir de ácidos graxos e álcoois de cadeia saturada longa, motivo pelo qual apresentam temperaturas de fusão elevadas, consistência firme e propriedades impermeabilizantes.

A carnaúba (*Copernicia prunifera*), por exemplo, produz diferentes ceras, como o cerotato de miricila ($C_{25}H_{51}COOC_{30}H_{61}$), que recobrem suas folhas com a finalidade de evitar a desidratação e a ação prejudicial de microrganismos. A cera das abelhas, formada principalmente por palmitato de miricila ($C_{15}H_{31}COOC_{30}H_{61}$), constitui os alvéolos ou favos, onde, protegidos do meio externo, as larvas se desenvolvem e o mel é armazenado.

Na indústria alimentícia, as ceras de carnaúba e de abelhas são utilizadas como revestimentos comestíveis de frutas, para protegê-las da ação de fungos, reduzir a desidratação e melhorar a cor e a firmeza desses alimentos.

As ceras também têm aplicação na indústria cosmética. Por exemplo, a lanolina, que pode ser obtida da lã após a tosquia de ovelhas, é amplamente utilizada em hidratantes, xampus, protetores labiais e cremes de barbear.

Glicídios

Os glicídios representam a principal fonte de energia para o nosso organismo. Essa energia é obtida por meio da oxidação das suas moléculas, como mostra esquematicamente a equação química a seguir.

A relação entre o metabolismo energético e as reações de oxirredução é explorada na Unidade **Energia e vida**.

$$\text{Glicídio} + \text{Gás oxigênio} \longrightarrow \text{Gás carbônico} + \text{Água}$$

O termo carboidrato, muitas vezes utilizado como sinônimo de glicídio, remete à composição de boa parte desses compostos, que são constituídos apenas por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio em uma proporção que pode ser representada pela fórmula mínima $C_x(H_2O)_y$, em que *x* e *y* são números inteiros. Existem glicídios que apresentam os átomos desses elementos químicos em

Comente que, se a configuração das ligações duplas é *trans*, o arranjo das cadeias se assemelha à dos ácidos graxos saturados. Enfatize que, embora as forças dispersivas de London sejam individualmente menos intensas que as interações do tipo dipolo permanente-dipolo permanente, como as cadeias carbônicas dos ácidos graxos são grandes, elas se tornam mais expressivas que estas últimas.

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

MODERNA

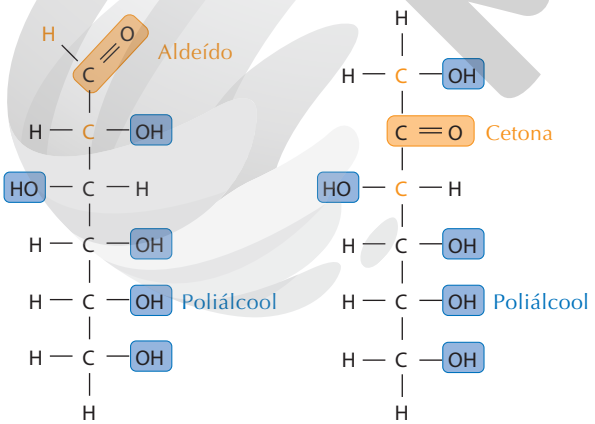
outras proporções ou que contêm átomos de nitrogênio, fósforo ou enxofre. Embora nem todas tenham sabor adocicado, essas substâncias também são conhecidas como sacarídeos, termo derivado do grego *sakkharon*, que significa "açúcar".

Os glicídios são classificados de acordo com sua estrutura molecular. Os **monossacarídeos** são as moléculas mais simples, que se combinam para formar outros glicídios de estrutura mais complexa. Os **oligossacarídeos** (do grego *oligo* = poucos) são formados por cadeias curtas de monossacarídeos; já os glicídios que contêm mais de vinte unidades de monossacarídeos são denominados **polissacarídeos** (do grego *poli* = muitos) e, por isso, são classificados como polímeros naturais (do grego *méros* = parte).

Monossacarídeos e dissacarídeos

Os monossacarídeos, como a glicose ($C_6H_{12}O_6$), são substâncias sólidas e cristalinas, a 25 °C e 1 atm, que se solubilizam facilmente em água. Dependendo do número de átomos de carbono nas moléculas, eles são classificados em trioses, tetroses, pentoses, hexoses, heptoses, e daí por diante.

Por convenção, as cadeias carbônicas abertas dos monossacarídeos são representadas verticalmente, com a função aldeído ou cetona no topo ou próximo ao topo. Quando representado dessa forma, atribui-se o nome do monossacarídeo de acordo com a posição da hidroxila de seu último átomo de carbono assimétrico – contado a partir do grupo funcional. Lembre-se de que, para determinar se um átomo de carbono é assimétrico, verificamos se ele está conectado a quatro átomos ou grupos de átomos diferentes. Se a hidroxila desse carbono estiver voltada para a direita, o nome é antecedido pela letra D, e se estiver voltada para a esquerda, pela letra L. A seguir são apresentadas as fórmulas estruturais de cadeia aberta de dois monossacarídeos, ambos na configuração D.



A partir da esquerda: fórmulas estruturais planas da D-glicose e da D-frutose, duas hexoses abundantes nas frutas.

As moléculas representadas apresentam mais de um grupo hidroxila (— OH) ligados a átomos de carbono saturados, o que as caracteriza como poliálcoois. Além disso, em cada uma das estruturas, há um grupo carbonila (C = O) ligado a um conjunto de átomos diferente. Na estrutura da D-glicose a carbonila caracteriza a função **aldeído**; enquanto na estrutura da D-frutose, ela caracteriza a função **cetona**. Por isso, os monossacarídeos são classificados em poli-hidroxialdeídos, ou **aldoses**, e poli-hidroxicetonas, ou **cetoses**.

Mesmo com as diferenças estruturais apresentadas, as moléculas desses dois glicídios apresentam a mesma fórmula molecular ($C_6H_{12}O_6$). Trata-se de um tipo de isomeria constitucional, caracterizada pela diferença das classes funcionais. Assim, esses dois compostos são chamados **isômeros de função**. As propriedades físico-químicas variam entre esses isômeros. A frutose, por exemplo, além de ser mais doce ao paladar do que a glicose, se decompõe a uma temperatura menor.

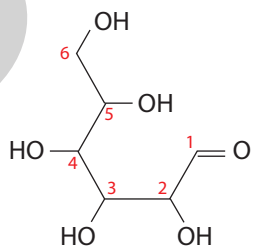
A isomeria constitucional é estudada na Unidade **Esportes**, e os álcoois, nas Unidades **Desenvolvimento sustentável** e **Drogas e medicamentos**.

Aldeídos e cetonas

Os aldeídos podem ser representados de maneira simplificada pela fórmula geral R — CHO, em que R corresponde a um átomo de hidrogênio ou a uma cadeia carbônica qualquer.

Para nomear os aldeídos de acordo com a nomenclatura sistemática, aplicam-se as mesmas regras já apresentadas, utilizando-se o sufixo "al", indicativo da classe funcional dos aldeídos. Vejamos o exemplo da glicose, que é um composto de função mista.

Os prefixos, infixos e sufixos encontram-se nas tabelas para consulta ao final deste Volume. Os fundamentos da nomenclatura sistemática são abordados na Unidade **Combustíveis e motores**.



2,3,4,5,6-penta-hidróxi-hexanal

Comente que, nesse caso, os demais hifens são usados para separar as palavras iniciadas em h, de acordo com o Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa.

Nesse caso, não foi necessário indicar a posição do grupo funcional carbonila, uma vez que ele está na extremidade da cadeia, como é comum aos aldeídos. Porém, é necessário indicar a posição de outros grupos substituintes.

A parte "hidróxi" corresponde à presença do grupo hidroxila (— OH) na estrutura, o termo "penta" indica a quantidade de ocorrências desse grupo na molécula, e os números, a quais átomos de carbono esses grupos estão ligados. Note que a carbonila tem prioridade sobre o grupo hidroxila e, portanto, a numeração da cadeia se inicia por ela. Perceba que a sequência dos números localizadores é separada por vírgulas e que entre essa sequência e o prefixo se acrescenta um hífen.

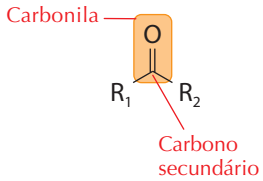
Como estudamos, as cetonas são compostos orgânicos que também apresentam o grupo carbonila. Porém, enquanto nos aldeídos o átomo de oxigênio da carbonila está ligado a um átomo de carbono primário na extremidade da cadeia,

Essa denominação foi uma das primeiras estabelecidas em estereoquímica e se baseia na atividade óptica do gliceraldeído, o monossacarídeo mais simples com centro estereogênico. No entanto, hoje em dia, as designações D e L não estão mais relacionadas com as atividades ópticas, apenas indicam a configuração estrutural das moléculas. Os enantiômeros são estudados no **Tema 4** da **Unidade 1** deste Volume.

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

Peça aos estudantes que comparem a posição dos grupos hidroxila na estrutura em cadeia aberta (à direita ou à esquerda) com a posição desses grupos na estrutura em cadeia fechada (acima ou abaixo do plano do anel).

nas cetonas esse grupo se liga a um átomo de carbono secundário, ou seja, conectado a dois outros átomos de carbono.



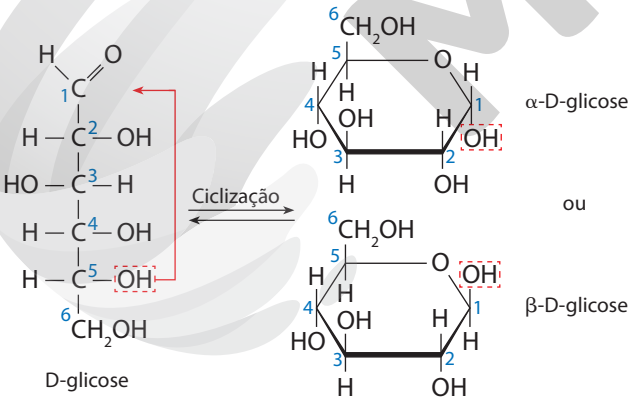
Esquema geral de representação das cetonas; R_1 e R_2 representam dois substituintes (alifáticos ou aromáticos), que podem ser iguais ou diferentes entre si.

O sufixo "ona" é utilizado para caracterizar a classe funcional das cetonas. E, quando há mais de cinco átomos de carbono na cadeia principal, é também necessário indicar a posição do grupo carbonila na estrutura, iniciando-se a numeração pela extremidade mais próxima a esse grupo funcional.

Graças à polaridade do grupo carbonila, aldeídos e cetonas com pequenas massas molares apresentam considerável solubilidade em água, sendo o etanal (CH_3CHO) e a propanona (CH_3COCH_3) solúveis em qualquer proporção. Aldeídos e cetonas interagem com a água por meio de **forças de Keesom** (dipolo permanente-dipolo permanente). Elas são menos intensas, por exemplo, do que as ligações de hidrogênio que se estabelecem entre álcoois e água.

Reações dos monossacarídeos

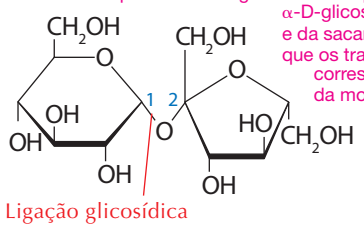
Os glicídios com mais de quatro átomos de carbono tendem a formar compostos cíclicos. As cadeias fechadas são formadas pela reação entre o grupo carbonila e um dos grupos hidroxila da molécula. Nesse processo, o novo centro de quiralidade formado (o carbono 1) pode assumir a configuração α ou β, correspondente à posição do grupo hidroxila ligado a esse átomo de carbono – denominado **carbono anomérico** – em relação ao plano do anel. No anômero α, a hidroxila e o carbono 6 estão em lados opostos do plano; já no anômero β, estão no mesmo lado do plano.



A conversão entre as formas cíclica e aberta ocorre constantemente em solução aquosa.

Os monossacarídeos podem se combinar para formar outros glicídios. Nesse processo, ocorre a liberação de uma molécula de água e a formação de uma **ligação glicosídica**. Vejamos o exemplo da sacarose, um oligossacarídeo que se forma pela reação entre a α-D-glicose e a β-D-frutose.

Caso os estudantes não compreendam o significado da representação da α-D-glicose, da β-D-frutose e da sacarose, esclareça que os traços mais grossos correspondem à porção da molécula que está projetada em direção ao leitor, auxiliando na visualização tridimensional das moléculas.



Representação da sacarose, em que a cadeia cíclica à esquerda é derivada da glicose e a cadeia cíclica à direita é derivada da frutose. Os números em azul indicam a posição dos átomos de carbono participantes da ligação glicosídica.

Apresentações comerciais da sacarose

Segundo a Anvisa, o termo "açúcar" corresponde à sacarose extraída, sobretudo, da cana-de-açúcar e da beterraba. Mas pode ser usado para designar produtos obtidos de outras fontes ou compostos de diferentes dissacarídeos ou monossacarídeos.

Comercialmente, podemos encontrar diversos tipos de açúcares, como o refinado, o mascavo, o demerara e o invertido. Eles são submetidos a diversas etapas no processo de fabricação que afetam sua composição e propriedades organolépticas.

O açúcar mascavo passa por menos etapas de processamento em comparação aos demais, preservando os minerais e as vitaminas presentes na matéria-prima, e, como não é clarificado, apresenta coloração castanho-escura. O açúcar demerara é levemente refinado, o que o torna mais claro, mas não é clarificado; ele tem valor nutricional próximo ao do açúcar mascavo. Já o açúcar refinado, além de clarificado pela adição de SO_2 e $Ca(OH)_2$, passa por sucessivos processos de recristalização. Ao final, obtém-se um produto de alta pureza (> 99,5% de sacarose), com consequente perda de boa parte dos outros nutrientes. Uma das aplicações importantes do açúcar refinado é como excipiente em formulações farmacêuticas. Como sua presença interfere menos na coloração e no sabor dos alimentos, ele também é bastante empregado na indústria alimentícia.

Em alguns alimentos, como bolos e bolachas, é comum a presença de açúcar invertido. Quando as moléculas de sacarose em solução aquosa são aquecidas, ocorre a hidrólise (do grego *hydor* = água e *lysis* = separação, ou seja, separação pela água) da ligação glicosídica e, por isso, nesses produtos são encontradas moléculas de α-D-glicose e β-D-frutose. As abelhas também são capazes de hidrolisar dissacarídeos durante a produção do mel. O termo "invertido" tem relação com a rotação óptica da solução observada antes e depois da hidrólise. Soluções de sacarose desviam o plano de vibração da luz polarizada para a direita, enquanto soluções equimolares de α-D-glicose e β-D-frutose o desviam para a esquerda.

Solução equimolar é aquela que apresenta a mesma concentração em quantidade de matéria (mol L^{-1}) de dois ou mais solutos.

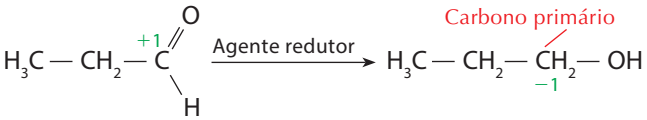
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Relembre os estudantes dos resultados obtidos na *Prática investigativa* trabalhada no **Tema 4** da **Unidade 1**, em que foi verificado o desvio do plano da luz polarizada utilizando sacarose, glicose e frutose.

Açúcares redutores

Os aldeídos também participam de reações químicas de oxirredução, pelas quais se obtêm álcoois primários. Veja o exemplo representado pela equação química simplificada a seguir.

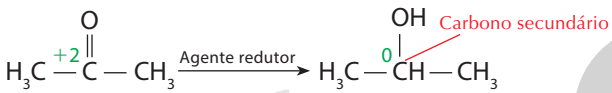


Propanal — Propan-1-ol

As reações de oxirredução são caracterizadas por transferências de elétrons entre um agente redutor, que se oxida no processo, e um agente oxidante, que se reduz. O número de oxidação (Nox), carga real ou hipotética que cada entidade química apresenta, está indicado em verde na equação química acima para o átomo de carbono que participa da reação. Perceba a diminuição do Nox e o aumento da quantidade de átomos de hidrogênio.

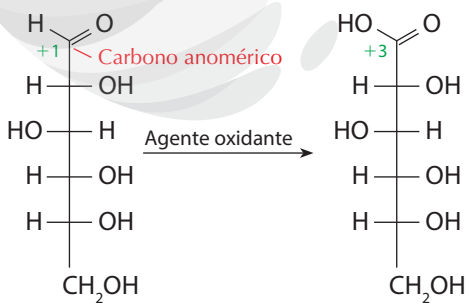
No exemplo, C_3H_6O é convertido em C_3H_8O, composto em que o grupo hidroxila (— OH) está ligado a um átomo de carbono que, por sua vez, está ligado apenas a um outro átomo de carbono. Denomina-se álcool primário aquele em que a hidroxila alcoólica está ligada a um átomo de carbono primário.

A redução das cetonas também permite a obtenção de álcoois, mas, diferentemente dos aldeídos, são formados álcoois secundários. Além disso, as cetonas são geralmente menos reativas que os aldeídos.



Propanona — Propan-2-ol

Dependendo das condições reacionais, os aldeídos também podem ser oxidados, formando ácidos carboxílicos (—COOH). Dessa forma, monossacarídeos e alguns dissacarídeos podem ser oxidados na presença de oxidantes relativamente moderados, como os íons Fe^{3+} e Cu^{2+}, reduzindo-os aos íons Fe^{2+} e Cu^{+}. Veja o exemplo da glicose ($C_6H_{12}O_6$) formando ácido glucônico ($C_6H_{12}O_7$) a seguir. Note o aumento do Nox do carbono 1 (indicado em verde) e da quantidade de átomos de oxigênio no produto em comparação ao reagente.



Nas formas cíclicas, uma característica comum a todos os açúcares redutores é a presença de um grupo hidroxila ligado ao carbono anomérico.

Retome a fórmula estrutural da sacarose e questione os estudantes se ela é um açúcar redutor.

A oxidação da glicose pelo íon Cu^{2+} é a base do teste de Fehling. Esse teste foi utilizado por muito tempo para monitorar o nível de glicose em pessoas diagnosticadas com diabetes melito. Atualmente, é empregado um método enzimático, que é mais sensível e necessita de menor quantidade de amostra.

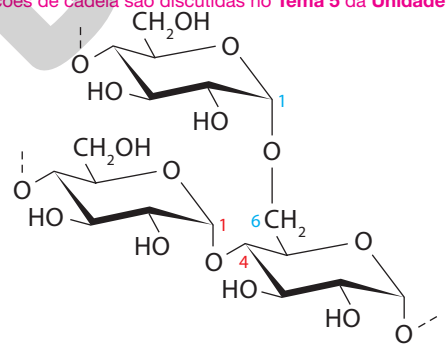
Polissacarídeos

Os polissacarídeos são a forma predominante de glicídios na natureza. Entre eles podemos destacar o amido, o glicogênio, a celulose e a pectina. Essas macromoléculas são classificadas, em termos nutricionais, como **polissacarídeos energéticos** e **fibras alimentares** (ou dietéticas), dependendo da função que desempenham no organismo.

O amido e o glicogênio são polissacarídeos formados por unidades de α-D-glicose, os monômeros, e correspondem às principais reservas de energia das plantas e dos animais, respectivamente. Apesar de apresentarem a mesma composição química, têm propriedades físico-químicas distintas que decorrem da estrutura de cada macromolécula e do tipo de ligação entre os monossacarídeos que as formaram.

O **amido** é composto de dois tipos de polímeros de glicose: a **amilose**, que tem cadeia linear, e a **amilopectina**, que apresenta ramificações, em média, a cada 27 unidades de glicose. A estrutura do amido pode apresentar de 50 a 5 mil unidades de glicose na amilose e mais de 1 milhão na amilopectina.

Conformações de cadeia são discutidas no **Tema 5** da **Unidade 1**.



Representação de um fragmento de amilopectina. Os números coloridos indicam a posição dos átomos de carbono que participam das ligações glicosídicas. Na amilose não há a ramificação na posição 6 da unidade de α-D-glicose. Os tracejados indicam as extremidades em que a cadeia se estende.

Estruturalmente, o **glicogênio** é muito semelhante ao amido, apresentando vários pontos de ramificação em sua estrutura. No entanto, o glicogênio tem mais de 50 mil unidades de glicose, e nele as ramificações são mais frequentes que no amido: ocorrem, em média, a cada 10 unidades do monossacarídeo.

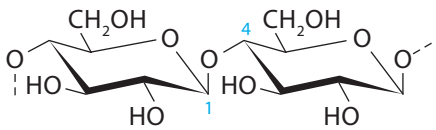
As **fibras alimentares** são macromoléculas poliméricas não degradadas pelas enzimas digestórias humanas. Por não serem digeríveis, elas não têm valor calórico; no entanto, desempenham outros papéis fisiológicos

Conforme indicado na **atividade 10**, as cetoses também dão positivo no teste de Fehling. A razão é um rearranjo molecular que ocorre via tautomerização. Se julgar conveniente, mostre aos estudantes o intermediário enol comum à frutose e à glicose.

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

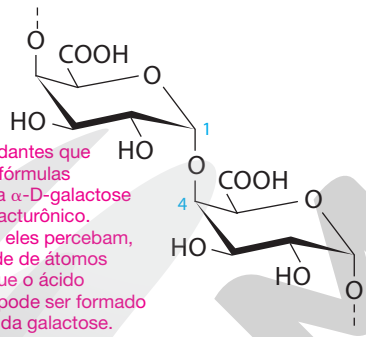
importantes, que estão relacionados à sua viscosidade e à possibilidade de serem fermentadas pela microbiota intestinal. Além de polissacarídeos, como a celulose e a pectina, as fibras alimentares incluem outro tipo de biopolímero, a lignina.

A **celulose** é um polissacarídeo constituído de moléculas de β-D-glicose, e o tipo de ligação química que ocorre entre elas origina uma estrutura linear, que forma extensas fibras insolúveis em água. Elas podem chegar a apresentar de mil a 14 mil unidades do monossacarídeo. Essa fibra ajuda a formar o bolo fecal, o que contribui para seu efeito laxante.



Representação de um fragmento de celulose. Os números em azul indicam a posição dos átomos de carbono participantes da ligação glicosídica. Os tracejados indicam as extremidades em que a cadeia se estende.

A **pectina** é um polissacarídeo encontrado em maior quantidade na polpa da maçã e nas cascas de frutas cítricas. É um aditivo alimentar bastante utilizado, na indústria de alimentos, como gelificante e estabilizante em geleias e iogurtes, por exemplo. A estrutura da pectina é constituída, essencialmente, pela repetição de moléculas de ácido galacturônico ($C_6H_{10}O_7$), um ácido carboxílico derivado da α-D-galactose ($C_6H_{12}O_6$).

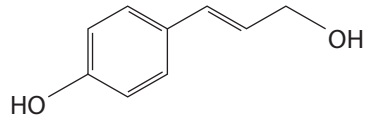


Peça aos estudantes que comparem as fórmulas moleculares da α-D-galactose e do ácido galacturônico. Espera-se que eles percebam, pela quantidade de átomos de oxigênio, que o ácido galacturônico pode ser formado pela oxidação da galactose.

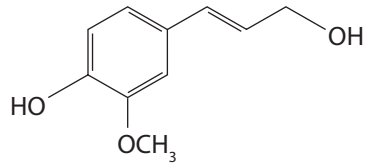
Representação da estrutura de um fragmento de pectina. A representação — COOH indica o grupo funcional característico dos ácidos carboxílicos. Os números em azul indicam a posição dos átomos de carbono participantes da ligação glicosídica. Os tracejados indicam as extremidades em que a cadeia se estende.

A pectina tende a formar géis viscosos em água. Isso contribui para a diminuição da velocidade de esvaziamento gástrico, com o aumento da sensação de saciedade durante a refeição. Também favorece a diminuição da taxa de absorção de nutrientes, o que tem efeito benéfico na regulação dos níveis de glicose sanguínea.

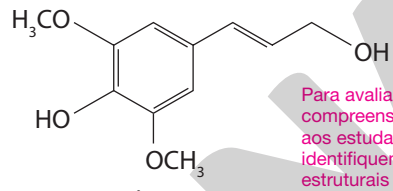
A **lignina** é um polímero fenólico formado pela ligação entre moléculas conhecidas pelos nomes usuais de álcool cumarílico ($C_9H_{10}O_2$), álcool coniferílico ($C_{10}H_{12}O_3$) e álcool sinapílico ($C_{11}H_{14}O_4$). Os fenóis são compostos que apresentam o grupo hidroxila ligado diretamente a um anel benzênico. Os fenóis são estudados no **Tema 5** da **Unidade 1.**



Álcool cumarílico



Álcool coniferílico



Álcool sinapílico

Para avaliar a compreensão, peça aos estudantes que identifiquem nas fórmulas estruturais os grupos funcionais característicos dos fenóis e dos álcoois.

A lignina, além da característica de aumentar o bolo fecal, se liga a substâncias orgânicas como o colesterol, o que pode contribuir para a redução de sua absorção.

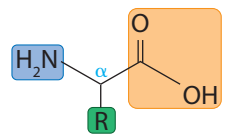
Proteínas

As proteínas (do grego *protos* = a primeira, a mais importante) são macronutrientes que exercem as mais variadas funções, destacando-se: catálise (enzimas); transporte (hemoglobina); imunidade (anticorpos); hormônios (insulina e glucagon); movimento (actina e miosina); estrutural (colágeno); e neurotransmissão (galanina).

A ingestão de proteínas decorre principalmente do consumo de produtos de origem animal – carne, ovos, leite e derivados. Entretanto, alguns grãos, como o feijão e a soja, e a hortaliça ora-pro-nóbis são fontes ricas desses nutrientes. Quando digeridas, além de energia, as proteínas fornecem aminoácidos utilizados para sintetizar as proteínas que constituem nosso organismo. Todas as proteínas presentes tanto nas bactérias quanto em organismos mais complexos são constituídas, majoritariamente, de 20 tipos de aminoácidos, que se combinam por meio de ligações covalentes.

Aminoácidos

Os aminoácidos apresentam em sua estrutura um grupo amino (— NH_2), um grupo carboxila (— COOH), uma cadeia lateral de natureza química variada (R) e um átomo de hidrogênio, todos ligados ao mesmo átomo de carbono (denominado carbono α).

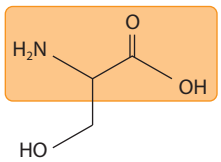
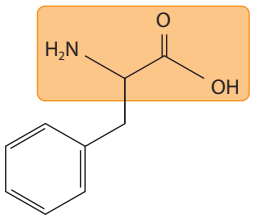
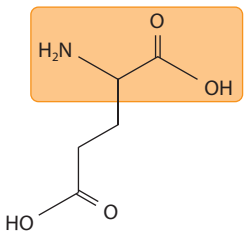
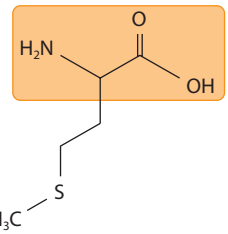


Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Os aminoácidos classificados como essenciais só podem ser obtidos dos alimentos, enquanto os não essenciais podem ser sintetizados no organismo. Vejamos alguns exemplos de aminoácidos na **Tabela 3.1**.

Tabela 3.1 Exemplos de aminoácidos

 Serina (Ser)	 Fenilalanina (Phe)
 Ácido glutâmico (Glu)	 Metionina (Met)

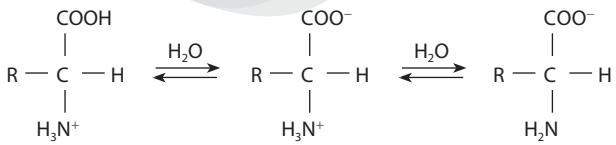
* A parte destacada em laranja corresponde à porção comum entre os aminoácidos. A abreviatura entre parênteses corresponde ao código de três letras do aminoácido.

Fonte consultada: NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. Tradução Ana Beatriz G. da Veiga *et al.* 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

As aminas são estudadas na Unidade **Esportes**.

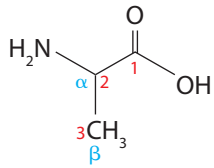
Nas representações, os grupos amino e carboxila destacados são comuns a todos. Já a cadeia lateral diferencia cada um deles. No aminoácido glicina, por exemplo, o grupo R é um átomo de hidrogênio. As características da cadeia lateral, como a presença de grupos ionizáveis e seu tamanho, influenciam a estrutura e as propriedades das proteínas. Compare as cadeias laterais dos aminoácidos fenilalanina e ácido glutâmico. A fenilalanina apresenta uma cadeia derivada de hidrocarboneto, o que diminui a polaridade da molécula, ao passo que o ácido glutâmico apresenta uma carboxila, o que torna esse aminoácido mais polar.

Os aminoácidos são **anfóteros**, ou seja, podem se comportar como ácidos ou como bases, em razão da presença dos grupos carboxila e amino em sua estrutura, conforme representação a seguir. Em solução aquosa, o meio é considerado ácido quando a concentração de íons H^+ é maior que a de íons OH^-, e é considerado básico na situação oposta. Esse assunto será estudado no próximo Tema.



Meio ácido Meio básico

O nome sistemático dos aminoácidos, compostos que apresentam mais de uma função orgânica como os glicídios, é obtido considerando-se o grupo carboxila como principal e indicando-se a presença do grupo amino como um substituinte. A identificação dos átomos de carbono na cadeia principal pode ser feita com algarismos arábicos, em que o carbono 1 é o do grupo carboxila, ou com letras gregas, em que o carbono alfa (α) é o adjacente ao grupo carboxila, o carbono beta (β) é adjacente ao alfa, e assim sucessivamente. Vejamos o exemplo do aminoácido alanina (Ala), a seguir.



Assim, o nome sistemático da alanina pode ser ácido 2-aminopropanoico ou ácido α-aminopropanoico.

Ligações peptídicas

Os polímeros sintéticos são estudados nas Unidades **Desenvolvimento sustentável** e **Esportes**.

Assim como acontece com os monossacarídeos, os aminoácidos também se unem formando macromoléculas que, assumindo a conformação espacial adequada, formam as proteínas. A união entre os aminoácidos se dá por meio da formação da **ligação peptídica**, que ocorre entre o grupo amino de um aminoácido e a carboxila de outro, com eliminação de uma molécula de água (**Fig. 3.4**). Esse processo pode ser considerado uma reação de condensação, como ocorre na formação de polímeros sintéticos como as fibras de náilon e de aramida.

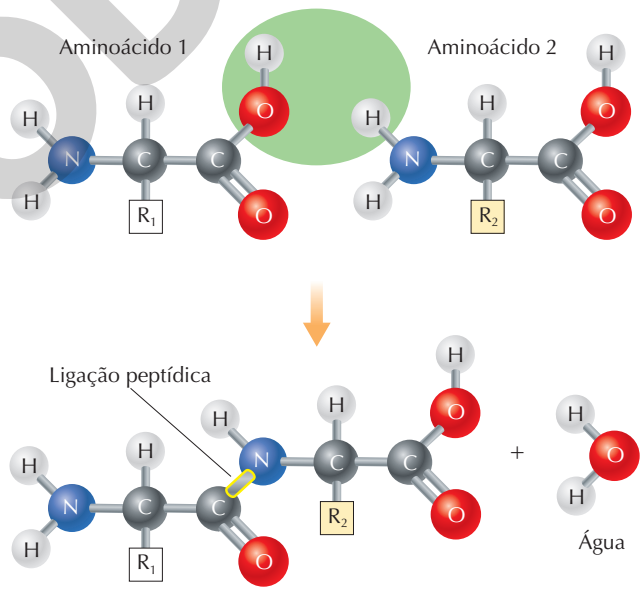


Figura 3.4 Representação esquemática da formação da ligação peptídica. Dois aminoácidos se unem produzindo um dipeptídeo. R_1 e R_2 indicam um átomo de hidrogênio ou uma cadeia carbônica. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

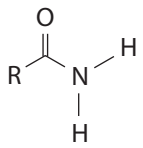
Com a formação da ligação peptídica, outro grupo funcional é formado. Nele, a carbonila está ligada a um átomo de nitrogênio. Compostos que apresentam esse grupo em suas estruturas recebem o nome **amida**.

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

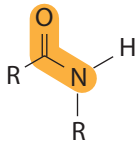
ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Amidas

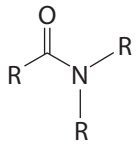
Com base na estrutura geral dos peptídeos, é possível representar o grupo funcional das amidas de forma genérica, em que R indica uma cadeia carbônica qualquer. De acordo com os substituintes, a amida pode ser classificada como primária, secundária e terciária, conforme indicam as fórmulas estruturais a seguir. Note que na ligação peptídica forma-se uma amida secundária.



Amida primária (não substituída)



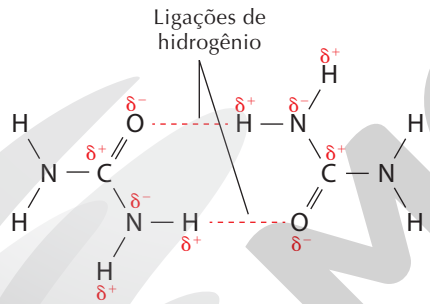
Amida secundária (monossubstituída)



Amida terciária (dissubstituída)

Na nomenclatura sistemática das amidas, utiliza-se como sufixo o próprio nome da classe funcional. Nas amidas secundárias e terciárias, o(s) grupo(s) ligado(s) ao átomo de nitrogênio é(são) localizado(s) pela indicação do símbolo desse elemento químico em itálico, *N*.

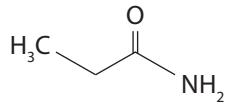
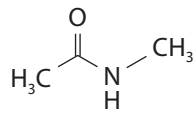
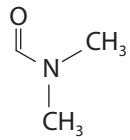
As moléculas de amidas primárias e secundárias podem interagir entre si e com moléculas de água por meio de **ligações de hidrogênio**. Já as moléculas de amidas terciárias interagem entre si por **forças de Keesom** (dipolo permanente-dipolo permanente), menos intensas, embora possam estabelecer ligações de hidrogênio com moléculas de água.



Representação de ligações de hidrogênio entre duas moléculas de ureia $(NH_2)_2CO$. Essa diamida é solúvel em água e eliminada pela urina de alguns animais, como produto da degradação de proteínas.

Como estudamos, o tipo de interação intermolecular tem influência nas propriedades físico-químicas dos compostos. Assim, as amidas apresentam temperaturas de fusão e de ebulição dependentes do grau de substituição, uma vez que ele altera o número de ligações de hidrogênio que a substância pode formar. Amidas primárias são sólidas a 25 °C e 1 atm, com exceção da metanamida, também conhecida como formamida, que é líquida. O efeito nas temperaturas de fusão e de ebulição da substituição dos átomos de hidrogênio ligados ao de nitrogênio em amidas de mesma massa molar é apresentado na **Tabela 3.2**.

Tabela 3.2 Temperaturas de fusão (TF) e de ebulição (TE) de amidas isômeras (a 1 atm)

Fórmula estrutural (nome da substância)	TF (°C)	TE (°C)
 Propanamida	79,9	213
 *N*-metilacetamida (*N*-metiletanamida)	30,6	208
 *N*,*N*-dimetilformamida (*N*,*N*-dimetilmetanamida)	−60,3	153

Fonte: LIDE, D. R. (editor da versão para internet) *Handbook of Chemistry and Physics*. 96. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

De acordo com os dados da **Tabela 3.2**, é possível observar que as amidas não substituídas apresentam TF e TE maiores que as monossubstituídas de massa molar equivalente, e estas, por sua vez, apresentam TF e TE maiores que as dissubstituídas equivalentes. Assim, a redução da quantidade de interações do tipo ligações de hidrogênio acarreta a diminuição da intensidade das interações intermoleculares entre as amidas, diminuindo as temperaturas de fusão e de ebulição.

Estrutura e função das proteínas

A função de uma proteína depende diretamente da disposição espacial dos aminoácidos que formam o peptídeo. Esse arranjo espacial varia de acordo com a sequência de aminoácidos, com eventuais modificações em suas cadeias laterais, e com as interações intramoleculares e intermoleculares formadas por eles.

Níveis de organização da estrutura de proteínas

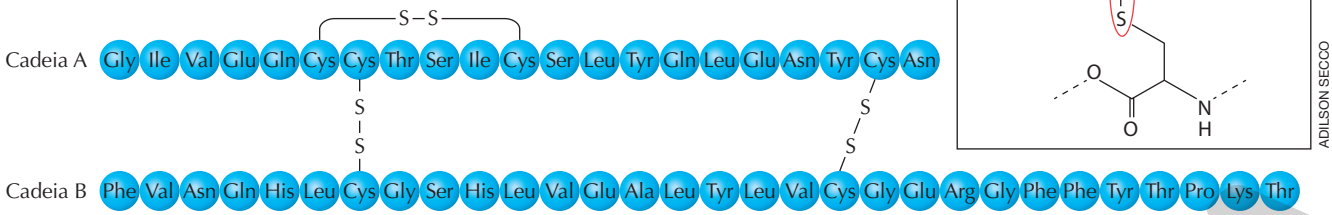
Para demonstrar os níveis de organização da estrutura das proteínas, vamos analisar a insulina, um hormônio secretado pelo pâncreas que sinaliza para a absorção de moléculas de glicose pelas células. Quando há excesso desse monossacarídeo na corrente sanguínea (hiperglicemia), a insulina atua na síntese de glicogênio, que pode ser armazenado nos músculos ou no fígado. Em quadros de hipoglicemia, o pâncreas secreta outro hormônio proteico, o glucagon, que sinaliza para a degradação do glicogênio armazenado e restaura os níveis de glicose no sangue.

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

MODERNA

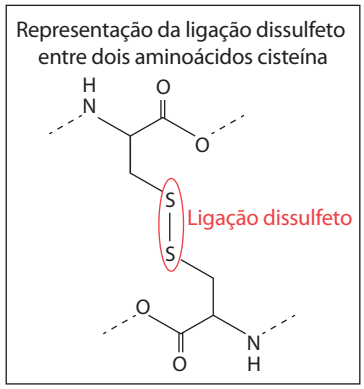
Ressalte que a estrutura primária foca nas ligações covalentes. Comente que a formação das ligações dissulfeto ocorre por oxirredução e peça aos estudantes, como atividade complementar, que determinem a variação do Nox do enxofre no processo.

O primeiro nível de organização é chamado de **estrutura primária** e diz respeito à sequência de aminoácidos das cadeias polipeptídicas. A insulina (**Fig. 3.5**) é formada por duas cadeias polipeptídicas, uma contendo 21 aminoácidos e a outra, 30 aminoácidos. Entre as duas cadeias se estabelecem ligações entre átomos de enxofre conhecidas como **ligações dissulfeto** (S — S). Esse tipo de ligação ocorre entre as cadeias laterais de pares de cisteínas (Cys).

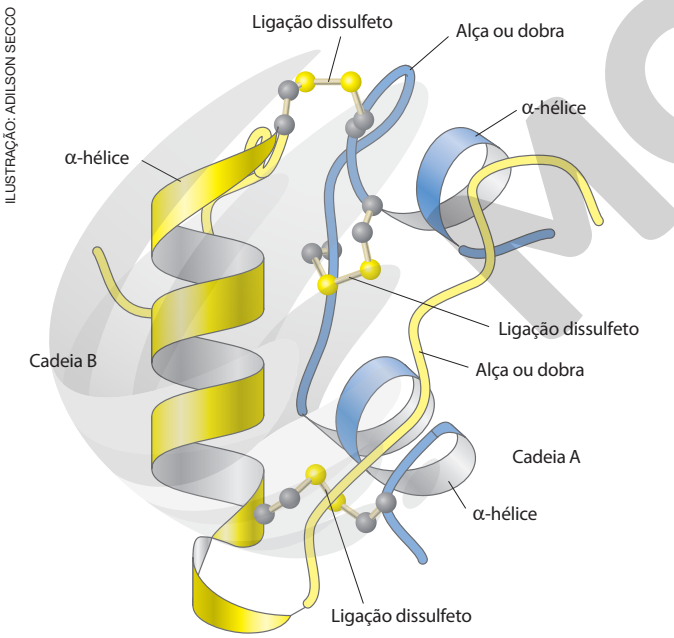


Fonte: BRUICE, P. Y. *Organic Chemistry*. 4. ed. New Jersey: Pearson Education, 2003.

Figura 3.5 Representação simplificada da estrutura primária da insulina humana. Cada esfera representa a estrutura de um aminoácido, identificado pela respectiva abreviatura. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)



O segundo nível de organização das proteínas leva em conta as interações intermoleculares entre os grupos amida e é conhecido como **estrutura secundária**. Dependendo da sequência de aminoácidos, padrões estruturais são formados ao longo da cadeia. Entre esses padrões, temos as α-hélices e as alças, que aparecem na insulina. O terceiro nível, denominado **estrutura terciária**, é resultado das interações intermoleculares dos aminoácidos com o solvente. É na estrutura terciária que observamos as posições relativas dos padrões estruturais formados no segundo nível. Por fim, quando a proteína apresenta mais de uma cadeia polipeptídica, o arranjo espacial entre elas corresponde à **estrutura quaternária**, o quarto nível hierárquico (**Fig. 3.6**).



Fonte: BERG, J. M.; TYMOCZKO, J. L.; STRYER, L. *Bioquímica*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

Figura 3.6 Representação da estrutura tridimensional da insulina. A sequência de aminoácidos e os tipos de interação intermolecular existentes conferem o arranjo espacial das cadeias A (azul) e B (amarela). As ligações dissulfeto indicadas são responsáveis por unir as duas cadeias polipeptídicas. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

De modo geral, grupos polares interagem preferencialmente com moléculas de água em comparação com grupos apolares. Dessa forma, é comum observar aminoácidos contendo cadeias laterais polares localizados na superfície da estrutura tridimensional das proteínas e aminoácidos com cadeias laterais apolares na parte interna da proteína, onde o contato com a água é minimizado, fenômeno conhecido como efeito hidrofóbico (do grego *hydrophobía* = medo de água).

Desnaturação

Mudanças na estrutura das proteínas, na maioria das vezes, resultam na perda da atividade biológica. Esse fenômeno é conhecido como **desnaturação** da proteína e pode ocorrer em razão do aumento de temperatura do meio; do estresse mecânico (por exemplo, por agitação ou trepidação); da concentração de sais no meio, cujos íons se ligam às regiões de cargas opostas presentes nas cadeias laterais dos aminoácidos; e da alteração da concentração dos íons H^+ no meio. Todos esses processos perturbam as interações intra e intermolecular formadas entre os aminoácidos, alterando a estrutura tridimensional da proteína.

Algumas proteínas podem restabelecer sua estrutura ativa ao serem ressubmetidas às condições anteriores à desnaturação, mas na maioria dos casos a desnaturação é um processo irreversível.

Enzimas

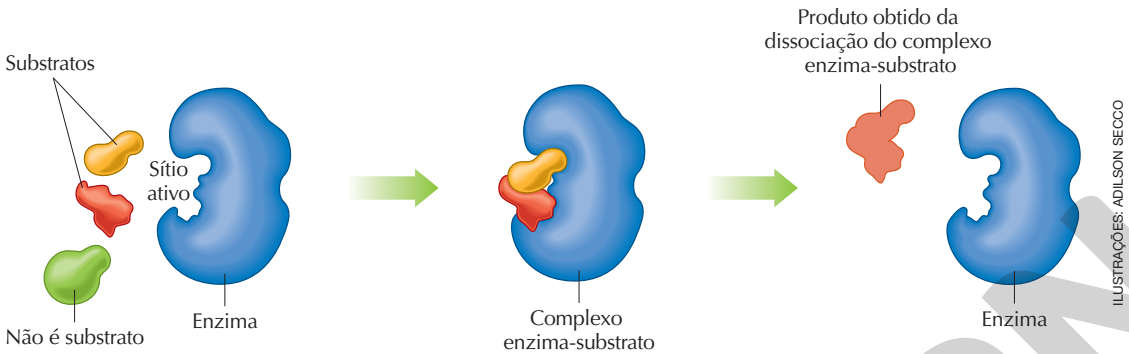
As **enzimas** são, geralmente, proteínas que atuam como catalisadores biológicos nos organismos e em processos produtivos, aumentando a rapidez das reações químicas. Assim como acontece com os hormônios peptídicos, a atividade biológica das enzimas depende diretamente de sua estrutura tridimensional, além da estrutura molecular do **substrato**, que é o reagente da reação catalisada. Enzimas pertencentes à classe das proteases promovem a hidrólise

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

MODERNA

de ligações peptídicas e, por isso, podem ser usadas na culinária para amaciar carnes – por exemplo, a bromelina (presente no abacaxi) e a papaína (encontrada no mamão). Outra protease, a pepsina, é componente do suco gástrico e pode ser empregada como medicamento para auxiliar na digestão.

O modelo aceito para explicar o processo de catálise enzimática envolve a interação entre a enzima e um ou mais substratos por meio de uma região específica da proteína, chamada **sítio ativo**. Nessa interação, forma-se uma estrutura chamada complexo enzima-substrato. Após a transformação do(s) substrato(s), o produto é liberado e a estrutura da enzima é regenerada, podendo catalisar outra reação química, como mostra a **Figura 3.7**.



ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Fonte: SADAVA, D. *et al*. *Vida*: a ciência da Biologia. Tradução Carla Denise Bonan. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

Figura 3.7 Representação esquemática da ação específica de uma enzima sobre dois substratos. O produto de uma reação de catálise enzimática não tem a mesma afinidade pela enzima que os substratos iniciais, o que possibilita que a enzima o libere e volte à sua conformação original, podendo, assim, catalisar novas reações. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

As origens da culinária brasileira

Os alimentos presentes em nossas refeições e a forma como são preparados refletem um pouco da história do Brasil. A culinária típica brasileira é muito rica em suas apresentações e preparações, influenciada por diversas culturas.

Na época da chegada dos conquistadores europeus ao Brasil, o consumo da mandioca, ou macaxeira, era comum entre os indígenas, mas não entre os portugueses, que aos poucos foram incorporando esse ingrediente e adaptando-o às suas receitas. A chegada dos portugueses também introduziu novos alimentos no Brasil. Por exemplo, a laranja e o limão foram trazidos de Portugal; o inhame e a banana provavelmente foram trazidos do continente africano; e o gengibre e a cana-de-açúcar são de origem asiática.

Muitas preparações culinárias que conhecemos hoje têm influência dos hábitos alimentares dos diferentes grupos indígenas que habitavam esse território ou que ainda convivem conosco no país. Algumas dessas influências são a tapioca, o beiju, o tucupi e o pirão, preparados a partir da mandioca; as diferentes formas como usamos o milho e o palmito de pupunha; o consumo de diversas frutas, como caju, cacau, cupuaçu e açaí; além dos temperos, como o urucum e a pimenta jiquitaia. Os indígenas conheciam, inclusive, processos de fermentação e produziam bebidas alcoólicas, como o caxiri, feito também da mandioca.

A energia dos alimentos

Em todas as culturas, a alimentação está presente no cotidiano e em momentos de celebração. Além dos nutrientes essenciais para a formação da estrutura corporal, é por meio da ingestão de alimentos que obtemos energia.

A quantidade de energia utilizada diariamente por uma pessoa depende de sua constituição física, de seu perfil metabólico e de sua rotina. De modo geral, um indivíduo adulto necessita de cerca de 8.400 kJ, ou 2.000 kcal, por dia. Essa energia é necessária para manter as diversas funções do organismo, como ventilação pulmonar, circulação sanguínea e manutenção da temperatura corporal, além de atividades cotidianas, como trabalhar, estudar, conversar e praticar esportes.

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

MODERNA

Informe que a caloria é a unidade de calor mais frequentemente utilizada em nutrição, enquanto o joule é a unidade de calor utilizada na Termodinâmica.

A maior parte da energia de que nosso corpo precisa é obtida por meio da ingestão de glicídios, lipídios e proteínas. Cada grama de glicídio e de proteína fornece, em média, 17 kJ de energia, ao passo que um grama de lipídio libera, em média, 38 kJ.

A **Tabela 3.3** reúne informações relativas à composição percentual de macronutrientes em alguns alimentos e à quantidade de energia liberada na queima de 1 g desses alimentos.

Tabela 3.3 Composição e valor energético de alguns alimentos

Alimento	Composição aproximada (% em massa)			Valor energético	
	Glicídio	Lipídio	Proteína	kJ g^{-1}	kcal g^{-1}
Arroz integral cozido	25,8	1,0	2,6	5,17	1,24
Alface-americana	1,7	0,1	0,6	0,37	0,09
Batata frita	35,6	13,1	5,0	11,18	2,67
Laranja-pera	8,9	0,1	1,0	1,54	0,37
Manteiga com sal	0,1	82,4	0,4	30,37	7,26
Frango sem pele cozido	0	7,1	25,0	7,13	1,70

Fonte consultada: UNICAMP. *Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (Taco)*. Campinas, 2011. Disponível em: <https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2020.

Podemos observar na tabela que massas iguais de diferentes alimentos apresentam conteúdos energéticos distintos. Isso sugere que a diferença não está relacionada à massa do alimento, mas sim às diferentes substâncias que o compõem.

Como estudamos, a quantidade de energia de que o corpo necessita varia de acordo com a massa corpórea, a idade e as atividades cotidianas. A **Tabela 3.4** apresenta o gasto energético aproximado de algumas dessas atividades.

Tabela 3.4 Gasto energético aproximado de algumas atividades

Atividade	Gasto energético (kcal kg^{-1} h^{-1})
Dormir	1,2
Escrever (sentado)	1,7
Caminhar (4 km h^{-1})	3
Jogar futebol	7
Correr (18 km h^{-1})	13,2

Fonte consultada: WARDLAW, G. M.; SMITH, A. M. *Nutrição contemporânea*. 8. ed. Porto Alegre: McGrawHill, 2013.

A relação entre a energia obtida por meio dos alimentos e a energia gasta para a realização de atividades mentais e físicas é conhecida como **balanço energético**.

As tabelas nutricionais permitem calcular esse balanço energético e adequar as quantidades e os tipos de alimento ao estilo de vida de cada indivíduo. Nutricionistas e nutrólogos são alguns dos profissionais da saúde capacitados para dar esse tipo de orientação.

Micronutrientes

Os micronutrientes não têm função energética, mas são necessários para manter o organismo desempenhando suas funções de forma adequada. No grupo dos micronutrientes estão as **vitaminas** e os **minerais**.

Vitaminas

O termo **vitamina** foi cunhado em 1912 pelo bioquímico polonês Casimir Funk (1884-1967), que acreditava que esse nutriente fosse uma "amina vital" ao organismo. Hoje, sabemos que nem todas as moléculas de vitaminas apresentam o grupo amino em sua composição. Essas substâncias são essenciais para o metabolismo, exercendo funções importantes, como o fortalecimento dos ossos e o controle da atividade hormonal.

As vitaminas são classificadas em **hidrossolúveis** e **lipossolúveis**, de acordo com suas propriedades físico-químicas. No primeiro grupo estão aquelas que se dissolvem bem em água, mas não em óleos e gorduras, pois têm estrutura altamente polar. Essa característica não permite que as vitaminas do complexo B e a vitamina C sejam armazenadas no organismo. Por isso, elas devem ser obtidas por meio da alimentação, diariamente.

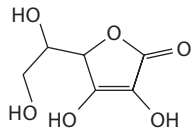
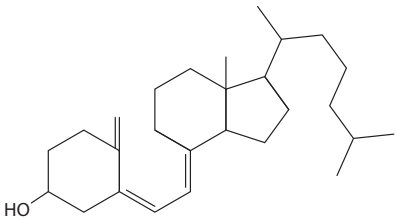
As vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) se dissolvem bem em óleos e gorduras, mas não em água, pois têm estrutura predominantemente apolar. Essas vitaminas são lipídios que não apresentam ácidos graxos em sua composição. Elas podem ser estocadas no tecido adiposo; por isso, o consumo excessivo, acima da ingestão diária recomendada (IDR), leva a quadros clínicos de hipervitaminose. Por exemplo, o excesso de vitamina A pode ocasionar danos ao fígado, aos rins e aos ossos.

MODERNA

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

Na **Tabela 3.5**, podemos conferir um exemplo das duas classes de vitamina, suas principais fontes alimentares, a IDR e os sintomas causados pela ausência desses compostos no organismo (avitaminose).

Tabela 3.5 Alguns exemplos de vitaminas

Nome e fórmula estrutural	Fontes	IDR*
Vitamina C (Ácido ascórbico)  Hidrossolúvel	Frutas cítricas, brócolis, tomate e pimenta.	45 mg
Vitamina D (Colicalciferol)  Lipossolúvel	Ovos, queijo, leite, sardinha, salmão e óleo de peixes.	5 μg (10 μg**)

* Para adultos. ** Para maiores de 65 anos.

Fontes consultadas: BELITZ, H.-D. *Food Chemistry*. 4. ed. rev. e aum. Berlin: Springer, 2009; BRASIL. Ministério da Saúde. *RDC nº 269/2003*. Brasília: Anvisa, 2003.

Ação antioxidante

O envelhecimento e o aparecimento de diversas doenças, como o câncer, estão relacionados com a ação de radicais livres no organismo. O combate aos radicais livres e a prevenção dessas doenças têm sido atribuídos a substâncias encontradas nos alimentos, entre as quais estão algumas vitaminas. Podemos citar a vitamina B2, presente no leite; os terpenoides, como as vitaminas E e K, presentes em grãos e em vegetais escuros; e os carotenoides, como a vitamina A e o licopeno, presentes em alimentos com pigmentação amarela, laranja ou vermelha (pimentão, laranja, abóbora, tomate etc.). Outras classes de substâncias naturais com propriedades antioxidantes são os limonoides, como a limonina, encontrados nas cascas de frutas cítricas; e as antocianinas, como a cianidina, encontradas em vegetais de cores roxa, azul ou violeta (berinjela, uva, cereja, açaí etc.).

Os minerais

A Química dos Alimentos define os **minerais** como os constituintes das cinzas restantes da combustão de tecidos animais e vegetais. Nesse material, os elementos químicos principais são sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cloro (Cl) e fósforo (P), com IDR $>$ 250 mg por dia. Os menos abundantes, ou elementos-traço, são ferro (Fe), iodo (I), flúor (F), zinco (Zn), cobalto (Co) e selênio (Se), entre outros. Todos eles são essenciais e necessários para o bom funcionamento do organismo.

A **Tabela 3.6** apresenta algumas informações sobre os minerais. Nela, vemos que uma pessoa adulta precisa ingerir, em média, 14 mg de ferro por dia. No entanto, para o funcionamento adequado do organismo, apenas cerca de 2 mg são necessários. Como pode ser explicada essa aparente incongruência entre as informações?

Interação entre vitaminas e minerais

A absorção dos minerais não está associada unicamente à quantidade consumida, mas também à **biodisponibilidade** do elemento químico.

O ferro está presente nos alimentos na forma dos íons Fe^{2+} e Fe^{3+}. Entretanto, nosso organismo absorve apenas o cátion bivalente, classificado como biodisponível. A absorção ocorre no intestino delgado, local em que a concentração de íons OH^- é maior do que no estômago. Os íons Fe^{2+} são então oxidados a íons Fe^{3+}, que formam hidróxido de ferro(III), $Fe(OH)_3$, composto insolúvel e que, por isso, não é absorvido pelo organismo. Apenas cerca de 20% a 30% do ferro ingerido por meio do consumo de carnes vermelhas é de fato absorvido.

Tabela 3.6 Alguns minerais essenciais para o nosso organismo

Elemento químico	Presença no organismo (g kg^{-1})	IDR	Funções	Fontes alimentares
Cálcio	20	1 g (1,5 g*)	Constituição dos ossos, contração muscular.	Leite e derivados, sardinha e frutos do mar.
Ferro	0,06	14 mg	Constituinte da hemoglobina (transporte gasoso) e enzimas (catalase).	Carnes, fígado, feijão, lentilhas e vegetais como o espinafre.
Potássio	2	780 mg	Regulação de líquidos corporais, contração muscular.	Carnes, leite, cereais integrais, vegetais.
Sódio	1,5	1,5 g	Regulação dos líquidos corporais, ativador de enzimas (amilase).	Sal de cozinha e alimentos marinhos.

* Para maiores de 65 anos.

Fontes consultadas: BELITZ, H.-D. *Food Chemistry*. 4. ed. rev. e aum. Berlin: Springer, 2009; BRASIL. Ministério da Saúde. *RDC*, n. 269, 2003. Brasília: Anvisa, 2003.

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

MODERNA

A biodisponibilidade do ferro pode ser aumentada se a ingestão de alimentos ricos nesse mineral for acompanhada de alimentos que forneçam vitamina C.

Além de reduzir os íons ferro(III) à sua forma bivalente, a vitamina C também se liga aos íons ferro(II), evitando que sejam oxidados no intestino e garantindo a absorção desse mineral.

Também existem alimentos que reduzem a biodisponibilidade dos minerais. Por exemplo, algumas proteínas presentes na gema dos ovos formam compostos insolúveis com o ferro. Podemos citar também o ácido oxálico ($C_2H_2O_4$), um ácido dicarboxílico que reduz a biodisponibilidade do ferro e do cálcio ingeridos.

Vitaminas e minerais são essenciais e agem em conjunto para o bom funcionamento do organismo. Entretanto, a suplementação desses nutrientes, na forma de comprimidos ou bebidas concentradas, deve ser feita apenas sob orientação de um profissional da saúde habilitado, evitando riscos à saúde.

:: Aditivos alimentares

Os aditivos alimentares são substâncias ou uma mistura de substâncias que não fazem parte da constituição natural dos alimentos, mas são intencionalmente adicionados durante alguma das etapas de produção, processamento, embalagem ou armazenamento. A função desses aditivos é melhorar o valor nutricional, as características sensoriais, o tempo de apresentação e conservação ou a praticidade dos alimentos.

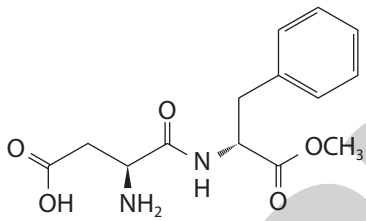
Esse tipo de aditivo não deve ser confundido com os contaminantes de produtos alimentícios, como os antibióticos, remanescentes nas carnes; os defensivos agrícolas, nos vegetais; e as toxinas produzidas por microrganismos, nos processos de degradação.

O valor nutricional de um produto alimentício pode ser incrementado pela adição de vitaminas, minerais e aminoácidos, por exemplo. Já as características organolépticas podem ser alteradas com a adição de aromatizantes, realçadores de sabor, gelificantes, entre outros. Como as características do produto devem se manter inalteradas por um período relativamente longo, são adicionados estabilizantes, umectantes (compostos que evitam o ressecamento), reguladores de acidez, conservantes, etc. Muitas vezes, para efeitos de praticidade, adicionam-se também substâncias que facilitam o preparo do produto, como a gordura vegetal encontrada nas embalagens de milho para pipoca que vão ao forno de micro-ondas.

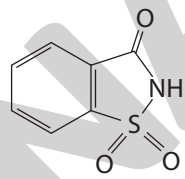
Os edulcorantes são aditivos que conferem ou intensificam o sabor adocicado dos alimentos. Essas substâncias podem ser naturais, como a frutose e o esteviosídeo ($C_{38}H_{60}O_{18}$), ou sintéticas, como o aspartame e a sacarina, e estão presentes na maioria dos produtos destinados às pessoas diabéticas ou que apresentam algum tipo de restrição ao consumo de açúcar comum.

O consumo de um aditivo alimentar não deve, a princípio, acarretar efeitos colaterais aos seres humanos; entretanto, em algumas situações, isso pode ocorrer.

Por exemplo, o aspartame é o éster metílico do dipeptídeo de fenilalanina (Phe) e ácido aspártico (Asp). Indivíduos fenilcetonúricos têm uma deficiência metabólica que os impede de metabolizar a fenilalanina. Nesses indivíduos, a partir de determinada concentração no organismo, esse aminoácido demonstra efeitos tóxicos, podendo levar a danos no sistema nervoso central. No Brasil, a fenilcetonúria é diagnosticada por meio do teste do pezinho, realizado em recém-nascidos. Uma alternativa de edulcorante para os fenilcetonúrios é a sacarina.



(L,L)-Aspartame

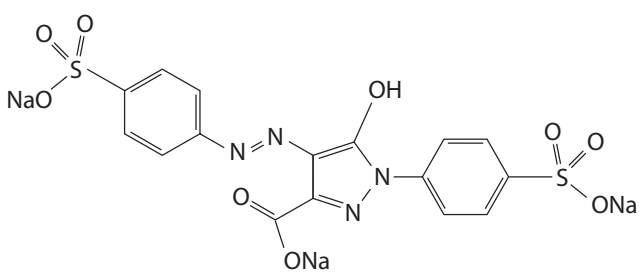


Sacarina

Os conservantes hidroxitolueno butilado ou BHT ($C_{15}H_{24}O$) e hidroxianisol butilado ou BHA ($C_{11}H_{16}O_2$) são antioxidantes sintéticos utilizados em alimentos ultraprocessados e na indústria de cosméticos que apresentam atividade antimicrobiana. No entanto, esses compostos foram associados à inibição da comunicação intercelular, frequentemente relacionada à carcinogênese. Embora essas substâncias possam ser utilizadas em alguns produtos em baixas concentrações preconizadas pelas agências reguladoras, há uma tendência na indústria em substituí-los. Isso se deve, em parte, à pressão exercida pelos consumidores.

Outro conservante, o nitrito de sódio ($NaNO_2$), é encontrado em produtos defumados, como *bacon* e presunto. Ele está associado à formação de metemoglobina, uma variante disfuncional da hemoglobina em que o Fe^{2+} foi oxidado a Fe^{3+}. Portanto, dependendo da concentração de nitrito ingerido, podem-se observar efeitos tóxicos ao organismo.

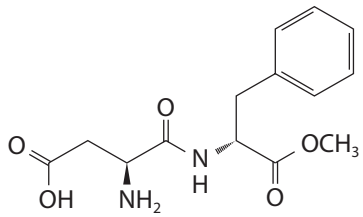
O corante amarelo tartrazina causa reações alérgicas em algumas pessoas, podendo resultar em crises de asma, bronquites e dores de cabeça. A indicação de sua presença deve ser feita em destaque nos rótulos dos produtos alimentares que o contêm, assim como é feito com o glúten e a lactose.



Tartrazina

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

1. O aspartame é um adoçante utilizado como aditivo alimentar em produtos destinados aos diabéticos. Pequenas quantidades dessa substância são suficientes para conferir doçura aos alimentos preparados, visto que ela é cerca de duzentas vezes mais doce que a sacarose. A fórmula estrutural da molécula do aspartame é representada a seguir.



As funções orgânicas presentes na molécula desse adoçante são:

a) ácido carboxílico, amida, amina e éster.

b) amida, amina, cetona e éster.

c) ácido carboxílico, aldeído, amida e amina.

d) ácido carboxílico, amida, amina e éter.

e) amida, amina, cetona e éter.

2. (UFSM-RS) A tecnologia ambiental tem direcionado as indústrias à busca da redução dos desperdícios nos processos de produção. Isso implica a redução ou o reaproveitamento de resíduos. Os resíduos são vistos como desperdício, pois é material que foi comprado e está sendo jogado fora, o que reduz a competitividade econômica de um processo. Dentre os mais estudados em busca de reaproveitamento, estão os resíduos da agroindústria, bagaços, palhas e cascas. Esses componentes integram uma biomassa rica em glicose, frutose e celulose, produtos com alto valor para indústrias químicas e de alimentos. Qual a relação estrutural entre os monossacarídeos citados no texto e a celulose?

a) Glicose e frutose formam a sacarose, que, por sua vez, é o monômero constituinte da celulose.

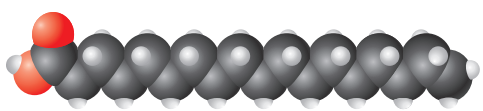
b) A frutose é o monômero formador da celulose.

c) Glicose e frutose são constituintes da celulose.

d) A glicose é o monômero formador da celulose.

e) Glicose, frutose e celulose são monossacarídeos distintos.

3. O ácido esteárico (ácido octadecanoico) é um ácido graxo saturado encontrado em alimentos de origem animal e vegetal que, a 25 °C e 1 atm, apresenta consistência parecida com a das ceras. Esse ácido está representado a seguir. No modelo molecular, os átomos de hidrogênio estão representados na cor branca, os de carbono na cor cinza-escura e os de oxigênio, em vermelho.



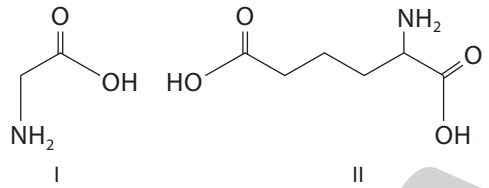
NELSON MATSUDA

(Imagem sem escala; cores-fantasia.)

a) Indique a fórmula molecular do ácido esteárico.

b) Com base em sua estrutura, o que se pode afirmar sobre a solubilidade desse composto em água?

4. Considere as fórmulas estruturais dos aminoácidos a seguir e faça o que se pede.



a) Represente, em seu caderno, a fórmula estrutural dos compostos que podem ser formados pela combinação dos aminoácidos I e II na proporção 1 : 1.

b) Que tipo de ligação ocorre na formação desse composto? Circule ou grife essa ligação no(s) produto(s) formado(s).

5. Leia a tirinha abaixo e responda aos itens.

ALPINO/YAHOOIBRASIL

a) A que se deve a confusão da consumidora?

b) Como se podem classificar as substâncias encontradas no rótulo pela consumidora?

6. O milho recém-colhido de uma plantação apresenta sabor adocicado em razão do açúcar presente em seus grãos. Com o passar do tempo, esse sabor é alterado porque há a conversão enzimática do açúcar em amido. Uma técnica que ajuda na preservação do sabor adocicado do milho consiste em mergulhá-lo, logo após a colheita, em água fervente, depois resfriá-lo e mantê-lo em congelador até o consumo. O fenômeno que explica a eficácia do procedimento para a manutenção do sabor adocicado é a

a) catálise.

b) desnaturação.

c) ligação de hidrogênio.

d) polarização.

7. Uma pessoa toma um copo de leite pela manhã e outro antes de dormir. Cada copo de 200 mL de leite contém 13 g de glicídios, 7 g de proteínas e 6 g de lipídios. Calcule a quantidade de energia

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

MODERNA

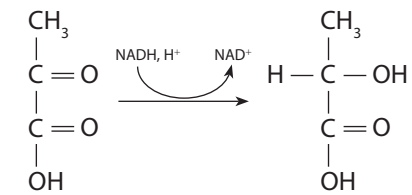
presente nessas duas porções. Em seguida, indique por quanto tempo uma pessoa de 50 kg deve correr para gastar a energia fornecida por dois copos de leite. Consulte na Tabela 3.4 os dados de gasto energético por atividade física e considere que 1 cal equivale a 4,2 J.

8. Uma dúvida sobre as proteínas intriga um grupo de estudantes: como é possível que, a partir de apenas 20 tipos diferentes de aminoácidos, exista uma variedade tão grande de proteínas?

a) Proponha uma explicação para esse fenômeno.

b) A partir dos aminoácidos glicina (Gly), ácido glutâmico (Glu) e fenilalanina (Phe), quantos pentapeptídeos diferentes podem ser formados, considerando que a glicina se repita duas vezes nas estruturas?

9. Todos os glicídios que ingerimos são convertidos, pelo nosso organismo, em glicose, um monossacarídeo. No processo denominado glicólise, ocorre a conversão de glicose em ácido pirúvico, por meio de diversas reações enzimáticas. Em condições de exercício físico anaeróbio (sem presença de gás oxigênio nas células), o ácido pirúvico se transforma em ácido lático. Observe a fórmula estrutural do ácido pirúvico e o esquema que representa a sua conversão em ácido lático e, em seguida, responda aos itens.



Ácido pirúvico — Ácido lático

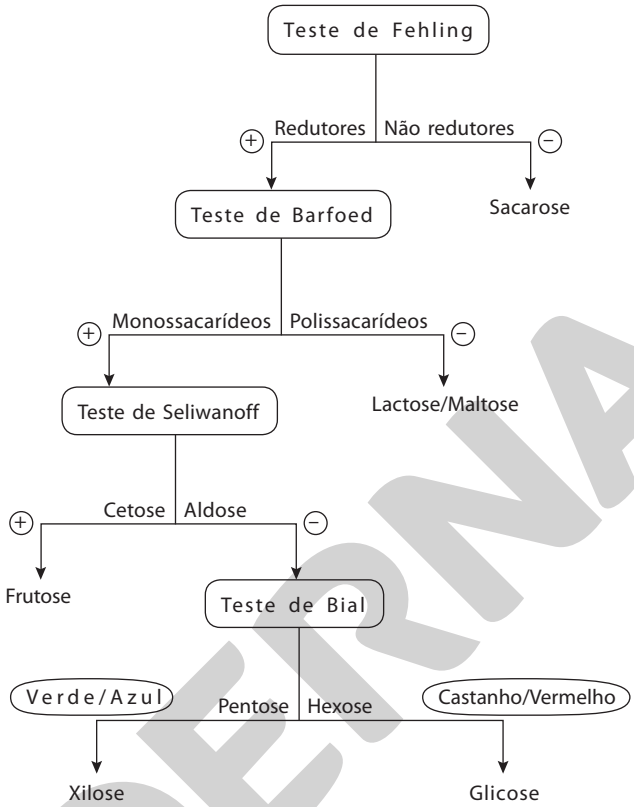
a) Por que ambos os compostos orgânicos têm em sua denominação o termo "ácido"? Justifique a resposta com base nas fórmulas estruturais.

b) Durante a transformação de ácido pirúvico em lático, que grupo funcional orgânico é modificado? O ácido pirúvico é oxidado ou reduzido no processo?

c) Essa reação não ocorre sem a presença do composto NADH (dinucleotídeo de nicotinamida e adenina). Formule uma hipótese que explique a função dessa substância.

d) Considerando que ambos os ácidos são encontrados no meio aquoso em nosso organismo, equacione suas reações de ionização nesse meio.

10. O fluxograma a seguir mostra os resultados de diferentes testes que podem ser empregados para identificar características dos glicídios.



Qual é a única alternativa INCORRETA?

a) Se a análise de uma amostra der um resultado negativo no teste de Fehling, ela contém sacarose.

b) Se a análise de uma amostra der um resultado positivo no teste de Fehling e um resultado negativo no teste de Barfoed, ela contém sacarose, lactose ou maltose.

c) Se a análise de uma amostra der um resultado positivo nos testes de Fehling e de Barfoed e negativo no teste de Seliwanoff, ela pode conter xilose ou glicose.

d) Se a análise de uma amostra der um resultado positivo para o teste de Seliwanoff, ela contém frutose.

e) Uma amostra só conterá glicose se os resultados da análise forem positivos em todos os testes, exceto no teste de Seliwanoff, que deve ter resultado negativo, e se, posteriormente, ela apresentar coloração castanha/vermelha no teste de Bial.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

MODERNA

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

TEMA 4

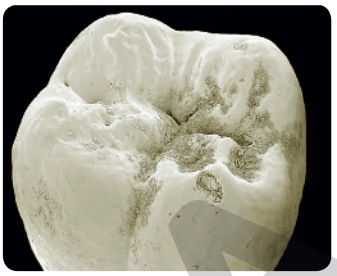
Equilíbrio químico e sistema-tampão

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 2; 5; 6; 8
Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT104; EM13CNT205; EM13CNT307

Os problemas de saúde bucal geralmente se iniciam com alta ingestão de glicídios ou de alimentos cítricos aliada à má higienização da boca. Bactérias existentes na boca fermentam esses glicídios, produzindo substâncias de caráter ácido. Em meio ácido, a hidroxiapatita, que é a biocerâmica que compõe os dentes, pode se dissolver em um processo chamado desmineralização.

Nos adultos, a desmineralização e o processo inverso, a mineralização, ocorrem naturalmente com a mesma rapidez. Porém, em algumas situações, a rapidez da desmineralização pode ser maior que a da mineralização, levando à formação das cáries (**Fig. 4.1**). Evitar o surgimento das cáries, do ponto de vista químico, significa evitar alterações no equilíbrio entre desmineralização/mineralização que favoreçam a rapidez da desmineralização.



DAVID MCCARTHY/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

Figura 4.1 Dente molar com cáries (partes cinza-escuro da superfície). O dente é composto de três camadas: esmalte (superfície branca), dentina e polpa, da mais externa para a mais interna. (Imagem obtida de microscópio eletrônico de varredura e ampliada cerca de quatro vezes.)

A saliva tem influência no processo de desmineralização/mineralização do esmalte, pois ela apresenta uma mistura em proporções adequadas de gás carbônico e íons hidrogenocarbonato dissolvidos (CO_2/HCO_3^-). Esse sistema, denominado **sistema-tampão**, é eficiente para neutralizar parte dos ácidos produzidos na fermentação bacteriana ou ingeridos pela alimentação. Tanto a teoria de Brønsted-Lowry para o caráter ácido-base como o conceito de perturbação do equilíbrio químico são relevantes para o entendimento dessa ação da saliva.

Comente que diversos ácidos orgânicos são produzidos durante o metabolismo bacteriano, sendo predominantes os ácidos lático e acético.

Equilíbrios ácido-base

Um equilíbrio ácido-base é um equilíbrio químico em que participam espécies químicas de caráter ácido e básico. No entanto, os conceitos de ácidos e bases foram se alterando ao longo do tempo. Talvez a primeira associação entre o caráter ácido-base das substâncias e a química dos íons H^+ tenha surgido na teoria da dissociação eletrolítica proposta, em 1887, pelo químico sueco Svante Arrhenius (1859-1927). Essa teoria explicava o processo de neutralização ácido-base como uma reação de adição entre íons $H^+(aq)$, provenientes da ionização do ácido, e $OH^-(aq)$, provenientes da dissociação da base, produzindo $H_2O(l)$. Embora útil, a concepção apresentava limitações, como a restrição ao solvente água, o que abriu espaço para novas teorias ácido-base.

Em 1923, o químico dinamarquês Johannes Brønsted (1879-1947) e o químico inglês Thomas Lowry (1874-1936) propuseram, independentemente, uma definição mais geral que a de Arrhenius, que ficou conhecida como **teoria protônica**. Segundo essa teoria, ácido é a espécie química que doa prótons (H^+) e base é a espécie química que recebe esses prótons, independente da natureza química do solvente.

Ao analisar a ionização do ácido clorídrico em água, representada a seguir (**Fig. 4.2**), observa-se que as moléculas de HCl transferem íons $H^+(aq)$ para moléculas de H_2O, formando íons oxônio (H_3O^+) e cloreto (Cl^-).

$$HCl(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$$

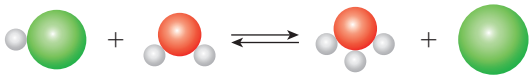


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 4.2 Modelo submicroscópico da ionização do ácido clorídrico em água. (Imagem sem escala; cores-fantasia.) O nome hidrônio, para o cátion H_3O^+, não é aceito pela IUPAC.

Explique aos estudantes que o termo próton, na teoria de Brønsted-Lowry, está associado ao íon H^+. Lembre-os de que o isótopo mais abundante do elemento químico hidrogênio apresenta um próton e um elétron, assim o íon H^+ tem como partícula subatômica apenas um próton.

Para que os conceitos ácido-base, segundo a teoria de Arrhenius, fiquem mais claros, mostre aos estudantes exemplos de reações, em água, de ionização de ácidos, como HNO_3, e de dissociação de bases, como NaOH. A teoria ácido-base de Lewis é abordada na Unidade **Drogas e medicamentos**.

Fique por dentro

Água alcalina não cura nada e nem devolve a juventude

KOWALTOWSKI, A. *Revista Questão de Ciência*, 4 jul. 2019.

O artigo desmistifica a capacidade reguladora do pH sanguíneo pela ingestão de água alcalina.

Disponível em: <https://revistaquestaodeciencia.com.br/questao-de-fato/2019/07/04/agua-alcalina-nao-cura-nada-e-nem-devolve-juventude>.

Política Nacional de Saúde Bucal (PNSB)

Site com artigos, *links* para órgãos públicos, ações afirmativas do governo, legislação e pontos de atendimento e serviços gratuitos para garantir a saúde bucal.

Disponível em: <http://www.saude.gov.br/acoes-e-programas/politica-nacional-de-saude-bucal>.

Acessos em: 31 ago. 2020.

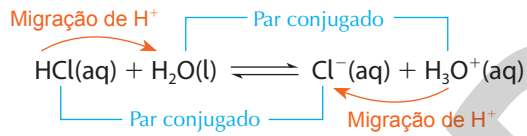
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

A presença de setas invertidas paralelas (⇌) caracteriza a representação de **reações reversíveis**. Nessas reações, em determinadas condições, o produto, assim que é formado, começa a regenerar os reagentes que o produziram. Quando a rapidez de formação dos produtos (reação direta, sentido indicado por →) se torna a mesma que a de regeneração dos reagentes (reação inversa, sentido indicado por ←), dizemos que o sistema está em **equilíbrio químico**. Quando uma reação química reversível atinge o equilíbrio, as concentrações das espécies químicas permanecem constantes, se não houver interferência externa no sistema reacional. Nessa condição, em geral, alterações macroscópicas podem não ser observadas e meias setas invertidas paralelas passam a ser utilizadas (⇌) para representar as reações químicas.

Os fundamentos do equilíbrio químico são abordados na Unidade **Produção e conservação de alimentos**.

Em qualquer equilíbrio ácido-base, tanto a reação direta quanto a reação inversa envolvem a transferência de prótons, segundo a teoria protônica, como vemos na equação química para a ionização do ácido clorídrico. Na reação direta, HCl(aq) comporta-se como um ácido de Brønsted-Lowry, transferindo um próton (H^+) para a água, que se comporta como uma base de Brønsted-Lowry. Na reação inversa, $H_3O^+(aq)$ transfere um próton para $Cl^-(aq)$; logo, nessa reação, $H_3O^+(aq)$ é o ácido e $Cl^-(aq)$ é a base. Portanto, cada ácido tem uma base conjugada, formada pela remoção do próton. De modo semelhante, cada base tem associado a ela um ácido conjugado.



Diferentemente da teoria proposta por Arrhenius, em que ácidos e bases podem ser conceituados isoladamente, pois o que define cada um deles é sua estrutura química, segundo Brønsted e Lowry um ácido e uma base são definidos em função do processo de transferência de prótons. Em outras palavras, uma substância se comportará como um ácido somente se outra substância se comportar simultaneamente como uma base. Note que o caráter ácido-base é relativo na teoria protônica: as substâncias podem se comportar tanto como ácido quanto como base de Brønsted-Lowry, dependendo das outras espécies químicas presentes. Por exemplo, aprendemos que a água se comporta como base na reação com o ácido clorídrico. No entanto, ela se comporta como ácido transferindo H^+ para a amônia, NH_3 (**Fig. 4.3**). Observe a equação química a seguir.

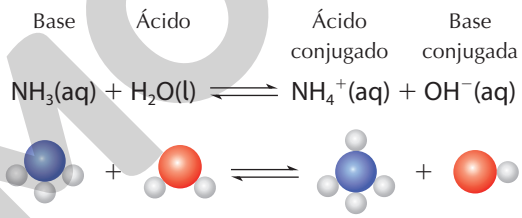


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 4.3 Modelo submicroscópico da ionização da amônia em água. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A autoionização da água e as medidas de pH

Comente que, por questão de simplificação, é comum representar os íons H_3O^+ apenas como $H^+(aq)$.

Uma das propriedades da água é sua capacidade de se ionizar formando íons H^+ e OH^-. Esse processo é chamado **autoionização da água**.

$$H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$$

As reações direta e inversa são extremamente rápidas, e apenas duas de cada 10^9 moléculas estão ionizadas a 25 °C, em qualquer momento. Assim, a água é formada praticamente por moléculas e não por íons.

Se os estudantes já tiverem aprendido forças intermoleculares, conteúdo abordado na Unidade **Explorando o Universo e a vida**, você pode discutir esse aspecto com base na formação de ligações de hidrogênio.

O processo de autoionização da água é um sistema em equilíbrio. Dessa forma, é possível representar a extensão em que a autoionização ocorre por meio de uma constante de equilíbrio (K_c) calculada pela razão entre as concentrações em quantidade de matéria das espécies químicas indicadas como produtos e daquelas indicadas como reagentes, na equação química que representa o sistema em equilíbrio.

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

$$K_c = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

A **concentração em quantidade de matéria** (*c*) indica a quantidade de matéria, em mol, de um soluto – material presente em menor quantidade na mistura – por unidade de volume, em litros, da sua solução. Segundo o Sistema Internacional de Unidades (SI), um **mol** contém exatamente $6{,}02214076 \cdot 10^{23}$ entidades químicas (átomos, moléculas, íons, partículas elementares etc.). Uma forma de representar a concentração em mol L^{-1} de uma espécie química é escrever sua fórmula entre colchetes.

Em sistemas como esse, a água em fase líquida – como solvente – não faz parte da equação de equilíbrio. Assim, podemos determinar a **constante do produto iônico da água** (K_w) por meio do produto entre as concentrações dos íons em solução: $K_w = [H^+][OH^-]$.

A 25 °C, em água pura, $[H^+] = [OH^-] = 1{,}0 \cdot 10^{-7}$ mol L^{-1}. Logo, $K_w = 1{,}0 \cdot 10^{-14}$ nessa temperatura.

À medida que a concentração de um dos íons aumenta, a do outro diminui, de forma que seu produto é sempre $1{,}0 \cdot 10^{-14}$ a 25 °C. Uma solução na qual $[H^+] = [OH^-]$ é conhecida como solução neutra. As soluções ácidas apresentam $[H^+]$ superior a $[OH^-]$, ao contrário das soluções básicas ou alcalinas, que apresentam $[OH^-]$ maior que $[H^+]$.

Verifique a compreensão dos estudantes quanto à ideia de ordem de grandeza.

As concentrações dos íons $H^+(aq)$ em soluções aquosas podem variar em muitas ordens de grandeza. Essas concentrações podem ser expressas em uma escala logarítmica conhecida como **escala de pH** (potencial hidrogeniônico). O pH de uma solução pode ser calculado pelo logaritmo negativo na base 10 da concentração dos íons $H^+(aq)$: $pH = -\log [H^+]$.

Assim, o pH da água a 25 °C é:

$$pH = -\log (1{,}0 \cdot 10^{-7}) \Rightarrow pH = -(\log 1{,}0 + \log 10^{-7}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow pH = 0 - (-7) \therefore pH = 7$$

O sinal negativo na expressão do cálculo do pH indica que, à medida que a concentração de íons $H^+(aq)$ em solução diminui, o valor de pH aumenta.

Chame a atenção dos estudantes para o fato de que log 1,0 é igual a zero, pois $10^0 = 1$.

A concentração de íons $OH^-(aq)$ em solução pode também ser expressa em uma escala logarítmica. O pOH (potencial hidroxiliônico) pode ser calculado por meio da expressão: $pOH = -\log [OH^-]$.

Os valores de pH e pOH estão relacionados de acordo com a expressão da constante do produto iônico da água: $[H^+][OH^-] = K_w$.

Aplicando o logaritmo em ambos os lados, temos:

$$\log ([H^+][OH^-]) = \log K_w \Rightarrow \log [H^+] + \log [OH^-] = \log K_w$$

Multiplicando por -1, ambos os lados, temos:

$$-\log [H^+] - \log [OH^-] = -\log K_w$$

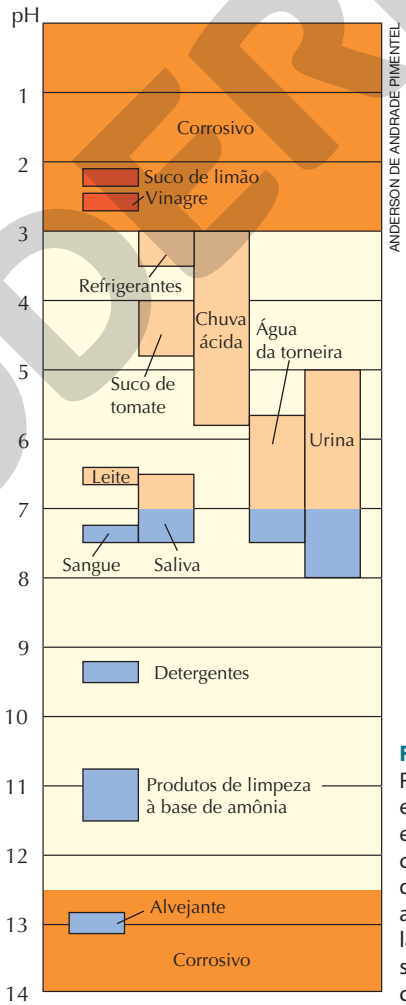
Essa expressão é equivalente a: $pH + pOH = pK_w$.

Como $K_w = 1{,}0 \cdot 10^{-14}$, $pK_w = 14$ a 25 °C. Portanto: pH + pOH = 14 nessa temperatura.

Com base nos cálculos mostrados, perceba que os valores de pH e pOH são complementares: se um deles aumenta, o outro diminui, para que a soma seja sempre 14, a 25 °C. Assim, se uma solução a 25 °C tem pH igual a 1,4, seu valor de pOH é igual a 12,6.

A maior parte das soluções está na faixa de pH entre 0 e 14, mas valores acima e abaixo dessa faixa também são possíveis. Soluções que, a 25 °C, apresentam valor de pH maior que 7 são classificadas como básicas ou alcalinas, e as que têm valor de pH inferior a 7 são ácidas. Nessa temperatura, o pH igual a 7 corresponde a soluções neutras. Portanto, a alta concentração de íons $H^+(aq)$ aumenta as chances de surgimento de cáries, perturbando o equilíbrio químico de desmineralização/mineralização presente no esmalte dos dentes.

A **Figura 4.4** compara os valores de pH de alguns materiais conhecidos.



Fonte consultada:
ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de Química*: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Tradução Ricardo Bicca de Alencastro. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

Figura 4.4
Representação esquemática da escala de pH e faixas com valores de pH de diversas soluções aquosas. As regiões em laranja indicam o pH de soluções consideradas corrosivas.

Note que o vinagre, por exemplo, é cerca de 10.000 (10^4) vezes mais ácido que o leite, pois, como a escala de pH é logarítmica e a de concentrações é linear, a variação de uma unidade no valor de pH corresponde a uma variação de 10^1 unidades no valor da concentração.

Explique aos estudantes que o equilíbrio de autoionização da água também pode ser representado pela equação química: $H_2O(l) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$; $K_w = [H_3O^+][OH^-]$. Comente que o índice inferior, w, vem de *water*, que significa "água", em inglês.

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

MODERNA

Constante de acidez e de basicidade

Grau de ionização é abordado na Unidade **Água**.

Os ácidos podem ser classificados de acordo com sua força. Segundo a teoria de Arrhenius, a diferença entre ácidos fortes e fracos está na extensão de sua ionização quando em solução aquosa e, de acordo com a teoria protônica, está na tendência em transferir íons H^+. Entre os extremos, há muitas situações intermediárias, o que torna útil a determinação de um valor numérico que permita comparações entre os ácidos relativas à sua força. No entanto, do ponto de vista da teoria protônica, essas comparações só podem ser feitas se nas reações a mesma substância for a base. Em geral, adota-se a água, neste caso.

Assim, seja um ácido qualquer representado por HA; seu equilíbrio químico de transferência de íons H^+ para a água (ou de ionização em água) e sua constante de equilíbrio são representados a seguir.

$$HA(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + A^-(aq) \qquad K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

O índice em K_a indica que se refere a um ácido em água. Assim, essa constante é chamada **constante de acidez**. A uma mesma temperatura, quanto maior é a concentração de íons $H^+(aq)$ em solução, maior é o valor de K_a e, portanto, mais forte é o ácido. A **Tabela 4.1** apresenta alguns valores de K_a para comparação.

Se julgar conveniente, aproveite esse momento para abordar o tema nomenclatura de ácidos inorgânicos.

Tabela 4.1 K_a para alguns ácidos de cloro em solução aquosa diluída (25 °C)

Nome	Fórmula	K_a
Ácido hipocloroso	HClO	$4{,}0 \cdot 10^{-8}$
Ácido cloroso	$HClO_2$	$1{,}2 \cdot 10^{-2}$
Ácido perclórico	$HClO_4$	$4{,}0 \cdot 10^{1}$
Ácido clorídrico	HCl	$1{,}0 \cdot 10^{7}$

Fontes consultadas: LIDE, D. R. (editor da versão para internet) *Handbook of Chemistry and Physics*. 96. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016; ATKINS, P.; DE PAULA, J. de. *Physical Chemistry*. 8. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2006.

A mesma análise pode ser feita para determinar a força de uma base, utilizando agora a água como o ácido. Seja B uma base qualquer; seu equilíbrio químico de abstração de íons H^+ da água e sua constante de equilíbrio são representados a seguir.

$$B(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HB^+(aq) + OH^-(aq) \qquad K_b = \frac{[HB^+][OH^-]}{[B]}$$

Nesse caso, K_b é denominada **constante de basicidade**. Quanto maior é a concentração de íons $OH^-(aq)$ em solução, maior é o valor de K_b e, portanto, mais forte é a base.

Relação entre as constantes de equilíbrio ácido-base e o pH

Como foi estudado, o pH indica a concentração de íons $H^+(aq)$ em uma solução. Assim, ele se relaciona com K_a e K_b de forma que, com base no pH de uma solução, é possível calcular a constante de acidez e a constante de basicidade.

Tomemos como exemplo uma solução de ácido metanoico ou fórmico (HCOOH), presente no ferrão de algumas espécies de formigas, cuja concentração inicial seja 0,10 (ou $1{,}0 \cdot 10^{-1}$) mol L^{-1}. A 25 °C, essa solução tem pH igual a 3,0. A concentração de íons $H^+(aq)$ dissolvidos em solução é:

$$pH = -\log [H^+] \Rightarrow 3{,}0 = -\log [H^+] \therefore [H^+] = 1{,}0 \cdot 10^{-3} \text{ mol } L^{-1}$$

Com o valor de $[H^+]$ e a proporção estequiométrica, que vem da equação química balanceada e que, neste caso, é 1 : 1 : 1, é possível calcular o valor de K_a do ácido fórmico a partir do seu equilíbrio de ionização em água, nessas condições.

	$HCOOH(aq)$	$\rightleftharpoons$	$H^+(aq)$	+	$HCOO^-(aq)$
Início	$1{,}0 \cdot 10^{-1}$ mol L^{-1}		0		0
Variação	$-1{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol L^{-1}		$+1{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol L^{-1}		$+1{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol L^{-1}
Equilíbrio	(0,10 – 0,0010) mol L^{-1}		$1{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol L^{-1}		$1{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol L^{-1}

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

MODERNA

A quantidade de ácido fórmico que se ioniza ($1{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol L^{-1}) é muito pequena se comparada à concentração inicial do ácido ($1{,}0 \cdot 10^{-1}$ mol L^{-1}) e, para facilitar os cálculos, podemos desconsiderá-la. No equilíbrio, portanto, a concentração de ácido fórmico é aproximadamente igual a 0,10 mol L^{-1}.

Substituindo os valores obtidos no equilíbrio na expressão da constante de acidez, temos:

$$K_a = \frac{[H^+][HCOO^-]}{[HCOOH]} \Rightarrow K_a = \frac{(1{,}0 \cdot 10^{-3})^2}{1{,}0 \cdot 10^{-1}} \Rightarrow K_a = \frac{1{,}0 \cdot 10^{-6}}{1{,}0 \cdot 10^{-1}} \Rightarrow$$

$$K_a = 1{,}0 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{1} \therefore K_a = 1{,}0 \cdot 10^{-5}$$

Enfatize aos estudantes que as constantes de equilíbrio são tratadas como grandezas adimensionais.

O caminho contrário também é possível, ou seja, pelas constantes de equilíbrio químico podemos calcular o pH de uma solução. Considere, por exemplo, uma solução de amônia 0,15 mol L^{-1}, em que K_b é igual a $1{,}8 \cdot 10^{-5}$ a 25 °C.

	$NH_3(aq)$	+	$H_2O(l)$	$\rightleftharpoons$	$NH_4^+(aq)$	+	$OH^-(aq)$
Início	0,15 mol L^{-1}		—		0		0
Variação	$-x$ mol L^{-1}		—		$+x$ mol L^{-1}		$+x$ mol L^{-1}
Equilíbrio	$(0{,}15 - x)$ mol L^{-1}		—		x mol L^{-1}		x mol L^{-1}

O valor de K_b indica que a amônia é uma base fraca e que, portanto, forma poucos íons em água. Logo, é possível admitir que a concentração de amônia no equilíbrio é praticamente igual à concentração inicial. Dessa forma, substituindo os valores na expressão da constante de basicidade, temos:

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow \frac{x \cdot x}{0{,}15} = 1{,}8 \cdot 10^{-5} \Rightarrow x^2 = 1{,}8 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}15 \Rightarrow x = \sqrt{2{,}7 \cdot 10^{-6}}$$

$$\therefore x \approx 1{,}6 \cdot 10^{-3} \text{ mol } L^{-1}$$

Esclareça aos estudantes que às vezes não é adequado desconsiderar as pequenas quantidades de ionização de ácidos/bases, sendo necessário, nesses casos, resolver a equação de segundo grau completa.

Logo, a concentração de íons $OH^-(aq)$ é igual a $1{,}6 \cdot 10^{-3}$ mol L^{-1}. Assim, temos:

$$pOH = -\log [OH^-] \Rightarrow pOH = -\log (1{,}6 \cdot 10^{-3}) \therefore pOH = 2{,}8$$

$$pH + pOH = 14 \Rightarrow pH + 2{,}8 = 14 \therefore pH = 11{,}2$$

Constante de hidrólise e o pH de soluções salinas

A ligação iônica é estudada na Unidade **Humanos, metais e máquinas**.

Sais são compostos iônicos que podem ser obtidos pela reação de neutralização entre ácidos e bases de Arrhenius após a evaporação da água. O pH de uma solução salina, no entanto, não é necessariamente 7 (meio neutro a 25 °C). Ele depende do caráter ácido ou básico dos íons em solução. Considerando que o sal se dissocia completamente em água, seus íons podem reagir com os íons provenientes da autoionização da água, formando-se um excesso de $H^+(aq)$ ou $OH^-(aq)$. Esse tipo de reação é denominado **hidrólise salina**.

Por exemplo, considere o sal acetato de sódio (CH_3COONa), constituído de íons sódio (Na^+) e acetato (CH_3COO^-). O ânion acetato é a base conjugada (ou par conjugado) do ácido acético (CH_3COOH), um ácido fraco. Já o cátion sódio (Na^+) é proveniente do hidróxido de sódio (NaOH), que é uma base forte. Após dissolução do sal, os ânions acetato ligam-se aos íons $H^+(aq)$ que existem em solução devido à autoionização da água, formando o ácido acético, enquanto o cátion sódio permanece em solução, sem reagir. O processo global é representado a seguir.

$$CH_3COONa(s) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq) + OH^-(aq) + Na^+(aq)$$

Frise que, nesse caso, o ânion reage com a água, formando o ácido fraco de origem. Retomando a teoria de Brønsted-Lowry, mostre que o ânion é a base conjugada do ácido fraco. Se os estudantes apresentarem dificuldade em compreender a equação global, retome a descrição de hidrólise salina apresentada na Unidade **Água**, na qual as reações das várias etapas são demonstradas.

Note que o ânion hidróxido é a base conjugada da água nesta reação ácido-base, como no caso da dissolução da amônia (NH_3) em água, visto anteriormente.

Assim, de acordo com a equação química representada, é possível prever qualitativamente que o acetato de sódio em água deve formar uma solução de caráter básico, pois a concentração de íons hidróxido será maior que a concentração de íons hidrogênio em comparação com o solvente puro. De forma geral, pode-se afirmar que, em solução aquosa:

- cátions que são pares conjugados de bases fortes e ânions que são pares conjugados de ácidos fortes formam soluções neutras (pH = 7), ou seja, o equilíbrio de autoionização da água não é afetado por esses íons;
- cátions que são pares conjugados de bases fortes e ânions que são pares conjugados de ácidos fracos formam soluções básicas (pH > 7);

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

MODERNA

- cátions que são pares conjugados de bases fracas e ânions que são pares conjugados de ácidos fortes formam soluções ácidas (pH < 7).

O equilíbrio químico de hidrólise de um sal também pode ser descrito por uma constante, chamada **constante de hidrólise**, K_h. No caso de ânion genérico $A^-(aq)$ de caráter básico, a reação de hidrólise e a constante de equilíbrio associada a ela podem ser assim representadas:

$$A^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HA(aq) + OH^-(aq)$$

$$K_h = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]}$$

Multiplicando o numerador e o denominador pela concentração de $H^+(aq)$, obtemos a seguinte relação:

$$K_h = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} \cdot \frac{[H^+]}{[H^+]}$$

Reorganizando os termos da expressão matemática, podemos obter a relação entre K_h, K_w e K_a:

$$K_h = \underbrace{[H^+][OH^-]}_{K_w} \cdot \frac{[HA]}{\underbrace{[A^-][H^+]}_{\frac{1}{K_a}}} \therefore K_h = K_w \cdot \frac{1}{K_a}$$

Uma vez que se tenha o valor de K_a, pode-se calcular a concentração de $H^+(aq)$ no equilíbrio e determinar o pH da solução em certa temperatura, conforme estudado no tópico **Relação entre as constantes de equilíbrio ácido-base e o pH**. Note que a constante de hidrólise independe da concentração dos íons e, consequentemente, o pH também.

No caso dos cátions de caráter ácido, utilizamos o mesmo raciocínio para encontrar a relação entre K_h, K_w e K_b:

$$K_h = K_w \cdot \frac{1}{K_b}$$

Com base nessa relação, é possível determinar o valor da concentração de íons $OH^-(aq)$ no equilíbrio, necessário para o cálculo do pH da solução salina.

Para casos de sais formados por íons provenientes de ácido e base fracos, a expressão empregada para inferir o pH dessas soluções relaciona K_h, K_w, K_a e K_b:

$$K_h = \frac{K_w}{K_a K_b}$$

Assim, temos:

- $K_a > K_b \Rightarrow [H^+] > [OH^-] \therefore$ a solução é ácida.
- $K_a < K_b \Rightarrow [H^+] < [OH^-] \therefore$ a solução é básica.
- $K_a = K_b \Rightarrow [H^+] = [OH^-] \therefore$ a solução é neutra.

A **Figura 4.5** compara o caráter ácido-base de soluções aquosas dos sais cloreto de amônio (NH_4Cl), acetato de amônio (CH_3COONH_4) e acetato de sódio (CH_3COONa), respectivamente, utilizando o indicador azul de bromotimol. As soluções desse indicador adquirem coloração amarelada em meio ácido, verde em meio neutro e azul em meio básico.

JUNIOR ROZZO/ROZZO IMAGENS

Figura 4.5 Hidrólise salina. Da esquerda para a direita: soluções aquosas de cloreto de amônio (pH = 5), acetato de amônio (pH = 7) e acetato de sódio (pH = 9). A 25 °C, tanto $K_a(CH_3COOH)$ quanto $K_b(NH_4OH)$ são iguais a $1{,}8 \cdot 10^{-5}$.

Perturbações do equilíbrio ácido-base

Para trabalhar o comportamento dos equilíbrios químicos diante das condições do sistema, sugerimos uma abordagem bioquímica do assunto.

Em um equilíbrio químico, as condições do sistema podem favorecer uma das reações – a direta ou a inversa. O pH do sangue, por exemplo, está dentro de um pequeno intervalo (7,35 a 7,45), que é mantido nessa faixa principalmente graças ao equilíbrio químico entre dióxido de carbono e hidrogenocarbonato:

$$CO_2(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + H^+(aq)$$

Várias situações podem modificar o pH sanguíneo. Durante uma crise de ansiedade, por exemplo, o indivíduo pode passar a respirar de modo ofegante, fazendo com que o organismo libere muito CO_2 para a atmosfera. Para restabelecer o equilíbrio, ou seja, a razão entre as concentrações das espécies químicas expressa pela constante de equilíbrio (K_c), a reação inversa é favorecida. Desse modo, compensa-se a diminuição da concentração de CO_2 pela formação de mais moléculas dessa substância. Em consequência, a concentração dos íons em solução diminui e, com isso, o pH do sangue se eleva. Essa condição é denominada **alcalose**. Inversamente, quando a respiração se torna deficiente, a concentração de CO_2 no sangue aumenta. Para restabelecer o equilíbrio, a reação direta é favorecida. Consequentemente, a concentração dos íons em solução aumenta e, com isso, o pH sanguíneo diminui, condição conhecida por **acidose**.

Observe na **Figura 4.6** que valores de pH acima de 7,45 caracterizam a alcalose, e valores abaixo de 7,35, a acidose. Se o pH do sangue atinge valores acima de 7,95 ou abaixo de 6,85, ocorre morte celular.

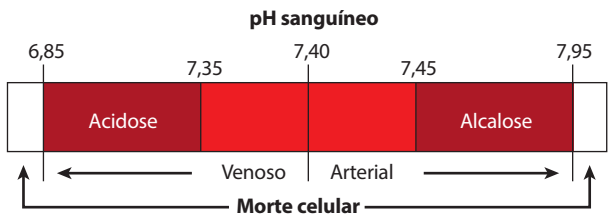


ILUSTRAÇÃO: LUIZ RUBIO

Fonte: LIMA, L. M. (org.). *Exames bioquímicos*: guia prático para o clínico. Rio de Janeiro: Rubio, 2016.

Figura 4.6 Representação esquemática relacionando o intervalo de pH do sangue com algumas condições metabólicas.

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

Para ampliar a discussão, pode-se abordar o trabalho do químico alemão Friedrich W. Ostwald (1853-1932). A expressão matemática elaborada pelo cientista relaciona as duas medidas de força de um ácido (ou de uma base) e permite prever o que deve ocorrer na diluição de monoácidos ou monobases fracos.

Como o pH do sangue afeta o pH intracelular, e vice-versa, a acidose e a alcalose são muito perigosas, podendo levar à morte em alguns minutos. Por isso, é relevante tratar a causa dessa alteração de pH imediatamente. Como se trata de um equilíbrio químico em sistema aberto, nosso organismo procura restabelecer o pH do sangue por meio de dois mecanismos principais: a respiração e a excreção. O controle da respiração permite ajustar a concentração de gás carbônico dissolvido no sangue, e o controle da reabsorção de solutos nos rins possibilita ajustar a concentração sanguínea de hidrogenocarbonato. Em alguns casos, no entanto, a assistência médica torna-se necessária.

Efeito do íon comum

Para compreender melhor como o organismo consegue manter o pH do sangue praticamente constante, vamos analisar um caso de alcalose que tenha surgido da ingestão em excesso de um antiácido como o hidrogenocarbonato de sódio ($NaHCO_3$) em solução aquosa.

Em relação ao sistema-tampão CO_2/HCO_3^-, temos:

$$CO_2(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$

$$K_c = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[CO_2]}$$

Em relação à solução aquosa do antiácido, temos:

$$NaHCO_3(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$

A ingestão de hidrogenocarbonato de sódio ($NaHCO_3$) aumenta a concentração de íons hidrogenocarbonato (HCO_3^-) em solução, interferindo no equilíbrio químico do sistema-tampão. Como a dissolução do sal e do gás carbônico fornecem, em solução, o mesmo ânion, esse efeito é chamado **efeito do íon comum**.

Ao aplicar na expressão da constante de equilíbrio (K_c) os novos valores de concentração em quantidade de matéria após a perturbação do equilíbrio, obtemos o que chamamos de quociente de reação (Q_c). De acordo com a análise do quociente de reação para o equilíbrio ácido-base, depois da ingestão de antiácido, temos $Q_c > K_c$. A nova situação de equilíbrio é alcançada quando Q_c se iguala a K_c, ou seja, quando a concentração de hidrogenocarbonato em solução diminui. Para que isso ocorra, a reação inversa é favorecida, consumindo o excesso de íons HCO_3^- em solução. Note que, nessa nova situação de equilíbrio, as concentrações das substâncias não são iguais às concentrações originais.

Demonstre com exemplos numéricos que, quando o numerador aumenta, o resultado da fração também aumenta e, por isso, $Q_c > K_c$.

A mesma análise pode ser feita para avaliar o efeito da adição de soluções de sal proveniente de base fraca, como uma solução aquosa de cloreto de amônio (NH_4Cl) na ionização em solução aquosa de uma base fraca; no caso, a amônia (NH_3). A concentração de íons em solução diminui com a adição do íon comum proveniente do sal, pois como $Q_c > K_c$ a formação de amônia (reação inversa) é favorecida, consumindo o excesso de íons NH_4^+.

Peça aos estudantes que escrevam as equações químicas que representam a ionização da base e a dissolução do sal, acompanhando a explicação com base nessas equações.

Efeito da diluição

A diminuição da concentração de uma solução é chamada **diluição**. Ela normalmente é caracterizada pela redução do número de partículas do soluto por unidade de volume de solução que se segue, por exemplo, à adição de solvente ao sistema. Quando uma solução ácida ou básica é diluída, há uma perturbação no equilíbrio ácido-base.

Aprendemos anteriormente que o valor de K_a indica a força de um ácido, sendo o mesmo raciocínio aplicado a K_b. Outra medida da força de ácidos e de bases é a porcentagem ou grau de ionização (α):

$$\alpha = \frac{c_{eq}}{c_i} \cdot 100\%$$

em que

c_{eq} = concentração de soluto ionizado no equilíbrio;

c_i = concentração inicial do soluto.

Analise o gráfico (**Fig. 4.7**) que relaciona o grau de ionização de ácidos com sua concentração inicial.

Figura 4.7 Dependência do grau de ionização em relação à concentração inicial do ácido

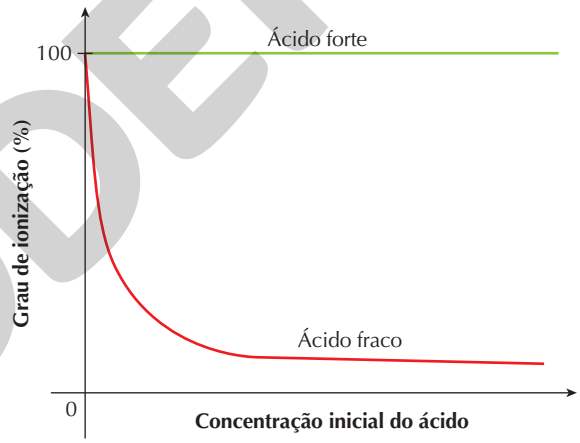


ILUSTRAÇÃO: ADILSON SECCO

Fonte consultada: CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. *Química*. 11. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

Note que, especialmente para os ácidos fracos, o grau de ionização depende da concentração inicial, de maneira que, quanto mais diluída a solução, maior é o grau de ionização. Assim, quando uma solução de ácido ou base fracos é diluída, a reação direta é favorecida de forma que Q_c se iguale a K_c. Ou seja, a maior ionização compensa a diluição, fazendo aumentar a concentração de íons em solução.

Além disso, os dados mostram que, em concentrações muito baixas, mesmo os ácidos fracos estão quase completamente ionizados. Essas observações significam que a comparação da força de ácidos (ou de bases) no que tange ao grau de ionização só é válida se as concentrações de soluto forem iguais, diferentemente de K_a (ou K_b), que independe da concentração. O valor da constante de equilíbrio só depende da temperatura do sistema.

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

EM MODERNA

:: Soluções-tampão

A água pura, a 25 °C, tem pH igual a 7,0; ao adicionar 0,01 mol de ácido clorídrico (HCl) em 1 L de água pura, obtém-se uma solução cujo pH é 2,0. Se essa mesma quantidade de matéria de HCl for adicionada a 1 L de solução contendo 0,1 mol de ácido acético e 0,1 mol de acetato de sódio, cujo pH é 4,74, obtém-se uma solução de pH igual a 4,65. De modo similar, se a essa mesma solução for adicionado 0,01 mol de hidróxido de sódio (NaOH), o pH final da solução será 4,83.

As soluções aquosas que apresentam a característica de manter seu valor de pH quase constante, mesmo com adição de quantidades consideráveis de ácidos fortes e de bases fortes, são chamadas soluções-tampão, ou simplesmente tampão. Elas são particularmente importantes para manter o funcionamento dos processos metabólicos do organismo, pois alterações de pH afetam a estrutura, e consequentemente a função, das proteínas, como estudado no **Tema 3**.

Essa característica das soluções-tampão se deve ao fato de que, em seu equilíbrio, existem tanto espécies químicas de caráter ácido para neutralizar os íons $OH^-(aq)$ como espécies químicas de caráter básico para neutralizar os íons $H^+(aq)$, em concentrações suficientes. As espécies químicas de caráter ácido e básico existentes nessas soluções não devem consumir umas às outras em reações de neutralização. Para isso, as soluções-tampão são constituídas sempre por um par ácido-base conjugado, como hidrogenofosfato (HPO_4^{2-})/di-hidrogenofosfato ($H_2PO_4^-$), por exemplo.

Para determinar o pH de uma solução-tampão, a expressão da constante do equilíbrio de ionização em água de um ácido fraco é rearranjada da seguinte forma:

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \Rightarrow [H^+] = K_a\frac{[HA]}{[A^-]} \Rightarrow -\log[H^+] = -\log K_a - \log\left(\frac{[HA]}{[A^-]}\right)$$

$$\therefore \text{pH} = \text{p}K_a + \log\left(\frac{[A^-]}{[HA]}\right)$$

A expressão obtida é conhecida como **equação de Henderson-Hasselbalch**, pois foi proposta pelo bioquímico estadunidense Lawrence Joseph Henderson (1878-1942) e pelo físico-químico dinamarquês Karl Albert Hasselbalch (1874-1962). A aplicação dessa equação nos permite calcular a proporção entre o par ácido-base conjugado para obter um tampão com pH conhecido ou calcular o pH partindo da proporção das espécies químicas.

Considere, por exemplo, uma solução-tampão que contenha 0,10 mol de ácido acético ($pK_a = 4{,}74$ a 25 °C) e 0,13 mol de acetato de sódio em 1,00 L de solução. O par ácido-base conjugado é CH_3COOH/CH_3COO^-. Aprendemos que um ácido fraco em solução aquosa apresenta apenas uma pequena parte de suas moléculas ionizada; já o sal se dissocia em grande extensão e é a principal fonte dos ânions acetato, que constituem a base conjugada do sistema-tampão. Dessa maneira, podemos considerar as concentrações do ácido acético e do ânion acetato iguais às suas concentrações iniciais, porque a variação das concentrações é mínima entre a etapa inicial e o equilíbrio. Assim:

$$\text{pH} = 4{,}74 + \log\left(\frac{0{,}13}{0{,}10}\right) \Rightarrow \text{pH} = 4{,}74 + 0{,}11 \therefore \text{pH} = 4{,}85$$

Vamos considerar a adição de 0,02 mol de hidróxido de potássio (KOH), uma base forte, a essa solução-tampão, também a 25 °C. Os íons $OH^-(aq)$ adicionados reagem com o ácido acético, diminuindo sua concentração e aumentando a concentração da base conjugada (o ânion acetato). Dessa vez, as variações das concentrações não podem ser desprezadas.

	$CH_3COOH(aq)$	+	$OH^-(aq)$	$\rightleftharpoons$	$H_2O(l)$	+	$CH_3COO^-(aq)$
Início	0,10 mol L^{-1}		0,02 mol L^{-1}		—		0,13 mol L^{-1}
Variação	−0,02 mol L^{-1}		−0,02 mol L^{-1}		—		+0,02 mol L^{-1}
Equilíbrio	0,08 mol L^{-1}		0		—		0,15 mol L^{-1}

Esclareça aos estudantes que os íons $OH^-(aq)$ estão em menor quantidade e, portanto, são totalmente consumidos na reação com o ácido acético.

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log\left(\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}\right) \Rightarrow \text{pH} = 4{,}74 + \log\left(\frac{0{,}15}{0{,}08}\right) \Rightarrow \text{pH} = 4{,}74 + 0{,}27 \therefore \text{pH} = 5{,}01$$

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

Raciocínio semelhante é utilizado para calcular o pH da solução-tampão após a adição de um ácido forte. Vamos considerar a adição de 0,02 mol de ácido nítrico (HNO_3) à solução-tampão inicial do exemplo. Dessa vez, os íons $H^+(aq)$ adicionados reagem com os ânions acetato do sistema, diminuindo a concentração do ânion e aumentando a do ácido fraco.

	$CH_3COO^-(aq)$	+	$H^+(aq)$	$\rightleftharpoons$	$CH_3COOH(aq)$
Início	$0{,}13\ mol\ L^{-1}$		$0{,}02\ mol\ L^{-1}$		$0{,}10\ mol\ L^{-1}$
Variação	$-0{,}02\ mol\ L^{-1}$		$-0{,}02\ mol\ L^{-1}$		$+0{,}02\ mol\ L^{-1}$
Equilíbrio	$0{,}11\ mol\ L^{-1}$		0		$0{,}12\ mol\ L^{-1}$

$$pH = pK_a + \log\left(\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}\right) \Rightarrow pH = 4{,}74 + \log\left(\frac{0{,}11}{0{,}12}\right) \Rightarrow pH = 4{,}74 - 0{,}038 \therefore pH = 4{,}70$$

Esclareça aos estudantes que os íons $H^+(aq)$ estão em menor quantidade e, portanto, são totalmente consumidos na reação com o ânion acetato.

A solução inicial tem pH igual a 4,85. Ao adicionarmos uma pequena quantidade de base forte e de ácido forte, percebemos, pelos cálculos, que a variação no pH é pequena porque o pH final é 5,01, no primeiro caso, e 4,70, no segundo caso. Para avaliar a eficiência do tampão, compare esses resultados com os níveis de acidez que obteríamos se adicionássemos 0,02 mol de KOH e de HNO_3 a 1 L de água a 25 °C: pH = 12 e pH = 2, respectivamente. Ou seja, uma variação de cinco unidades em relação ao valor inicial (pH = 7). Em geral, um tampão é efetivo em compensar adições de ácido e de base fortes enquanto a razão $\frac{[A^-]}{[HA]}$ se mantiver entre 10^{-1} e 10^1, sendo máxima quando ela é igual a 10^0.

Equilíbrio de solubilidade e formação de cáries

Considere a reação de dissolução da hidroxiapatita representada pela equação química a seguir.

$$Ca_5(PO_4)_3(OH)(s) \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} 5\ Ca^{2+}(aq) + 3\ PO_4^{3-}(aq) + OH^-(aq)$$

Nesse equilíbrio, uma das substâncias envolvidas é sólida, e as demais estão em solução aquosa, formando um **sistema heterogêneo**.

Por convenção, a constante de equilíbrio entre um sólido e seus íons dissolvidos é denominada **produto de solubilidade** (K_s) e, para o equilíbrio de desmineralização/mineralização do dente que envolve a hidroxiapatita, é escrita na forma:

$$K_s = [Ca^{2+}]^5[PO_4^{3-}]^3[OH^-] \approx 1{,}0 \cdot 10^{-59}\ (25\ °C)$$

Fonte: LI, P. *et al*. (ed.). *Mineralization in natural and synthetic biomaterials*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

Peça que os estudantes retomem os equilíbrios estudados anteriormente e comparem os coeficientes estequiométricos das equações químicas com as expressões das constantes de equilíbrio.

Note que os valores de concentração em quantidade de matéria dos íons são elevados aos respectivos coeficientes estequiométricos da equação química balanceada. O K_s representa a máxima concentração de íons possível em solução, a uma dada temperatura.

Conforme demonstrado na **Figura 4.8**, quando nos alimentamos com substâncias de caráter ácido ou com glicídios fermentáveis pelas bactérias que habitam nossa boca, o pH bucal cai, em função do aumento da concentração de íons $H^+(aq)$. Esses íons interferem no equilíbrio de desmineralização/mineralização da hidroxiapatita ao reagirem com os íons $OH^-(aq)$, formando $H_2O(l)$. Em consequência dessa reação de neutralização, a concentração de íons $OH^-(aq)$ em solução diminui.

A redução do pH bucal favorece a reação direta, ou seja, a dissolução da hidroxiapatita presente no esmalte dos dentes, desmineralizando-os. Isso os deixa mais vulneráveis ao surgimento de cáries.

O íon fluoreto (F^-) está presente nos cremes dentais, na água de abastecimento ou em uma solução aplicada diretamente pelo dentista. Esse íon interage com íons cálcio e fosfato, formando o composto fluorapatita, $Ca_5(PO_4)_3F$, que modifica a composição do esmalte dos dentes. Seu equilíbrio de solubilidade e a constante associada a ele são representados assim:

$$Ca_5(PO_4)_3F(s) \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} 5\ Ca^{2+}(aq) + 3\ PO_4^{3-}(aq) + F^-(aq)$$

$$K_s = [Ca^{2+}]^5[PO_4^{3-}]^3[F^-] \approx 1{,}0 \cdot 10^{-60}\ (25\ °C)$$

Fonte: LI, P. *et al*. (ed.). *Mineralization in natural and synthetic biomaterials*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

O valor de K_s da fluorapatita é menor que o da hidroxiapatita, indicando que o composto $Ca_5(PO_4)_3F$ apresenta maior tendência a precipitar no dente durante os processos de desmineralização/

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

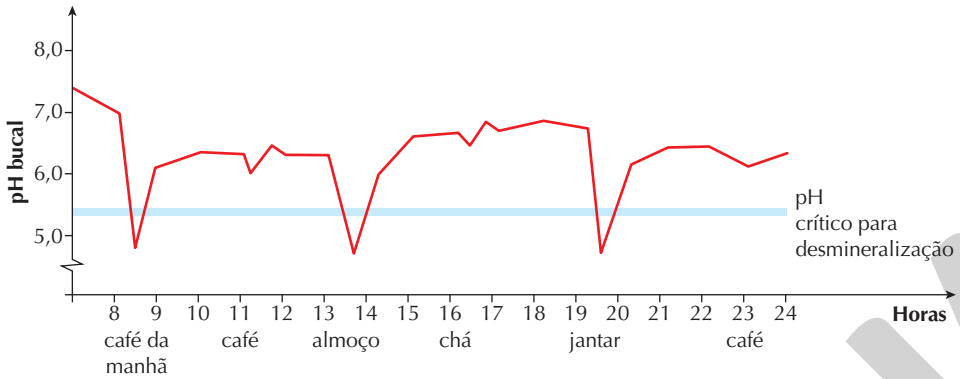
MODERNA

remineralização do que a hidroxiapatita. Na presença de fluorapatita, o pH crítico para a desmineralização dos dentes (**Fig. 4.8**) cai para 4,5. Entre esse valor e 5,5, a dissolução da hidroxiapatita é compensada pela precipitação de fluorapatita, se houver íons fluoreto na cavidade bucal.

Comente que doenças como a bulimia podem reduzir o pH bucal a valores próximos a 1,5.

ILUSTRAÇÃO: ADILSON SECCO

Figura 4.8 Variação do pH bucal em função da rotina alimentar



Fonte: MARSH, P. D.; MARTIN, M. V. *Oral microbiology*. 5. ed. London: Elsevier, 2009.

Sendo assim, a fluoretação da água potável nas estações de tratamento de água é uma medida relativamente barata, de fácil aplicação e de grande eficácia que, pela sua abrangência, diminui o impacto negativo das desigualdades socioeconômicas sobre a saúde bucal da população.

Atividades

Registre em seu caderno

1. Aquários de água doce requerem constante monitoramento do pH, porque a maioria das espécies de peixes e plantas de água doce vive em ambientes naturais que apresentam pH entre 6 e 8; logo, o controle do pH é essencial para garantir a sobrevivência dessas espécies. Se a água do aquário apresentar pH abaixo da faixa ideal, o procedimento indicado para ajustá-lo é adicionar uma substância que em solução aquosa aumenta a concentração de

a) íons H^+, para diminuir o valor de pOH.
b) íons H^+, para diminuir o valor de pH.
c) íons H^+, para aumentar o valor de pOH.
d) íons OH^-, para diminuir o valor de pOH.
e) íons OH^-, para aumentar o valor de pOH.

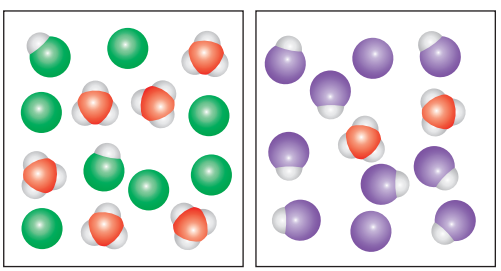
2. (Fuvest-SP) Dependendo do pH do solo, os nutrientes nele existentes podem sofrer transformações químicas que dificultam sua absorção pelas plantas. O quadro mostra algumas dessas transformações, em função do pH do solo.

Elementos presentes nos nutrientes	pH do solo (4 5 6 7 8 9 10 11)
Fósforo	Formação de fosfatos de ferro e de alumínio, pouco solúveis em água (4–6) / Formação de fosfatos de cálcio, pouco solúveis em água (8–11)
Magnésio	Formação de carbonatos pouco solúveis em água (9–11)
Nitrogênio	Redução dos íons nitrato a íons amônio (4–6)
Zinco	Formação de hidróxidos pouco solúveis em água (7–11)

Para que o solo possa fornecer todos os elementos citados na tabela, o seu pH deverá estar entre

a) 4 e 6.
b) 4 e 8.
c) 6 e 7.
d) 6 e 11.
e) 8,5 e 11.

3. Os modelos submicroscópicos a seguir representam a ionização de dois ácidos fracos, identificados como HX e HZ, em solução aquosa, nos quais, por simplificação, as moléculas de água não foram ilustradas. Com base neles, coloque os ácidos em ordem decrescente de K_a.



HX HZ

(Imagens sem escala; cores-fantasia.)

ERICSON GUILHERME LUCIANO

4. A representação esquemática a seguir corresponde a uma reação em meio aquoso. Analise-a e faça o que se pede.

Ácido nítrico + Água $\rightleftharpoons$ Íon oxônio + Íon nitrato

a) Transcreva em seu caderno a equação química utilizando as fórmulas das substâncias.
b) Explique por que podemos classificar as espécies representadas como ácidos e bases de Brønsted-Lowry.
c) Identifique os pares ácido-base conjugada e base-ácido conjugado.

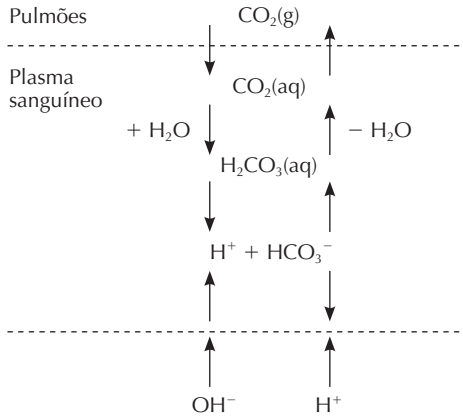
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

5. (Uema) Um sistema-tampão mantém um pH quase constante porque neutraliza pequenas quantidades de ácido ou base adicionadas à solução.

No nosso corpo, o pH é mantido em torno de 7,4 por vários pares de tampões que impedem a acidose (pH sanguíneo abaixo de 7,35) como também a alcalose (pH acima de 7,45), pois a morte pode resultar de aumentos ou de diminuições relativamente pequenas de pH.

Os principais sistemas-tampão do sangue consistem de ácido carbônico (H_2CO_3) e íon hidrogenocarbonato (HCO_3^-) que atuam, conforme o seguinte esquema:



a) Com base no esquema, explique por meio de reação química, o que ocorre com a concentração de CO_2 no sangue, ao se adicionarem íons H^+.

b) As concentrações dos principais sistemas tamponantes do sangue devem estar em equilíbrio, para que o pH do sangue fique dentro dos limites normais. Explique, por meio de reação química, o que ocorre ao equilíbrio quando uma base entra no sangue.

6. A saliva constitui uma solução-tampão capaz de neutralizar o excesso de ácido presente na boca. O pH da saliva apresenta uma variação maior que a variação do pH do sangue; no entanto, para a maioria das pessoas, ela apresenta pH em torno de 6,6 antes das refeições e em torno de 7,2 durante as refeições. Esses valores são mantidos por um sistema que inclui, entre outros tampões, di-hidrogenofosfato e hidrogenofosfato:

$$H_2PO_4^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HPO_4^{2-}(aq) + H_3O^+(aq)$$

Explique, usando o quociente de reação (Q_c), o que ocorre com esse equilíbrio, quando ingerimos alguma substância de caráter ácido.

7. O termo "força" no contexto da comparação entre ácidos ou entre bases não tem relação com o uso que a Física faz dessa palavra. Em Química, ele está relacionado à intensidade de uma propriedade característica dessas espécies químicas. Uma forma bastante adequada de comparar ácidos e bases é analisar as constantes de equilíbrio das reações de transferência de prótons na presença de água.

Ácido	**K_a, 25 °C**
Fluoreto de hidrogênio, HF	$7{,}1 \cdot 10^{-4}$
Amônio, NH_4^+	$5{,}6 \cdot 10^{-10}$
Base	**K_b, 25 °C**
Fluoreto, F^-	$1{,}4 \cdot 10^{-11}$
Amônia, NH_3	$1{,}8 \cdot 10^{-5}$

Fonte consultada: CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. *Química*. 11. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

Uma análise dos dados apresentados na tabela permite afirmar corretamente que

a) a tendência em doar um próton é maior no cátion amônio do que no fluoreto de hidrogênio.

b) a base conjugada do fluoreto de hidrogênio é mais forte do que a base conjugada do íon amônio.

c) a água, ao formar íon oxônio, $H_3O^+(aq)$, em uma reação, é classificada como um ácido pela teoria ácido-base protônica.

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

d) quando o fluoreto de amônio, $NH_4F(s)$, é dissolvido em água, forma-se uma solução de caráter básico.

e) o produto da constante de acidez do fluoreto de hidrogênio e da constante de basicidade do fluoreto é, aproximadamente, igual ao produto iônico da água na mesma temperatura.

8. Uma amostra de vinagre a 25 °C tem pH igual a 3,0. Supondo que o único ácido presente na amostra seja o ácido acético (CH_3COOH, $K_a = 1{,}8 \cdot 10^{-5}$ a 25 °C)

a) calcule a concentração em quantidade de matéria desse ácido no vinagre.

b) explique o que acontece com o valor de K_a e com o valor do grau de ionização do ácido acético, caso essa amostra seja diluída à temperatura constante.

9. Determinado tipo de bactéria precisa estar em um meio cujo pH seja 6,70 ± 0,05 para se desenvolver. Um laboratório começará a cultivar essas bactérias para estudo e, para isso, o estagiário cogita preparar um sistema-tampão com uma solução 0,04 mol L^{-1} de hidrogenofosfato de sódio e 0,08 mol L^{-1} de di-hidrogenofosfato de sódio.

a) Determine o pH dessa solução e justifique se ela atenderá às necessidades do meio para o cultivo da bactéria.

b) Será adicionado 0,01 mol de hidróxido de sódio a 1 L da solução anteriormente preparada. A nova solução atenderá às necessidades do meio para o cultivo da bactéria?

Dados: $pK_a = 6{,}86$; $\log 0{,}50 = -0{,}30$; $\log 0{,}71 = -0{,}15$.

10. No início da década de 2010, pesquisadores da Universidade de Havard, nos Estados Unidos, desenvolveram uma técnica que permite produzir materiais em escala nanométrica com estruturas tridimensionais que lembram flores. Uma etapa do processo envolve a precipitação de carbonato de bário ($BaCO_3$) a partir da reação entre os íons bário em solução e o gás carbônico do ar.

Fonte consultada: PERRY, C. *Beautiful "flowers" self-assemble in a beaker*. 13 maio 2013. Disponível em: <https://www.seas.harvard.edu/news/2013/05/beautiful-flowers-self-assemble-beaker>. Acesso em: 20 ago. 2020.

Suponha que se deseje testar, no desenvolvimento desses nanomateriais, os cátions bário, cálcio e estrôncio. Para isso, foram preparadas a 25 °C soluções aquosas $1{,}0 \cdot 10^{-6}$ mol L^{-1} dos cloretos desses cátions.

Com base no gráfico a seguir,

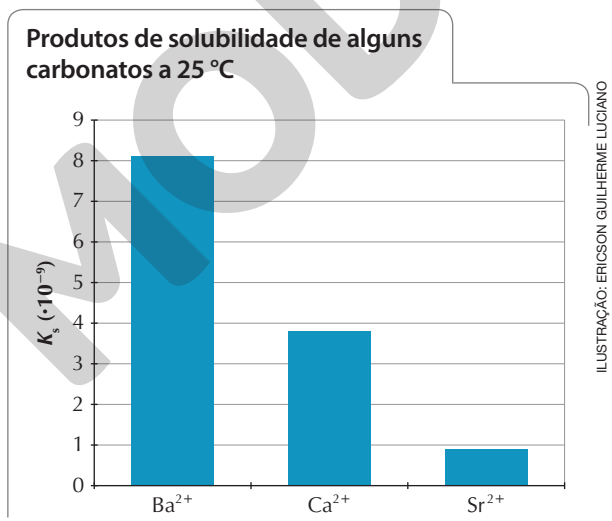


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

a) determine qual carbonato vai cristalizar primeiro.

b) estime a concentração de íons carbonato (CO_3^{2-}) necessária para que os cristais comecem a se formar.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

TEMA 5

Nutrição

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6; 8; 10
Habilidades: EM13CNT104; EM13CNT202; EM13CNT207; EM13CNT306

O conteúdo acerca das formas de transporte através da membrana plasmática é tratado no Tema 3 da Unidade **Energia e vida**.

Todos sabemos que os seres vivos precisam realizar trocas com o meio externo, seja para obter matérias-primas destinadas à construção, à manutenção e ao funcionamento do organismo, seja para eliminar resíduos do trabalho celular.

No caso dos seres unicelulares, a única barreira a ser vencida entre o ambiente e o citoplasma da célula, onde ocorre o metabolismo, é basicamente uma membrana plasmática semipermeável. Através dela, acontecem diversos processos de troca de nutrientes, gases (O_2 e CO_2) e resíduos nitrogenados, entre outras substâncias. Alguns desses processos não requerem energia para ocorrer, falando-se em transporte passivo, caso da difusão simples, da difusão facilitada e da osmose. Há outros, no entanto, em que há gasto de energia, falando-se em transporte ativo.

Além desses mecanismos de transporte através da membrana plasmática, muitos seres unicelulares obtêm seus alimentos ingerindo outros organismos ou partes deles por meio da fagocitose (do grego, *phágo* = comer; *kútos* = célula), processo de ingestão de partículas grandes. O alimento fagocitado fica no interior de uma vesícula, o fagossomo, à qual se une o lisossomo, uma organela citoplasmática que contém enzimas relacionadas com a digestão intracelular. Após essa união, forma-se o fagolisossomo (ou vacúolo digestivo), onde haverá a digestão, com posterior passagem das substâncias digeridas para o citoplasma. Finalizada a digestão, os restos não aproveitados são eliminados da célula por exocitose (**Fig. 5.1**).

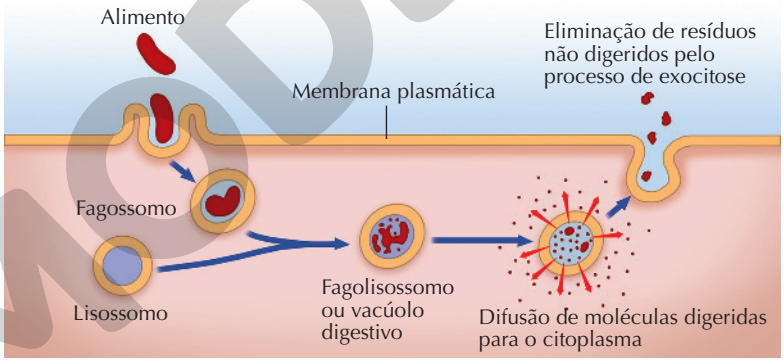


ILUSTRAÇÃO: PAULO MANZI

Fonte: FOWLER, S.; ROUSH, R.; WISE, J. *Concepts of Biology*. Houston: Openstax, 2013.

Figura 5.1 Representação esquemática da fagocitose e da exocitose em um organismo unicelular. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Nos multicelulares, a fagocitose é exercida apenas por células especializadas, como algumas células imunitárias.

Nos multicelulares, devido à distância entre o meio externo e as células individualmente, a alimentação, as trocas de gases e a eliminação de resíduos do metabolismo celular já não podem ocorrer diretamente entre cada célula e o meio. Há, nesses casos, outros mecanismos, que variam nos diferentes grupos. Vamos nos deter aqui no que ocorre no corpo humano, tendo como foco a função de nutrição.

Uma definição bastante abrangente para a nutrição é a de que ela envolve diversas reações químicas e processos fisiológicos que transformam os alimentos em tecidos corporais e em atividades metabólicas. Engloba a ingestão, a digestão e a absorção dos nutrientes, o seu transporte até todas as células do corpo e a remoção dos componentes inúteis e produtos residuais do metabolismo.

Fique por dentro

Guia alimentar para a população brasileira

O documento traz informações a respeito de como ter uma alimentação saudável.

Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf>.

Calculadora de IMC

No *site* é possível calcular o próprio IMC informando a massa corporal e a altura.

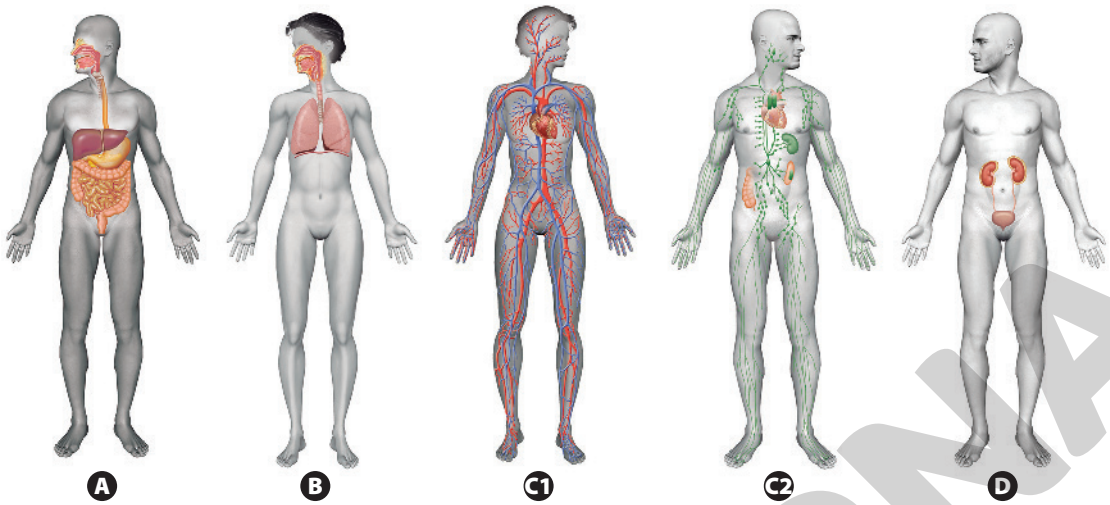
Disponível em: <https://drauziovarella.uol.com.br/obesidade/calculadora-de-imc/>.

Acessos em: 13 ago. 2020.

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

MODERNA

É com base na abrangência dessa definição que, nas seções que se seguem, trataremos dos sistemas que se encarregam de abastecer as células do corpo com nutrientes e oxigênio e coletar resíduos metabólicos, eliminando-os para o meio externo (sistemas digestório, respiratório, cardiovascular e urinário – **Fig. 5.2**). No final, trataremos dos alimentos e de alguns distúrbios nutricionais.



Fonte: TORTORA, G. J.; GRABOWSKI, S. R. *Corpo humano*: fundamentos de Anatomia e Fisiologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

Figura 5.2 Representações esquemáticas do corpo humano mostrando as principais partes dos sistemas: digestório (**A**), respiratório (**B**), cardiovascular (sanguíneo – **C1**; linfático – **C2**) e urinário (**D**). (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

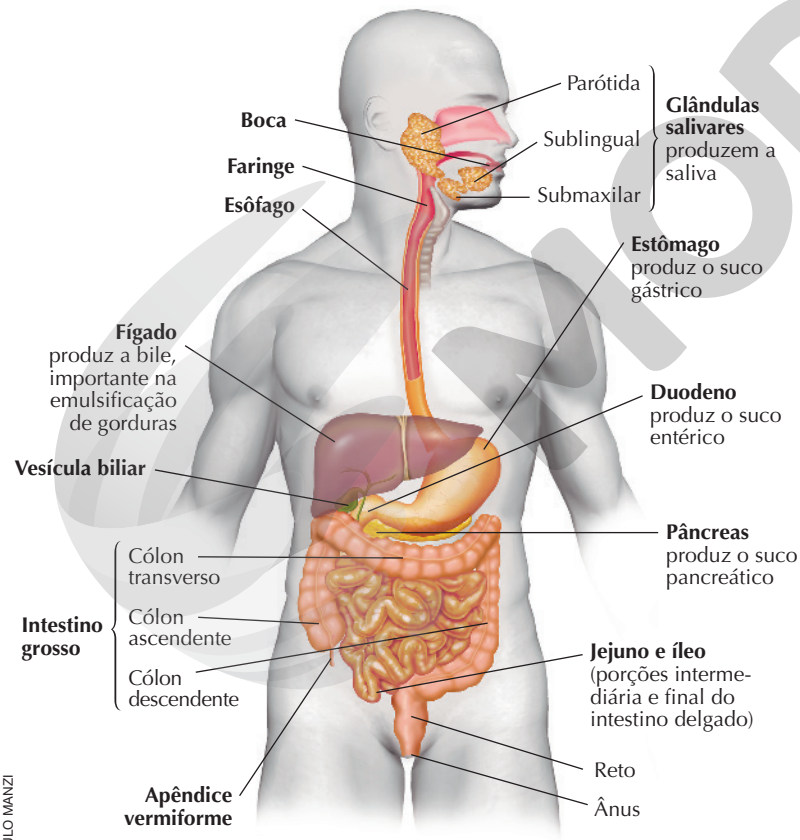
Sistema digestório

Organização e funcionamento

O sistema digestório humano, como o de tantos outros animais, corresponde basicamente a um tubo com regiões especializadas que se inicia na boca e termina no ânus. A esse tubo associam-se glândulas anexas: glândulas salivares, pâncreas e fígado. O objetivo é levar o alimento até órgãos (boca, estômago, intestino) onde entram em contato com os sucos digestivos (**Fig. 5.3**).

O processo de digestão envolve fenômenos físicos e químicos. Os **fenômenos físicos** compreendem a trituração do alimento em partículas menores pela **mastigação** e sua movimentação ao longo do tubo digestório por meio da **deglutição** e do **peristaltismo**. Além disso, eles facilitam a mistura dos alimentos com os sucos digestivos. Os **fenômenos químicos** transformam os alimentos em seus constituintes básicos por meio do rompimento de ligações químicas. Mais adiante apresentaremos um quadro com todas as enzimas digestivas e os locais onde são produzidas e onde agem, além dos compostos formados.

A digestão no ser humano inicia-se na boca enquanto ocorre a mastigação. A enzima digestiva contida na saliva é chamada **ptialina**



Fonte: POSTLETHWAIT, J. H.; HOPSON, J. L. *Modern Biology*. New York: Holt Rinehart & Winston, 2007.

Figura 5.3 Representação esquemática do sistema digestório humano. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZI

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

ou **amilase salivar** e age sobre o amido, degradando-o em glicídios menores, como os oligossacarídeos, e no dissacarídeo maltose. A ptialina é produzida pelas glândulas salivares, cujos ductos se abrem no interior da cavidade bucal descarregando aí a saliva com a enzima e substâncias que levam o pH a aproximadamente 7, nível adequado para a ação da ptialina.

A massa formada pelo alimento mastigado e insalivado é chamada **bolo alimentar**. A língua empurra esse bolo alimentar para a faringe, no processo de deglutição. Por meio de **movimentos peristálticos** da faringe e do esôfago, o alinhamento chega ao estômago.

Na transição entre esôfago e estômago há um anel muscular (**esfíncter da cárdia**) que impede o retorno do alimento para o esôfago. Pessoas cujo esfíncter não fecha completamente apresentam **refluxo**: uma quantidade de suco gástrico reflui para o esôfago, podendo causar lesão nesse órgão. No interior do estômago o bolo alimentar sofre ação da **pepsina**, enzima digestiva produzida por glândulas da parede do estômago que, em pH ácido (entre 1,5 e 2), transforma proteínas em partes menores: polipeptídeos ou **peptonas**. Essa transformação é chamada **quimificação**, pois o bolo alimentar torna-se uma outra massa, denominada **quimo**. A acidez necessária para a ação da pepsina é assegurada pela secreção de ácido clorídrico (HCl) por células do revestimento da parede interna do estômago (mucosa gástrica). Outras células produzem muco, o qual isola a mucosa protegendo-a da ação digestiva do próprio suco gástrico. Certas bactérias (*Helicobacter pylori*) podem comprometer essa proteção levando à gastrite e à úlcera péptica, além de doenças mais graves.

Entre o estômago e o intestino delgado também há um anel muscular, o **esfíncter pilórico**, que se mantém fechado enquanto ocorre a digestão gástrica. Ao ser finalizada, o esfíncter pilórico se abre e, por meio de movimentos peristálticos do estômago, o quimo é empurrado para o duodeno. O esfíncter pilórico, ao se fechar, impede o refluxo do quimo para o estômago durante o processo de digestão no duodeno.

A etapa seguinte no processamento alimentar ocorre no duodeno, primeiro trecho do intestino delgado, com cerca de 25 cm de comprimento, onde o fígado e o pâncreas lançam sucos fundamentais que se juntam às enzimas produzidas no duodeno (**Tabela 5.1**).

O **fígado**, além de inúmeras outras funções importantes, produz cerca de 500 mL a 600 mL de **bile** diariamente, sendo estocada na **vesícula biliar**. A bile é liberada no duodeno e é composta de resíduos do metabolismo do colesterol, da degradação de hemoglobina (bilirrubina), de íons hidrogenocarbonato (conhecido como bicarbonato) e de sais biliares substâncias que emulsionam gorduras. A bile não contém enzimas digestivas, mas sua função na digestão é muito importante, pois emulsiona as gorduras, reduzindo-as a diminutas gotas suspensas em água, o que facilita a ação de enzimas digestivas.

O **pâncreas** produz o suco pancreático, que é lançado no duodeno. Esse suco contém diversas enzimas (**Tabela 5.1**). além de íons hidrogenocarbonato que neutralizam o pH ácido do quimo recém-chegado (pH sobe para perto de 8).

A mucosa do intestino delgado produz várias enzimas digestivas (**Tabela 5.1**) que agem nesse pH ligeiramente alcalino e continuam a digestão (**quilificação**). A massa contendo os produtos da digestão e os resíduos não digeridos é chamada **quilo**. Os componentes nutritivos assimiláveis do quilo são absorvidos ao longo do intestino delgado e do intestino grosso (cólon ascendente e parte do transverso). A absorção no intestino delgado se dá através da mucosa, grandemente facilitada pela presença de inúmeras dobras denominadas vilosidades; em uma escala microscópica cada célula da mucosa apresenta microvilosidades na membrana plasmática voltada para a luz intestinal (**Fig. 5.4**). As vilosidades e as microvilosidades aumentam a superfície da mucosa, facilitando a absorção. Uma vez atravessada a mucosa, a maior parte dos nutrientes passa para os capilares sanguíneos; ácidos graxos de cadeia longa e vitaminas lipossolúveis passam para a linfa e desta para o sangue.

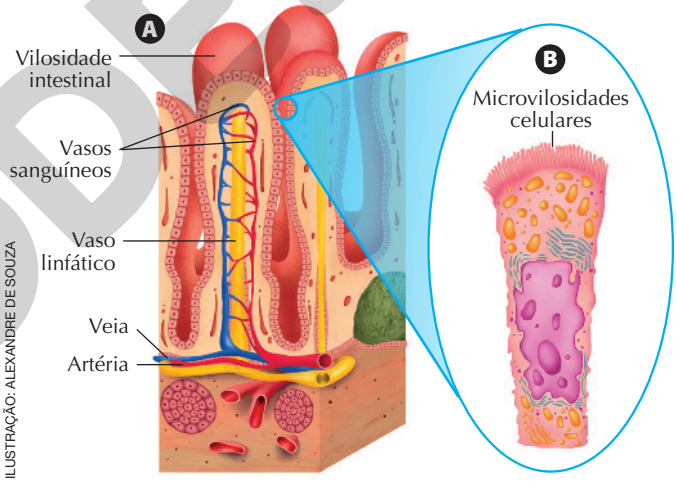


ILUSTRAÇÃO: ALEXANDRE DE SOUZA

Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al. Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

Figura 5.4 Representação esquemática de vilosidades intestinais com os vasos sanguíneos e linfáticos associados **(A)** e, no detalhe, célula da mucosa intestinal com as microvilosidades **(B)**. (Imagens sem escala; cores-fantasia).

A porção final do intestino delgado, o íleo, comunica-se com a porção inicial do intestino grosso, o ceco intestinal, pouco desenvolvido. Nessa junção existe a valva ileocecal, cuja função é impedir o retorno do quilo para o íleo.

Associado ao ceco, está o apêndice vermiforme, uma pequena bolsa estreita e alongada que não tem função ligada à digestão na espécie humana. O intenstino grosso, a seguir, é basicamente dividido em cólon ascendente, cólon transverso, cólon descendente e reto, terminando no ânus. No cólon ascendente e em parte do transverso continua a digestão e a absorção de alguns compostos.

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

MODELO

Na parte final do cólon transverso e no cólon descendente ocorre absorção de água e de minerais, restando apenas os materiais não digeridos – as fezes, eliminadas pelo ânus. No intestino grosso há grande número de bactérias que contribuem para a formação das fezes e para a produção de certas vitaminas, como a K e a B12.

A **Tabela 5.1** apresenta um resumo das principais enzimas digestivas, suas fontes, ação e locais onde agem.

Tabela 5.1 Principais enzimas digestivas humanas

Fontes e funções das principais enzimas digestivas humanas

Enzima	Fonte	Ação	Órgão onde age
Ptialina	Glândulas salivares	Amido → maltose	Boca
Pepsina	Estômago	Proteínas → peptídeos; autocatálise	Estômago
Amilase pancreática	Pâncreas	Amido → maltose	Intestino delgado
Lipase	Pâncreas	Gorduras → ácidos graxos e glicerol	Intestino delgado
Nuclease	Pâncreas	Ácidos nucleicos → nucleotídeos	Intestino delgado
Tripsina	Pâncreas	Proteínas → peptídeos	Intestino delgado
Quimiotripsina	Pâncreas	Proteínas → peptídeos	Intestino delgado
Carboxipeptidase	Pâncreas	Proteínas → peptídeos e aminoácidos	Intestino delgado
Aminopeptidase	Intestino delgado	Proteínas → peptídeos e aminoácidos	Intestino delgado
Dipeptidase	Intestino delgado	Dipeptídeos → aminoácidos	Intestino delgado
Enteroquinase	Intestino delgado	Tripsinogênio → tripsina	Intestino delgado
Maltase	Intestino delgado	Maltose → glicose	Intestino delgado
Lactase	Intestino delgado	Lactose → galactose e glicose	Intestino delgado
Sacarase	Intestino delgado	Sacarose → frutose e glicose	Intestino delgado

Fonte: TORTORA, G. J.; NIELSEN, M. T. *Princípios de Anatomia Humana.* 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

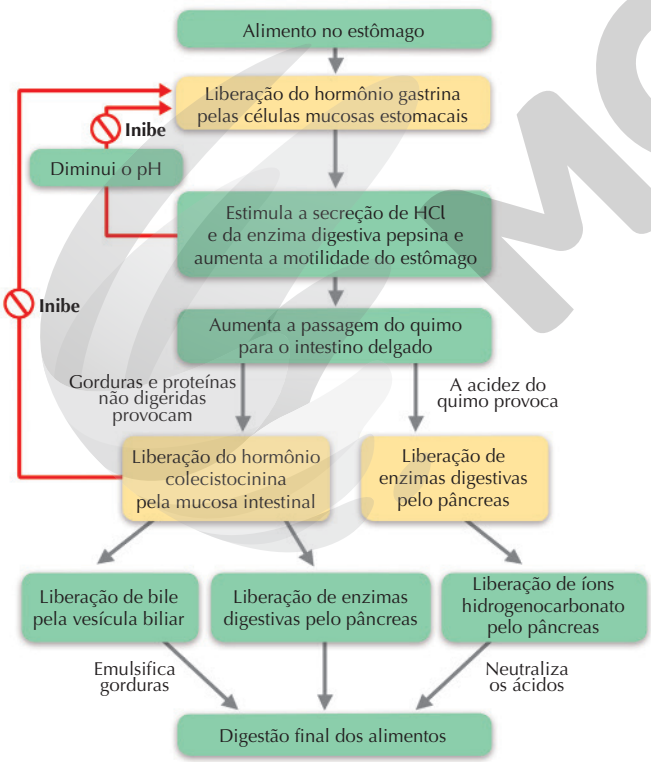


Figura 5.5 Esquema com resumo da ação de alguns hormônios gastrointestinais no processo digestivo.

ILUSTRAÇÃO: PAULO MANZI

Controle dos processos digestivos

Os processos digestivos são controlados pelo sistema nervoso autônomo e por hormônios. Um exemplo de controle autônomo é a produção aumentada de saliva quando pensamos em algum alimento saboroso. O controle hormonal, por sua vez, envolve diversos hormônios agindo em partes e momentos distintos. A **Figura 5.5** resume a ação de alguns hormônios gastrointestinais, mostrando os pontos onde ocorre retroalimentação negativa nesses processos.

Sistema respiratório

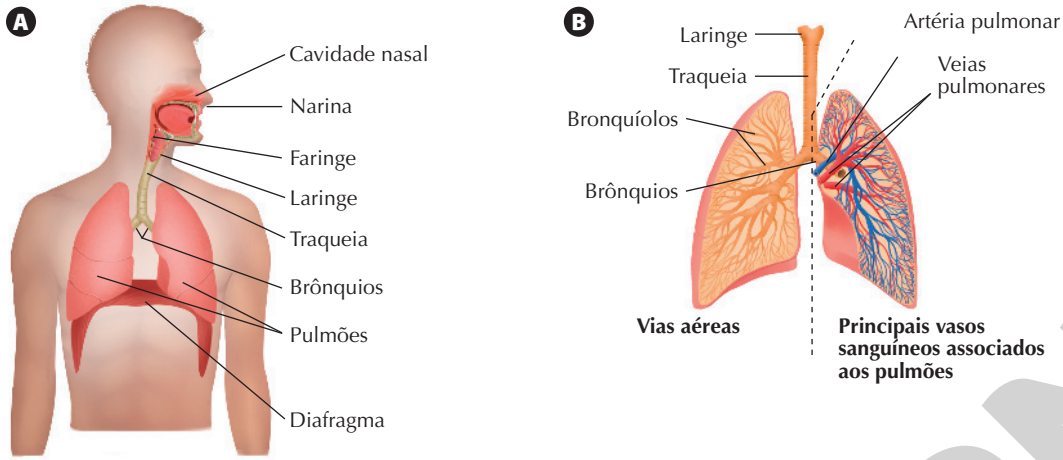
Ao tratar do sistema respiratório estamos seguindo aquela definição mais abrangente de nutrição que propusemos inicialmente. Afinal, o sistema respiratório, assim como o sistema digestório, é responsável pelo processo de nutrição do organismo, uma vez que fornece O_2 e remove o CO_2 proveniente do metabolismo celular. Consideremos que a nutrição, no sentido mais estrito da palavra – alimentação –, não teria sentido se os compostos assimilados não pudessem ser usados para síntese das moléculas mais complexas que formam nosso corpo e para liberação da energia necessária para sustentar o metabolismo, que ocorre por meio da respiração celular.

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

MODERNA

Organização e funcionamento

Uma parte do sistema respiratório está relacionada à condução do ar e é formada pelas vias aéreas, que são: narinas, cavidades nasais, faringe, laringe, traqueia, brônquios e bronquíolos; a outra parte, os alvéolos pulmonares, é aquela em que essas trocas com o sangue efetivamente ocorrem (**Fig. 5.6**). O sistema respiratório, assim como o digestório, também é indissociável do sistema cardiovascular.

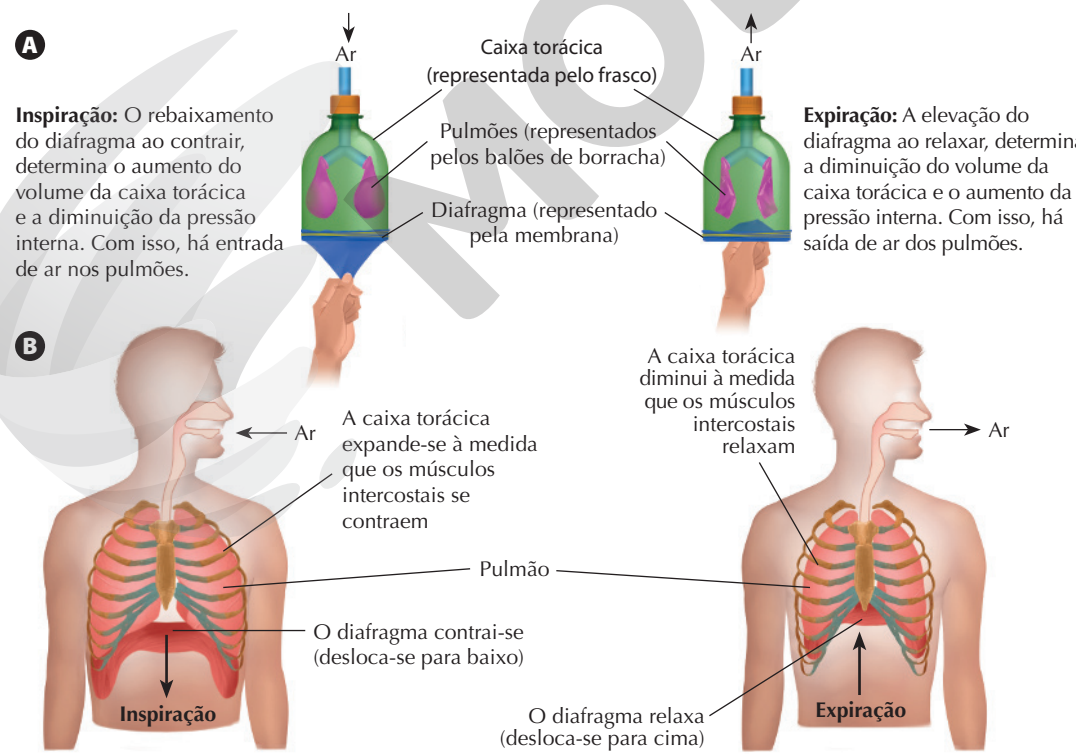


Fontes: CAMPBELL, N. A. *et al. Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008; SOBOTTA, J. *Atlas de Anatomia Humana*. 24. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

Figura 5.6 Representação esquemática do sistema respiratório humano **(A)** e da relação com grandes vasos do sistema cardiovascular nos pulmões **(B)**. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Os órgãos do sistema respiratório dos mamíferos não ficam na cavidade geral do corpo, como em outros grupos de vertebrados pulmonados, mas sim em um compartimento próprio, expansível: a **caixa torácica**. Ela é completamente separada do abdômen por uma estrutura muscular posicionada transversalmente, o **diafragma**. A expansão e a contração da caixa torácica dependem da ação das costelas e dos músculos associados e dos movimentos do diafragma (contraindo-se e abaixando ou relaxando e curvando-se para cima).

Durante a inspiração, o ar passa pelas narinas, cavidade nasal, faringe, laringe, traqueia, brônquios e bronquíolos até chegar aos alvéolos pulmonares. Na expiração o trajeto se inverte. A **figura 5.7** mostra o mecanismo de inspiração e expiração.



Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al. Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

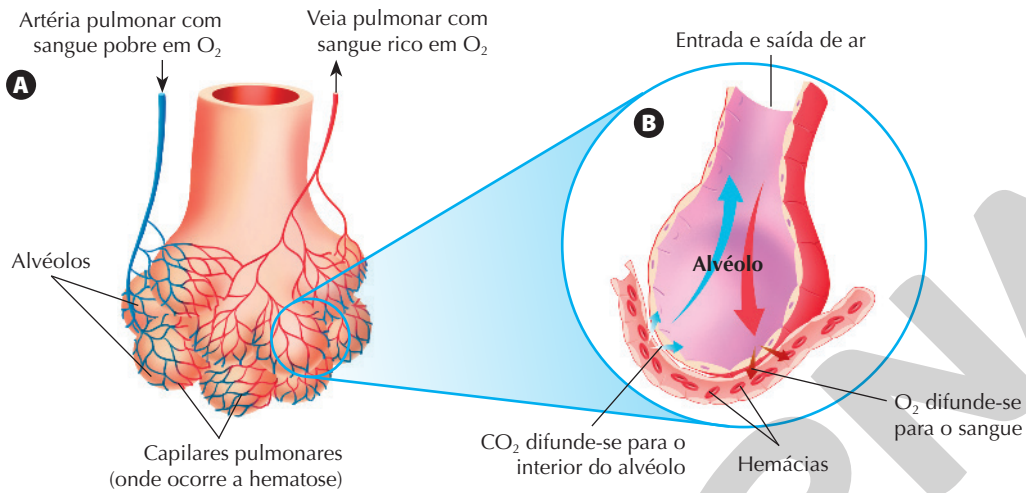
Figura 5.7 Modelo mecânico para ilustrar a ação do diafragma **(A)** e representação esquemática dos mecanismos da inspiração e da expiração como ocorrem no corpo humano **(B)**. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

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

ILUSTRAÇÕES: ALEXANDRE DE SOUZA

Uma vez que o ar chega aos alvéolos, estruturas vascularizadas, com revestimento fino, úmido e permeável aos gases, ocorrem as trocas gasosas por difusão: o CO_2 passa do sangue para o ar e o O_2, do ar para o sangue. A essas trocas entre ar e sangue chamamos **hematose**.

O sangue rico em CO_2 (venoso) chega aos pulmões, vindo do coração, pelas artérias pulmonares; o sangue rico em O_2 (arterial) sai dos pulmões pelas veias pulmonares e vai para o coração, de onde é distribuído para todo o corpo. (**Fig. 5.8**).



ILUSTRAÇÕES: ALEXANDRE DE SOUZA

Fonte: TORTORA, G. J.; NIELSEN, M. T. *Princípios de Anatomia Humana*. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

Figura 5.8 Representação esquemática de hematose nos alvéolos dos pulmões mostrando os capilares que os envolvem **(A)** e um único alvéolo em corte **(B)**. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Quando o O_2 atravessa a parede dos capilares, ele se dissolve no plasma e se difunde para dentro das hemácias (glóbulos vermelhos), associando-se à hemoglobina. Essa associação forma um composto instável: a oxiemoglobina. Nos tecidos, onde o teor plasmático de O_2 sanguíneo é mais baixo por causa do consumo pelas células, a oxiemoglobina se dissocia liberando O_2 no plasma, que então passa para os tecidos.

$$O_2 + Hb \underset{\text{Tecidos}}{\overset{\text{Pulmões}}{\rightleftharpoons}} HbO_2 \text{ (oxiemoglobina)}$$

No caso do CO_2 proveniente dos tecidos do corpo, a maior parte é transportada na forma de íon hidrogenocarbonato em solução no plasma, a partir do qual as moléculas se difundem passando as paredes dos capilares e dos alvéolos, chegando ao ar no interior destes. O restante do CO_2 é transportado dos tecidos para os pulmões na forma associada à hemoglobina (carboemoglobina).

$$CO_2 + Hb \underset{\text{Pulmões}}{\overset{\text{Tecidos}}{\rightleftharpoons}} HbCO_2 \text{ (carboemoglobina)}$$

Controle da respiração

O controle da respiração pode ser voluntário ou involuntário. O controle voluntário depende da nossa vontade. É o caso dos atletas que controlam o ritmo e a profundidade da respiração para melhorar sua *performance*. Esse controle ocorre também quando falamos ou quando prendemos intencionalmente a respiração.

O controle involuntário da respiração, por sua vez, é exercido pelo **bulbo raquidiano** (parte do encéfalo, localizado na região da nuca), a partir da percepção do teor de CO_2 e, secundariamente, de O_2 no sangue. A percepção do teor de CO_2 fica a cargo de quimiorreceptores centrais do bulbo e periféricos, localizados no arco aórtico e nas artérias carótidas, que levam sangue à cabeça. Os quimiorreceptores periféricos também detectam o teor de O_2.

Quando a concentração de CO_2 no sangue aumenta, há uma elevação da acidez e o ritmo respiratório é acelerado por estímulos nervosos do bulbo, favorecendo a ventilação dos alvéolos e a difusão desse gás para fora do sangue. Ao mesmo tempo essa ventilação também melhora a passagem do O_2 para o sangue. Quando há falta de O_2, o efeito é o mesmo. Outros fatores, como susto, raiva ou excitação, também influenciam a frequência respiratória.

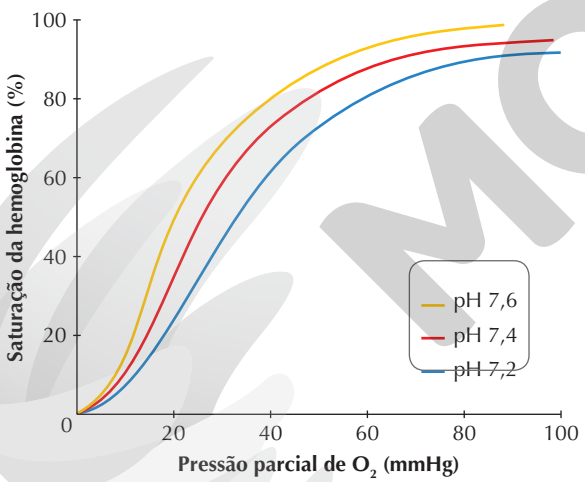
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Curva de dissociação de hemoglobina – O_2

Um dos aspectos em relação à hemoglobina é que a afinidade pelo O_2 varia de acordo com o teor de O_2 dissolvido no interior das hemácias e no plasma sanguíneo, ou seja, a **pressão parcial de O_2**. A solubilidade do O_2 é bastante baixa; assim, a maior parte dele (cerca de 98%) é transportada com a hemoglobina. Nessa condição, cada litro de sangue pode transportar pouco mais que 20 mL de O_2.

Mas há uma questão importante. Se a oxiemoglobina fosse estável, o O_2 não se desprenderia nos tecidos, permanecendo ligado à hemoglobina. Para o transporte funcionar, é necessário que a hemoglobina se ligue ao O_2 onde ele estiver em maior concentração (pulmões) e se desligue desse gás onde a concentração estiver menor (tecidos). Então, quando o teor de O_2 dissolvido é grande, a afinidade da hemoglobina pelo O_2 é alta e, com isso, a maior parte das moléculas presentes aparece na forma de oxiemoglobina. Mas, quando o teor é baixo, a afinidade química pelo O_2 diminui e a oxiemoglobina libera esse gás. O percentual de moléculas de hemoglobina ligadas ao O_2 é chamado **porcentagem de saturação** e varia com a pressão parcial de O_2 e com o pH, como representado na **Figura 5.9**.

Figura 5.9 Curva de saturação da hemoglobina em diferentes pH



Fonte: BETTS, J. G. *et al. Anatomy and Physiology*. Houston: OpenStax, 2013. Disponível em: <https://openstax.org/books/anatomy-and-physiology/pages/22-5-transport-of-gases>. Acesso em: 14 ago. 2020.

De acordo com o gráfico, quanto maior o teor de CO_2 dissolvido, mais se reduz o pH e menor fica a afinidade da hemoglobina pelo O_2 em qualquer pressão parcial desse gás. Em condições de repouso (curva vermelha), o pH do sangue é 7,4, mas durante a prática esportiva (curva azul), ele se reduz para 7,2 nos tecidos, favorecendo a liberação do O_2 da oxiemoglobina. A hiperventilação (curva amarela), por sua vez, elimina CO_2 mais eficientemente e, com isso, o pH tende a elevar-se um pouco, ou seja, fica favorecida a captação de O_2.

Sistema cardiovascular

O sistema cardiovascular faz a distribuição de água, O_2, nutrientes e inúmeros compostos produzidos pelo próprio corpo, como os hormônios. Ele também capta resíduos do metabolismo celular.

O sistema cardiovascular é formado por dois componentes ou distritos: o **distrito sanguíneo** (sistema vascular sanguíneo ou sistema circulatório) e o **distrito linfático** (sistema linfático), que se inter-relacionam.

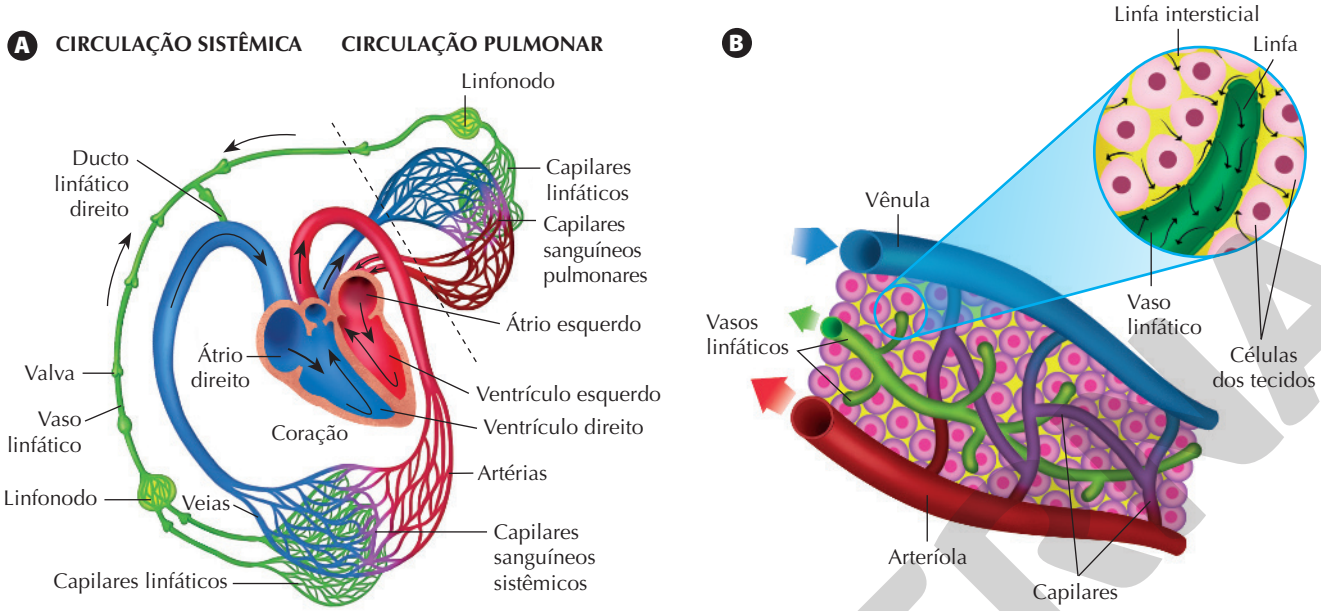
No distrito sanguíneo o **coração**, um órgão muscular, bombeia o sangue com força e pressão para as **artérias**, vasos de grande calibre, que o leva para vasos menores, as **arteríolas**, até chegar aos **capilares**, vasos com calibre microscópico, onde ocorrem as trocas entre o sangue e os tecidos do corpo. Dos capilares o sangue passa para vasos de maior calibre, as **vênulas**, e daí para vasos de calibre ainda maior, as **veias**, até chegar ao coração. Em um ciclo completo da circulação, o sangue passa duas vezes pelo coração, o que restabelece a pressão dentro do sistema. Nesse ciclo, temos, então, a **pequena circulação** ou **circulação pulmonar** e a **grande circulação** ou **circulação sistêmica**. A pequena circulação ocorre entre o coração e os pulmões. Nela, o sangue sai venoso do coração, é arterializado nos pulmões e retorna arterial ao coração. Já a grande circulação ocorre entre o coração e o restante do corpo. Nesse caso, o sangue sai arterial do coração, oxigena as várias partes do corpo e retorna venoso ao coração.

O sentido da circulação é mantido por valvas presentes no coração e em veias, impedindo o reflexo do sangue. No coração há valvas entre os átrios e os ventrículos, na saída da artéria pulmonar e da artéria aorta.

Enquanto no distrito sanguíneo há a circulação do sangue, no linfático não há uma circulação propriamente dita, mas apenas a coleta do líquido intercelular (intersticial ou extracelular) dos tecidos, que, ao passar para os capilares linfáticos, compõe a **linfa**. Esta é lançada na circulação sanguínea na junção das veias subclávia e jugular na altura do coração. O líquido intercelular corresponde à parte do plasma que sai através das paredes da parte arterial dos capilares e entra diretamente em contato com as membranas plasmáticas das células do corpo, levando também muitas moléculas nutritivas. Os capilares linfáticos são vasos de fundo cego, servindo como coletores de parte desse líquido; a maior parte dele, no entanto, é reabsorvida no trecho venoso dos capilares, retornando para o sangue.

Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.
ERICSON GUILHERME LUCIANO
MODERNA

O sistema linfático também participa do processo de absorção de certos lipídios e vitaminas lipossolúveis nas microvilosidades intestinais, como já mencionamos. Essas substâncias passam para a linfa e são levadas até o sangue, entrando no sistema circulatório. Ao longo do trajeto da linfa, ela passa por vários linfonodos, importantes nos mecanismos de defesa imunitária. O sentido de movimentação da linfa em direção ao sistema sanguíneo é mantido por meio de valvas nos vasos linfáticos (**Fig. 5.10**).



ILUSTRAÇÕES: ALEXANDRE DE SOUZA

Fonte: TORTORA, G. J.; GRABOWSKI, S. R. *Corpo humano*: fundamentos de Anatomia e Fisiologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

Figura 5.10 Representação esquemática da relação entre o distrito sanguíneo e o distrito linfático **(A)** e da relação entre células dos tecidos, líquido intersticial, linfa, capilares linfáticos em fundo cego e vasos sanguíneos **(B)**. As setas indicam o sentido da movimentação desses fluidos. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Pressão sanguínea

A pressão no interior dos vasos do sistema cardiovascular considerada normal é da ordem de 12 por 8. Esses valores representam, respectivamente, a pressão sistólica, medida no momento da contração ou sístole dos ventrículos (120 milímetros de mercúrio ou 120 mmHg), e a pressão diastólica, medida durante o relaxamento ou diástole dos ventrículos (80 mmHg).

A pressão sanguínea pode sofrer alterações em razão de diversos fatores, entre eles o diâmetro dos vasos, o volume de fluido circulante e certos hábitos de vida da pessoa.

A pressão consistentemente alta, em geral com valores iguais ou maiores que 140 mmHg e 90 mmHg, caracteriza hipertensão arterial, condição considerada fator de risco para outros problemas de saúde, como acidente vascular cerebral hemorrágico (AVC), insuficiência renal e cardíaca, aneurisma e enfarte.

Além da predisposição genética, alguns fatores que levam à hipertensão arterial são sedentarismo, tabagismo e consumo elevado de sódio, bebidas alcoólicas e obesidade.

Há casos, no entanto, em que a pressão arterial fica consistentemente abaixo de 9 por 6, o que caracteriza a hipotensão arterial. Isso pode ocorrer em determinadas situações, como desidratação (pois há redução do volume do sangue), excesso de calor (pois há dilatação dos vasos) e jejum prolongado. As pessoas com pressão baixa ou hipotensas sentem fraqueza, tonturas e podem desmaiar.

Sistema urinário

O sistema urinário faz a manutenção do equilíbrio osmótico do corpo ao regular as quantidades de água e minerais (**osmorregulação**). Além disso, é fundamental na eliminação da ureia, principal excreta nitrogenada humana, produzida no fígado a partir das aminas liberadas pela desaminação dos aminoácidos durante o metabolismo das proteínas. Ao regular a quantidade de água que há em nosso corpo, o sistema urinário afeta diretamente a pressão sanguínea.

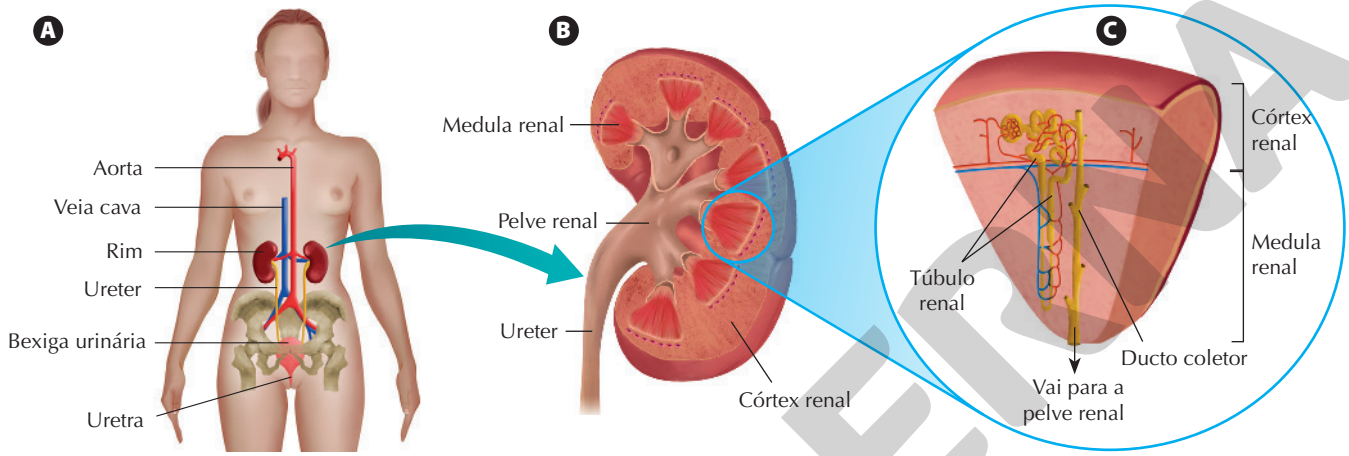
No sistema urinário, o sangue passa sob pressão em capilares onde parte do plasma extravasa com excretas juntamente com solutos nutritivos e água (produção do filtrado), recuperando em seguida o que não é para ser eliminado (reabsorção). A solução com todos os compostos não reabsorvidos, a **urina**, é então eliminada para o meio externo.

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

Organização e funcionamento

O sistema urinário é composto pelos dois **rins**, órgãos em formato de grão de feijão situados dorsalmente na cavidade abdominal, que se ligam à **bexiga urinária** por meio de dois ductos, chamados **ureteres**, que se prolongam a partir das pelves renais. A bexiga, um órgão bastante expansível, liga-se ao meio externo por um terceiro ducto, a **uretra**. As pelves, os ureteres, a bexiga e a uretra formam as **vias uriníferas**.

Os rins recebem sangue através das artérias renais, que partem diretamente da aorta em sua região abdominal. O sangue se distribui para as unidades renais e daí para as veias renais, ligadas, também diretamente, à veia cava inferior (**Fig. 5.11 A**). Se cortarmos um rim longitudinalmente, veremos que há uma região periférica, o **córtex renal**, diferenciada de uma região mais interna, a **medula renal** (**Fig. 5.11 B**). No interior dos rins, tanto no córtex quanto na medula, estão arranjados os **nefros** (**Fig. 5.11 C**), que são as unidades funcionais do sistema urinário que convergem para as pelves renais.



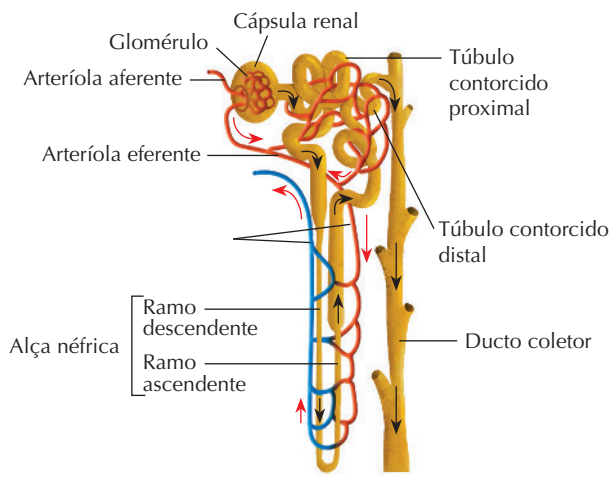
Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al. Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

Figura 5.11 Representação esquemática da organização do sistema urinário e grandes vasos associados, bem como dos ossos da região da bacia **(A)**; da estrutura interna do rim em corte longitudinal mediano **(B)**; e detalhe da disposição de um nefro (em amarelo) **(C)**. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Cada nefro corresponde a um longo túbulo com uma extremidade fechada, inflada e abaulada, formando a **cápsula renal**, que envolve completamente um pequeno "novelo" de vasos capilares – o **glomérulo renal**. O sangue chega em cada glomérulo por uma **arteríola aferente** e sai por uma **arteríola eferente**. A pressão arterial faz as substâncias dissolvidas no plasma passarem dos capilares do glomérulo para a cápsula renal, formando o **filtrado glomerular**. A arteríola eferente se ramifica em uma pequena rede de capilares que envolve todo o túbulo renal (**capilares peritubulares**) e depois continua em uma vênula renal. As vênulas dos diversos nefros convergem para a veia renal e cava inferior.

Depois da cápsula renal, o túbulo de cada nefro apresenta três regiões distintas: túbulo proximal, alça néfrica (conhecida antigamente como alça de Henle) e túbulo distal. Nas partes proximal e distal, o túbulo é muito dobrado, enquanto na alça néfrica é mais distendido. Em cada rim, os túbulos renais de muitos nefros convergem para ductos coletores e estes para a pélvis renal, drenada pelo ureter (**Fig. 5.12**).

Uma vez dentro da cápsula renal, o filtrado glomerular, cuja composição é similar à do plasma sanguíneo (mas sem as moléculas maiores que não passam através da parede capilar), inicia seu percurso ao longo do túbulo, cujas paredes vão gradualmente recuperando, ou seja, reabsorvendo para o interior dos capilares, as substâncias que não podem ser descartadas: quase toda a água e açúcares, certos íons, aminoácidos, vitaminas e outros nutrientes orgânicos.



Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al. Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

Figura 5.12 Representação esquemática da estrutura do nefro em detalhe. As setas vermelhas e pretas indicam, respectivamente, o sentido do sangue e da urina em formação. Note o glomérulo renal totalmente envolvido pela cápsula renal, visto por transparência. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: ALEXANDRE DE SOUZA

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

MODELO

Do **túbulo proximal** íons como sódio e potássio são ativamente transportados, primeiramente para fora do túbulo e dele para o interior dos capilares peritubulares que o envolvem. Ao mesmo tempo, parte da água segue por osmose, sempre em direção à região de maior concentração (meio externo do túbulo). A glicose, os aminoácidos e outros compostos são recuperados ativa ou passivamente, voltando ao sangue. Com a saída de água, a concentração do fluido dentro do túbulo aumenta, enquanto o volume diminui. A ureia, as drogas e outras toxinas processadas no fígado, de forma geral, permanecem dentro do túbulo.

A **alça néfrica**, também envolvida por capilares peritubulares, apresenta formato de "U". Na metade inicial fica o **ramo descendente** da alça, na outra, o **ramo ascendente**, que se prolonga no túbulo distal. As paredes da alça descendente são pouco permeáveis aos íons, porém muito permeáveis à água, que continua a passar para os capilares por osmose; o resultado é o aumento ainda maior da concentração de solutos (entre eles os sais) do fluido interno do túbulo. No ramo ascendente o padrão de permeabilidade se inverte: as paredes têm muitos canais para íons, mas poucos para água, em relação à qual são quase impermeáveis. Saindo íons, e não a água, o resultado é a diminuição da concentração do fluido que passa ao túbulo distal.

No **túbulo distal** ocorrem transferências controladas dos íons sódio e potássio, fundamentais para o equilíbrio de concentrações deles no sangue em geral. Então, a urina em formação segue para o **ducto coletor**, onde a concentração final da urina é regulada. Isso ocorre graças à ação de hormônios sobre a permeabilidade das paredes do ducto em relação à água e aos íons. Quando a permeabilidade à água aumenta, a urina torna-se mais concentrada; quando diminui, ao mesmo tempo que aumenta a perda de íons para os capilares, torna-se mais diluída.

Regulação da função renal

A ação hormonal relaciona a função renal com o balanço hídrico e com a pressão arterial. O mecanismo mais simples é a ação do **hormônio antidiurético** (ADH) ou **vasopressina**, produzido no hipotálamo e armazenado na hipófise. Quando a pessoa bebe pouca água e os fluidos corporais estão mais concentrados, a secreção de ADH é estimulada, provocando um aumento da permeabilidade do túbulo distal e principalmente do ducto coletor. Isso intensifica a reabsorção de água quando sua disponibilidade é baixa. A urina então fica com menor volume e se torna mais concentrada. Por outro lado, quando a pessoa ingere bastante água, os fluidos corporais tendem a ficar mais diluídos, e isso diminui a secreção do ADH e, consequentemente, a permeabilidade do ducto coletor diminui e a água permanece na urina, que aumenta em volume e se torna mais diluída.

Outro mecanismo de regulação é o chamado **sistema renina-angiotensina-aldosterona** (SRAA) (**Fig. 5.13**).

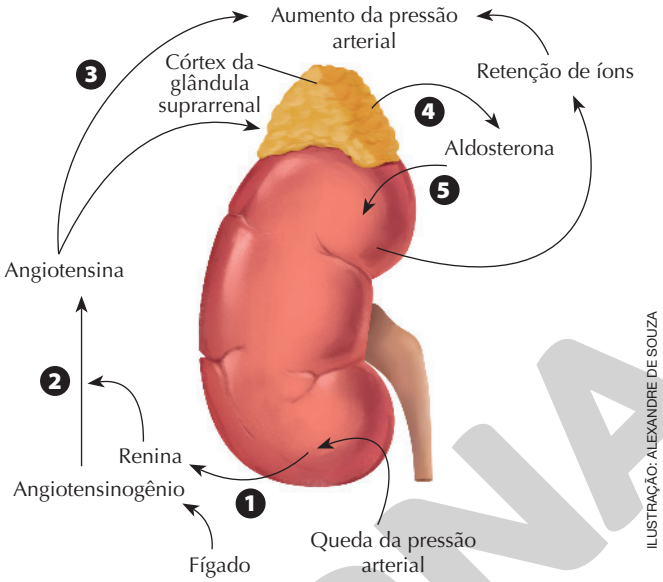


ILUSTRAÇÃO: ALEXANDRE DE SOUZA

1. A queda da pressão arterial estimula os rins a produzir renina.
2. A renina induz a conversão de angiotensinogênio (produzido no fígado e presente no sangue) em angiotensina.
3. A angiotensina induz a vasoconstrição das arteríolas, aumentando a pressão arterial.
4. A angiotensina estimula a produção de aldosterona pelas glândulas suprarrenais e de hormônio antidiurético (vasopressina) pelo hipotálamo.
5. A aldosterona e a vasopressina aumentam a reabsorção de íons e água, elevando a pressão arterial.

Fonte: REGULAÇÃO da pressão arterial: o sistema renina-angiotensina-aldosterona. *Manual MSD*. Disponível em: <https://www.msdmanuals.com/pt-br/casa/multimedia/figure/cvs_regulating_blood_pressure_renin_pt>. Acesso em: 14 ago. 2020.

Figura 5.13 Representação esquemática de um rim e da glândula suprarrenal mostrando o controle hormonal da pressão arterial pelo SRAA. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Alimentos e nutrição

Os alimentos são fontes de **nutrientes**, substâncias necessárias para o bom funcionamento do metabolismo. No tema 3 desta unidade foram abordados os macronutrientes, representados pelos glicídios, lipídios e proteínas, e os micronutrientes, representados pelas vitaminas e minerais. Os macronutrientes são também fontes de energia para o corpo. Além disso, alimentos de origem vegetal, possuem fibras de celulose, um glicídio que não é digerido em humanos, que correspondem as fibras alimentares. Essas fibras não são consideradas nutrientes, mas são importantes para o bom funcionamento intestinal, estimulando o peristaltismo, auxiliando a manutenção da microbiota intestinal e reduzindo a absorção do excesso de glicídios e de colesterol. Os alimentos ricos em fibras são as frutas e as hortaliças. Aqui, vamos analisar esses nutrientes e a água sob o ponto de vista da nutrição.

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

MODERNA

Professor, retorne à Tabela 3 do Tema 3, analise com os estudantes os valores calóricos e trace uma associação com as quantidades de nutrientes de cada um dos alimentos. Mais classes de alimentos e suas informações nutricionais estão listadas na TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO), da Unicamp. Disponível em: <https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2020.

Resgatando aquele conceito abrangente que vimos na introdução, a **nutrição** (no sentido de ação) é o processo pelo qual os nutrientes dos alimentos, que tomamos do meio externo, acabam chegando às células, dando suporte ao metabolismo, e se completa com a remoção dos resíduos metabólicos. A nutrição é também uma ciência que estuda o modo como os alimentos e seus nutrientes se relacionam com a saúde e as doenças. Ela também explora os motivos pelos quais escolhemos alguns alimentos em detrimento de outros, ou seja, a dieta que adotamos e o correspondente balanço nutricional.

Quilocalorias (kcal)

A energia dos alimentos, bem como a demanda energética do nosso corpo, são medidas em calorias (cal) ou em Joules (J); 1 cal = 4,184 J. Uma caloria (1 cal) pode ser definida como a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de 1 g de água em 1 °C.

A energia de que o corpo precisa é fornecida pelos macronutrientes. Os micronutrientes e a água não têm função energética. No corpo humano, a liberação da energia contida nos macronutrientes ocorre principalmente no processo de respiração celular, embora, em certos casos, os músculos possam realizar fermentação lática. Retome a **Tabela 3.3** do Tema 3 desta Unidade e compare os valores calóricos e a quantidade de nutrientes de alguns alimentos.

A demanda por nutrientes e energia varia conforme alguns critérios, como sexo, idade e grau de atividade física praticada, além do perfil individual. É muito importante o acompanhamento de um médico ou nutricionista que possa avaliar corretamente a condição de cada pessoa e suas necessidades.

Macronutrientes

Glicídios

Os **glicídios** são importantes fontes energéticas, rendendo aproximadamente 4 kcal por grama em média. Incluem o açúcar comum, o amido e a celulose presente nas fibras vegetais, que não são digeridas, mas têm grande importância para o bom funcionamento do intestino. Alimentos ricos em glicídios são os doces em geral, os farináceos (tubérculos, grãos, cereais, massas, pães) e frutas.

Lipídios

Os **lipídios**, basicamente gorduras e óleos (triglicerídeos), são fontes altamente energéticas, rendendo cerca de 9 kcal por grama. Eles podem ser estocados na forma de gordura nas células dos tecidos adiposos do corpo, atuando como reserva energética. Lipídios estão presentes em uma infinidade de alimentos e são essenciais para o bom funcionamento do organismo. Exemplos de alimentos ricos em lipídios são: manteiga, margarina, leite integral, abacates, azeitonas, azeite e outros óleos. É importante salientar que uma dieta rica em alimentos com gorduras saturadas e com gorduras *trans* (como as frituras) pode ser maléfica à saúde, como veremos adiante.

Proteínas

As **proteínas** são fundamentais na construção de nosso corpo (**proteínas estruturais**), na regulação das reações metabólicas (**enzimas**) e na defesa contra agentes estranhos (**anticorpos**). Proteínas também são usadas para liberar energia: cerca de 15% da energia obtida dos alimentos vem do metabolismo de proteínas, que podem render cerca de 4 kcal por grama. A carência proteica tem impacto direto no crescimento e na imunidade natural.

Rotas metabólicas

Observe, a seguir, o esquema representando as rotas metabólicas dos macronutrientes (glicídios, lipídios e proteínas) em nosso organismo (**Fig. 5.14**).

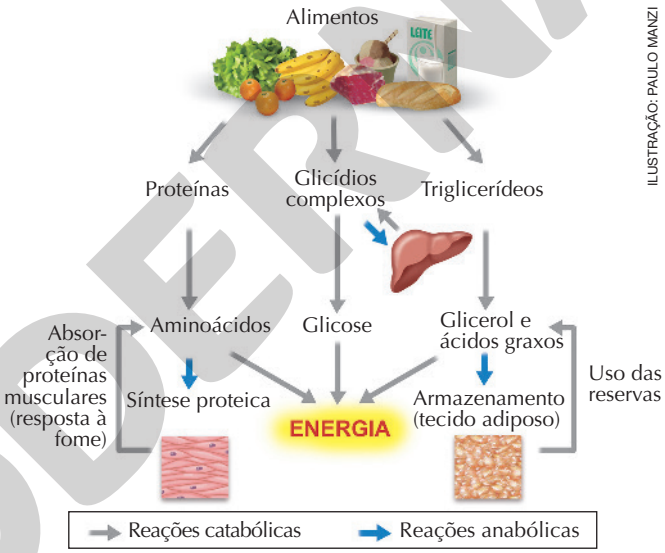


ILUSTRAÇÃO: PAULO MANZI

Fonte: BETTS, J. G. *et al. Anatomy and Physiology*. Houston: OpenStax, 2013. Disponível em: <https://openstax.org/books/anatomy-and-physiology/pages/24-1-overview-of-metabolic-reactions>. Acesso em: 14 ago. 2020.

Figura 5.14 Representação esquemática das rotas metabólicas dos macronutrientes. As reações catabólicas são as que degradam moléculas e as reações anabólicas são as que as sintetizam. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Micronutrientes

Vitaminas e minerais

As **vitaminas** são componentes não calóricos acessórios, porém não menos importantes – agem em pequenas quantidades como coadjuvantes em reações metabólicas, promovendo e regulando processos químicos relacionados com o bom funcionamento do organismo. Como visto no Tema 3 desta unidade, há 13 vitaminas importantes, das quais 4 são lipossolúveis (A, D, E e K) e 9 são hidrossolúveis (complexo B – B1, B2, B3, B5, B6, B7, B9, B12 – e vitamina C). A absorção das vitaminas lipossolúveis depende da presença de lipídios, além de bile e suco pancreático. Após a absorção no intestino, elas são transportadas até os tecidos, onde são utilizadas.

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

MODERNA

Como as vitaminas, os **minerais** também são requeridos em doses pequenas e não fornecem energia, participando, no entanto, como cofatores em inúmeras reações do metabolismo e, em alguns casos, da composição de estruturas do corpo, como é o caso de íons cálcio e íons fosfato que compõem os ossos do esqueleto. Também há minerais que entram na constituição de proteínas, como o ferro da hemoglobina do sangue e da mioglobina dos músculos. Alguns íons podem ser prejudiciais à saúde se forem ingeridos em quantidade exagerada, como é o caso do íon sódio, presente no sal de cozinha e em muitos alimentos processados. É amplamente reconhecida a relação entre o sódio em excesso e a hipertensão arterial.

Água

Neste endereço você encontra uma tabela (em inglês) completa com as vitaminas, suas fontes e funções e os efeitos da carência de cada uma delas <https://openstax.org/books/anatomy-and-physiology/pages/24-7-nutrition-and-diet>. Acesso em: 14 ago. 2020.

A **água** é essencial na dieta. Além de repor o que é perdido na transpiração, todas as reações químicas do corpo ocorrem em meio aquoso. A água constitui boa parte do nosso corpo, tanto em volume quanto em peso (o percentual fica perto de 60% a 70%, variando bastante em função da idade, quantidade de gordura corporal, sexo e outros fatores). A água é o solvente presente no citoplasma de todas as células e veículo transportador das substâncias pelo nosso corpo. Além disso, é um importante componente do mecanismo de resfriamento do corpo, que se dá essencialmente pela produção e evaporação do suor na superfície da pele.

Densidade nutricional

Densidade nutricional é a relação entre a quantidade de nutrientes e o conteúdo energético de um alimento. Por exemplo: uma lata de refrigerante pode ter 40 g de açúcar e nenhum outro nutriente – sua densidade nutricional é muito baixa. Verduras e frutas, por outro lado, têm densidade mais alta, pois trazem uma quantidade maior de nutrientes por quilocaloria presente.

Características de uma dieta nutritiva

Uma dieta nutritiva precisa ser adequada, moderada, balanceada e variada.

Uma dieta **adequada** deve oferecer uma quantidade suficiente de quilocalorias, nutrientes essenciais e fibras. A **moderação** significa não ingerir quantidades exageradas, muito acima do necessário: todos sabemos que o exagero de alimentos calóricos, de modo geral, conduz ao sobrepeso. A melhor alternativa é dar preferência para alimentos de alta densidade nutricional. A dieta **balanceada** contém proporções adequadas dos diversos nutrientes. Finalmente, uma dieta **variada** assegura que o elenco de itens alimentares atenda às demandas de todos os nutrientes. Há pessoas que consomem vários itens alimentares por dia, mas sempre os mesmos durante a semana; outras comem só alimentos de que gostam. Isso pode conduzir a uma deficiência crônica de certos nutrientes ausentes nesses itens alimentares.

Não só no Brasil, mas também no mundo inteiro, a população nos últimos anos piorou seus hábitos alimentares, aumentando muito o consumo de gorduras (especialmente as de má qualidade), açúcares e alimentos industrializados que contêm sódio acima da quantidade recomendável. As crianças e os adolescentes são especialmente vulneráveis, atraídos pelas embalagens vistosas, pelos sabores agradáveis e pela praticidade. A excessiva preocupação com o sabor e em saciar a vontade de determinado alimento potencializa a má alimentação.

Tais excessos trazem prejuízos sérios à saúde, destacando-se a obesidade, com suas consequências, e a hipertensão. A falta de fibras e micronutrientes em razão da carência de frutas, verduras e legumes na dieta acarreta o mau funcionamento de vários órgãos e contribui para a ocorrência de uma série de doenças, podendo causar alterações de ordem psíquica ou mental, afetando o desempenho escolar em crianças e jovens e ocasionando pouca disposição para o trabalho em adultos, por exemplo.

A escolha dos alimentos é fortemente influenciada por uma série de fatores, como: custo, conveniência, disponibilidade, familiaridade, sabor e valor nutritivo. Infelizmente, a escolha com base no valor nutritivo não é a mais frequente.

O *Guia alimentar para a população brasileira,* do Ministério da Saúde, traz diversas informações e diretrizes para uma alimentação saudável, recomendando que, ao escolher os alimentos, se dê preferência para aqueles *in natura* ou minimamente processados em vez dos processados e que se evitem os ultraprocessados.

Alimentos frescos ou *in natura* e minimamente processados

Alimentos frescos ou ***in natura*** são aqueles de origem animal ou vegetal que não passam por qualquer tipo de processamento antes de serem preparados, como ovos, frutas, verduras e legumes. Os **minimamente processados**, por sua vez, são aqueles que passaram por algum tipo de beneficiamento, como secagem, congelamento, moagem, pasteurização, corte e embalagem, mas sem a adição de sal, açúcar, gorduras ou outras substâncias. Entre eles estão os cortes de carnes resfriados, arroz, feijão, farinhas e leites pasteurizados.

Como os alimentos frescos são muitas vezes facilmente perecíveis, aplicam-se procedimentos para aumentar sua duração e facilitar o armazenamento. É o caso da remoção de partes não comestíveis para facilitar a preparação, ou da moagem ou fermentação para melhorar seu sabor e digestibilidade, ou ainda da refrigeração ou congelamento, como se faz com carnes bovinas, aves, peixes e outros frutos do mar.

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

MODERNA

Mas por que se recomenda uma alimentação com predominância de produtos *in natura* ou minimamente processados, em especial os de origem vegetal?

Alimentos de origem animal são ótimas fontes de proteínas e micronutrientes, mas têm suas desvantagens: não contêm fibras e seu alto teor de gorduras saturadas os torna muito calóricos. Esse tipo de gordura em excesso pode levar a um quadro amplo de problemas cardiovasculares, bem como à obesidade. Como não há nenhum alimento natural que sozinho possa atender a todas as nossas demandas nutricionais, a combinação de elementos animais e vegetais diversos é altamente recomendada.

Alimentos processados

Esse tipo de alimento passa por processos que alteram desfavoravelmente sua composição nutricional, já que recebem novos componentes e tratamentos semelhantes aos culinários. É o caso de produtos em conserva, com adição de sal, vinagre ou açúcar, ou ainda defumados. O objetivo é aumentar ainda mais a durabilidade do alimento e, na maioria das vezes, torná-lo mais saboroso. Exemplos: picles, frutas em calda e cristalizadas, sardinha e atum enlatados, carne-seca, toucinho, queijos e pães feitos com farinha de trigo, leveduras, água e sal.

Os alimentos processados devem ser consumidos com moderação. Apesar de manterem os nutrientes originais, os componentes adicionados podem torná-los inadequados graças ao excesso de nutrientes como sal e açúcar, que, como já vimos, relacionam-se com obesidade, hipertensão e problemas cardiovasculares.

Alimentos ultraprocessados

Alimentos ultraprocessados devem ser evitados. São aqueles cuja composição é intensamente alterada por processos industriais e adição de substâncias com finalidades diversas e, por isso, são nutricionalmente desbalanceados. Ao ler a composição de um produto alimentício, é fácil reconhecer se ele é ultraprocessado, pois, geralmente, apresenta ingredientes com nomes pouco familiares. É comum a presença de gorduras vegetais hidrogenadas, xarope de frutose, espessantes, emulsificantes, corantes, aromatizantes, realçadores de sabor e outros aditivos. O consumo excessivo desses aditivos pode fazer mal à saúde. São exemplos de alimentos utraprocessados as bolachas industrializadas, os sorvetes, as balas, os cereais açucarados, os refrigerantes, entre outros.

Consumo de gordura, óleos, sal e açúcar

Óleos, gorduras, sal e açúcar são muito utilizados como temperos nos procedimentos culinários, mas devem ser usados em pequenas quantidades na preparação de alimentos *in natura* ou minimamente processados. Dessa maneira contribuem para a melhoria do paladar e aumento da variedade das preparações.

As gorduras são essenciais, mas quando ingeridas em excesso contribuem para a obesidade e, especialmente no caso das gorduras saturadas, para a síntese de colesterol, um lipídio que participa da formação das chamadas placas de ateroma (aterosclerose) nas artérias. Cerca de 80% do total do colesterol presente no sangue é produzido pelo nosso fígado, e o restante vem da dieta. O consumo de alimentos ricos em gorduras saturadas ou em gordura *trans* deve ser reduzido. São exemplos desses alimentos: manteiga, dendê, leite integral, toucinho, carne bovina gorda, queijos amarelos, creme de leite etc.

Distúrbios nutricionais

Uma dieta saudável não só pode ser agradável ao paladar, como também (e principalmente) deve melhorar a qualidade de vida e aumentar a longevidade, contribuindo para prevenir uma série de doenças como a obesidade, a hipertensão e as doenças cardiovasculares (enfarto, aterosclerose), além de outras mais diretamente ligadas ao sistema digestório e seu funcionamento. A seguir vamos abordar algumas dessas doenças.

Intolerância à lactose

A **intolerância à lactose** pode ser observada quando a pessoa é parcial ou completamente incapaz de digerir a lactose, um dissacarídeo do leite presente também em seus derivados. Essa incapacidade relaciona-se com a síntese de lactase, a enzima que quebra a lactose em duas moléculas simples. Os sintomas resultam da liberação de toxinas por bactérias que fermentam a lactose não digerida; são eles: acúmulo de gases, diarreia e cólicas, entre outros.

Doença celíaca

A **doença celíaca** é uma doença autoimune que desencadeia uma inflamação no intestino delgado. O sistema imunitário do indivíduo é ativado pela presença de glúten, um conjunto de proteínas presentes em cereais, como trigo, cevada e centeio. O processo inflamatório da parede interna do intestino compromete a absorção dos nutrientes. Além disso, podem ocorrer diarreia ou prisão de ventre, perda de peso, anemia, cólica, desconforto abdominal e dezenas de outros possíveis sintomas que muitas vezes dificultam o diagnóstico.

Não há cura para a doença celíaca. O melhor tratamento é evitar a ingestão de alimentos com glúten (a presença desse componente deve ser, por lei, informada nos rótulos dos produtos industrializados).

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

MODERNA

Anorexia e bulimia

Anorexia nervosa é um distúrbio de origem psíquica, resultante de uma preocupação exagerada da pessoa com sua massa corporal. A pessoa que sofre desse distúrbio se olha no espelho e se enxerga obesa, mesmo que esteja muito magra. O distúrbio desencadeia um medo exagerado de engordar e leva a pessoa à prática de atividade física em excesso, indução do vômito, jejum e ingestão de laxantes e diuréticos.

Esse distúrbio afeta mais as mulheres jovens e pode causar desnutrição extrema e morte. Os sintomas são vários: geralmente ocorre recusa à alimentação e exagero quanto ao gasto de energia, sempre tendo em vista a perda de peso. Além disso, no campo psíquico, há depressão, síndrome do pânico e comportamentos obsessivo-compulsivos.

As causas também são diversas, destacando-se a predisposição genética e a pressão social a favor da estética da magreza. Além dos profissionais cujo reconhecimento na carreira envolve a redução de peso (manequins, atletas, artistas etc.), as adolescentes fazem parte do grupo de risco. A família precisa observar especialmente as meninas que tentam ocultar o emagrecimento vestindo roupas largas e soltas e usando subterfúgios para evitar estarem presentes nas refeições em casa.

A **bulimia** também se relaciona com a obsessão com a perda de peso, mas, ao contrário da anorexia, envolve a ingestão de grandes quantidades de alimento seguida de vários artifícios para evitar a consequência do excesso de peso. Entre esses artifícios estão indução do vômito, uso de laxativos e exagero nas atividades físicas.

As pessoas portadoras de bulimia podem não se destacar pela magreza, mas lidam com conflitos como culpa e remorso após a ingestão de quantidades enormes de alimentos. Por causa dos artifícios compensatórios, podem ocorrer inflamação na garganta, problemas gastrointestinais e diversos outros sintomas.

Assim como na anorexia nervosa, as causas da bulimia passam pela pressão social de valorização do corpo magro como ideal de beleza. Não há medicação específica para esses distúrbios nutricionais, mas existem medicamentos que podem ajudar a aliviar os sintomas depressivos, compulsivos e de ansiedade. O tratamento desses pacientes não é simples e pode exigir um trabalho de equipe multidisciplinar, com a participação de psicólogo, psiquiatra e nutricionista.

Sobrepeso e obesidade

Uma forma simples e objetiva de diagnosticar em uma primeira análise o sobrepeso ou a obesidade é calcular o índice de massa corporal (IMC) da pessoa. Para isso, basta dividir a massa corporal (kg) pela altura (m) elevada ao quadrado.

O sobrepeso (IMC entre 25 e 30) e a obesidade (IMC acima de 30) estão se disseminando como nunca no mundo moderno. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o sobrepeso aflige mais de um bilhão de pessoas e a obesidade, mais de 300 milhões. Por aumentar o risco de diabetes, hipertensão arterial, doenças cardiovasculares e articulares, distúrbios psiquiátricos e certos tipos de câncer, a OMS coloca a obesidade como uma das dez maiores ameaças à saúde humana (uma das cinco maiores nos países industrializados – justamente onde a ingestão de produtos ultraprocessados e hipercalóricos é maior). Em um documento publicado pelo Ministério da Saúde intitulado "Obesidade e desnutrição", de 2002, a lista de possíveis consequências da obesidade vai bem além das que mencionamos acima: apneia do sono, acidente vascular cerebral, conhecido popularmente como derrame cerebral, fertilidade reduzida em homens e mulheres, cálculo biliar, doenças pulmonares e gota.

Atualmente, a obesidade é considerada uma doença, e o aumento de sua prevalência (número absoluto ou percentual de casos em uma população em certo momento) está ocorrendo em um ritmo considerado epidêmico.

Dados do Ministério da Saúde sobre a pesquisa "Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico (Vigitel)", de 2018, mostraram que a população brasileira está mais pesada. Nessa pesquisa foram entrevistadas 52.395 pessoas de todas as capitais brasileiras e do Distrito Federal. De acordo com os resultados, a prevalência de obesidade saltou de 11,8% em 2006 para 19,8% em 2018, um aumento de 67,8%. O aumento maior ocorreu nas faixas de 25 a 34 anos e 35 a 44 anos (84,2% e 81,1%, respectivamente) (**Fig. 5.15**).

Figura 5.15 Prevalência de obesidade no Brasil entre 2006 e 2018

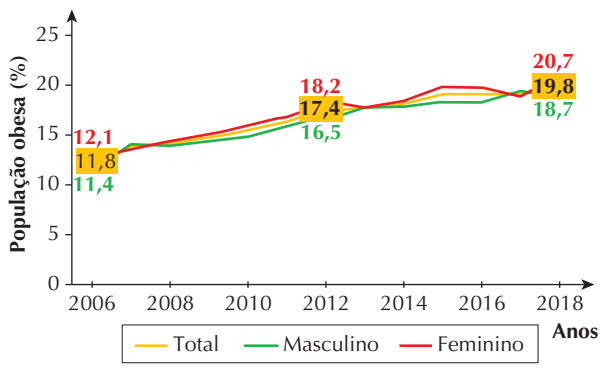


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Fonte: BRASIL. Ministério da Saúde. *Vigitel Brasil 2018*. Brasília, 2019. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/julho/25/vigitel-brasil-2018.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2020.

Ainda de acordo com a pesquisa de 2018, a prevalência do sobrepeso também aumentou desde 2006: atualmente, mais da metade dos brasileiros (55,7%) está na fase pré-obesidade.

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

Atividades

Registre em seu caderno

1. No sistema digestório, a quimificação e a quilificação ocorrem, respectivamente:

a) na boca e no estômago.
b) no estômago e no intestino delgado.
c) no estômago e no intestino grosso.
d) no intestino delgado e no intestino grosso.
e) no estômago e no fígado.

2. A ptialina, a pepsina, a tripsina, a nuclease e a sacarase são enzimas digestivas produzidas, respectivamente:

a) na boca, no estômago, no pâncreas, no intestino delgado e no intestino delgado.
b) na boca, no estômago, no estômago, no fígado e no pâncreas.
c) no estômago, no estômago, no pâncreas, no pâncreas e no intestino delgado.
d) na boca, no estômago, no pâncreas, no pâncreas e no intestino delgado.
e) no estômago, no pâncreas, no pâncreas, no intestino delgado e no intestino delgado.

3. Uma pessoa à deriva no mar após um naufrágio encontra-se emergencialmente sem disponibilidade de água fresca e com muita sede.

a) Qual é a resposta hormonal hipofisária a essa situação?
b) Como essa resposta é desencadeada? Qual o resultado fisiológico?

4. Considere a seguinte situação hipotética: uma pessoa sofre um ferimento profundo e tem uma considerável hemorragia, observando-se simultaneamente uma queda na pressão arterial.

a) Qual é o mecanismo regulatório desencadeado nessas condições (note que a composição do sangue não se altera com a hemorragia)?
b) Explique o que ocorre.

5. Entre a chegada ao átrio direito e depois ao átrio esquerdo, qual é o trajeto do sangue proveniente do corpo?

a) Valva atrioventricular esquerda, ventrículo direito, valva pulmonar, artéria pulmonar, pulmão e veia pulmonar.
b) Valva atrioventricular direita, ventrículo direito, valva pulmonar, artéria pulmonar, pulmão e veia pulmonar.
c) Valva atrioventricular esquerda, ventrículo esquerdo, valva aórtica, veia pulmonar, pulmão e artéria pulmonar.
d) Valva atrioventricular direita, ventrículo direito, valva pulmonar, veia pulmonar, pulmão e artéria pulmonar.
e) Valva atrioventricular direita, ventrículo esquerdo, valva pulmonar, veia pulmonar, artéria pulmonar e pulmão.

6. Com base nos conceitos sobre o funcionamento do nefro e da regulação da função renal no ser humano, explique as situações a seguir.

a) A quantidade diária de ureia excretada pela urina costuma variar entre 25 g e 30 g. Uma pessoa foi convidada para um churrasco, alimentou-se de muita carne e no dia seguinte foi submetida a um exame que verificou quantidade aumentada de ureia na urina, apesar de esse aumento estar dentro dos parâmetros considerados normais.
b) Ao beber muita água durante a manhã, essa pessoa percebeu que urinou com mais frequência ao longo do dia, e que a urina se apresentou mais diluída, incolor.

7. (PUC-RJ-Adaptada) A respiração é a troca de gases do organismo com o ambiente. Nela o ar entra e sai dos pulmões graças à contração do diafragma.

Considere as seguintes etapas do processo respiratório no ser humano:

I. Durante a inspiração, o diafragma se contrai e desce aumentando o volume da caixa torácica.
II. Quando a pressão interna na caixa torácica diminui e se torna menor que a pressão do ar atmosférico, o ar penetra nos pulmões.
III. Durante a expiração, o volume torácico aumenta, e a pressão interna se torna menor que a pressão do ar atmosférico.
IV. Quando o diafragma relaxa, ele reduz o volume torácico e empurra o ar usado para fora dos pulmões.

Indique as opções corretas:

a) I e II.
b) II, III e IV.
c) I, II e III.
d) I, II e IV.
e) Todas.

8. (Enem)

Revista *Época*, 8 maio 2006 (com adaptações).

ILUSTRAÇÃO: PAULO MANZI

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

MODERNA

A partir desses dados, foram feitas as afirmações abaixo.

I. As famílias brasileiras, em 30 anos, aumentaram muito o consumo de proteínas e grãos, que, por seu alto valor calórico, não são recomendáveis.

II. O aumento do consumo de alimentos muito calóricos deve ser considerado indicador de alerta para a saúde, já que a obesidade pode reduzir a expectativa de vida humana.

III. Doenças cardiovasculares podem ser desencadeadas pela obesidade decorrente das novas dietas alimentares.

É correto apenas o que se afirma em

a) I. **c)** III. **e)** II e III.

b) II. **d)** I e II.

9. Analise a imagem do rótulo de determinado alimento.

ILUSTRAÇÃO: PAULO MANZI

INFORMAÇÕES NUTRICIONAIS

Porção de 100 g (em média 5 pedaços)

Quantidade por porção		%VD (*)
Valor energético	92 kcal = 386 kJ	5%
Glicídios	10,4 g	3%
Proteínas	1,3 g	2%
Gorduras Totais	5,0 g	9%
Gorduras Saturadas	0,87 g	4%
Gorduras *Trans*	0,13 g	-
Fibra Alimentar	2,46 g	10%
Sódio	446 mg	19%

(*) Valores diários com base numa dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

Não contém glúten.

a) Imagine que você vá comer oito pedaços desse alimento e, então, responda:

- quantos gramas de gorduras totais você estará ingerindo?
- quantas quilocalorias você estará ingerindo?
- qual é a quantidade de sódio que estará ingerindo?

Forneça a %VD de cada um desses nutrientes em uma dieta de 2.000 kcal.

b) 1 g de gordura contém 9 kcal, 1 g de glicídio contém 4 kcal e 1 g de proteína contém 4 kcal. Com essas informações, calcule a quantidade em kcal de uma porção de alimento que contenha 22 g de glicídio, 2 g de proteína e 10 g de gordura. Calcule também quanto essa porção de alimento representa em %VD para a necessidade diária em kcal considerando o valor padrão de 2.000 kcal.

c) Que componentes desse alimento são indesejáveis? Justifique.

10. Leia o texto, analise o gráfico e responda às questões com base no que aprendeu.

A hemoglobina fetal é um tipo especial de hemoglobina presente apenas nos fetos e nos bebês, sendo gradualmente substituída pela hemoglobina adulta. Os dois tipos de hemoglobina apresentam diferenças que refletem as distintas condições de obtenção de gás oxigênio no feto e no indivíduo adulto. A figura a seguir mostra as curvas de saturação dessas hemoglobinas.

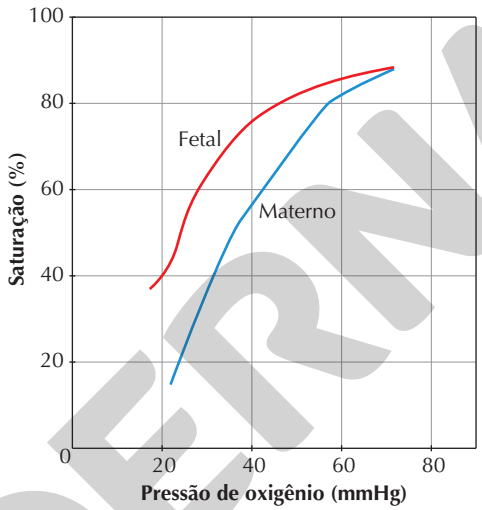


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Fonte: MARGOTTO, P. R. Oximetria de Pulso / Capnografia Oxigenação Ótima. *Revista de Saúde da Criança e do Adolescente*, v. 2, 2010.

Com relação às diferenças entre a hemoglobina materna e a hemoglobina fetal, pode-se concluir que:

a) a hemoglobina fetal tem afinidade menor pelo gás oxigênio porque o feto ainda não é um indivíduo completamente desenvolvido.

b) a hemoglobina fetal apresenta afinidade menor pelo gás oxigênio porque, no caso do feto, a disponibilidade e, consequentemente, a pressão do gás oxigênio são menores, implicando uma saturação mais baixa.

c) a hemoglobina fetal tem afinidade maior pelo gás oxigênio por depender da difusão desse gás a partir do sangue materno que irriga a placenta.

d) a hemoglobina fetal apresenta afinidade maior pelo gás oxigênio a fim de compensar o pulmão pouco efetivo na assimilação do gás oxigênio presente no líquido amniótico.

e) a hemoglobina fetal tem afinidade maior pelo gás oxigênio porque o feto precisa de muito mais gás oxigênio para sobreviver, por encontrar-se em uma etapa bastante ativa de desenvolvimento.

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

MODERNA

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

Há, na literatura, abordagens distintas com relação à abrangência do conceito de sistema imunitário. Alguns autores preferem considerar apenas os mecanismos adquiridos como pertencentes a esse sistema.

TEMA 6

Mecanismos de defesa do corpo, vacinas e soros

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6; 8
Habilidades: EM13CNT202; EM13CNT304; EM13CNT306; EM13CNT310

O corpo humano está em contato com vários tipos de agentes infecciosos ou patógenos, como vírus e bactérias, que podem causar doenças. Apesar disso, nem sempre a doença que esses agentes causam se manifesta, pois há mecanismos de defesa que entram em ação na tentativa de combatê-los. Esses mecanismos também reconhecem células danificadas ou alteradas, como células cancerígenas, na tentativa de eliminá-las. Essas ações são desempenhadas pelo sistema imunitário, do qual fazem parte as células do sangue e do tecido conjuntivo, o sistema linfático, a pele e as mucosas. Neste Tema, vamos estudar esses mecanismos e, com base na compreensão deles, vamos discutir a ação de vacinas e soros.

Sangue, linfa e o sistema linfático

O sangue e a linfa são fluidos corpóreos que participam do mecanismo de defesa imunitária e do transporte de substâncias dentro do organismo.

No sangue distinguem-se duas partes: o **plasma** e os **elementos figurados**.

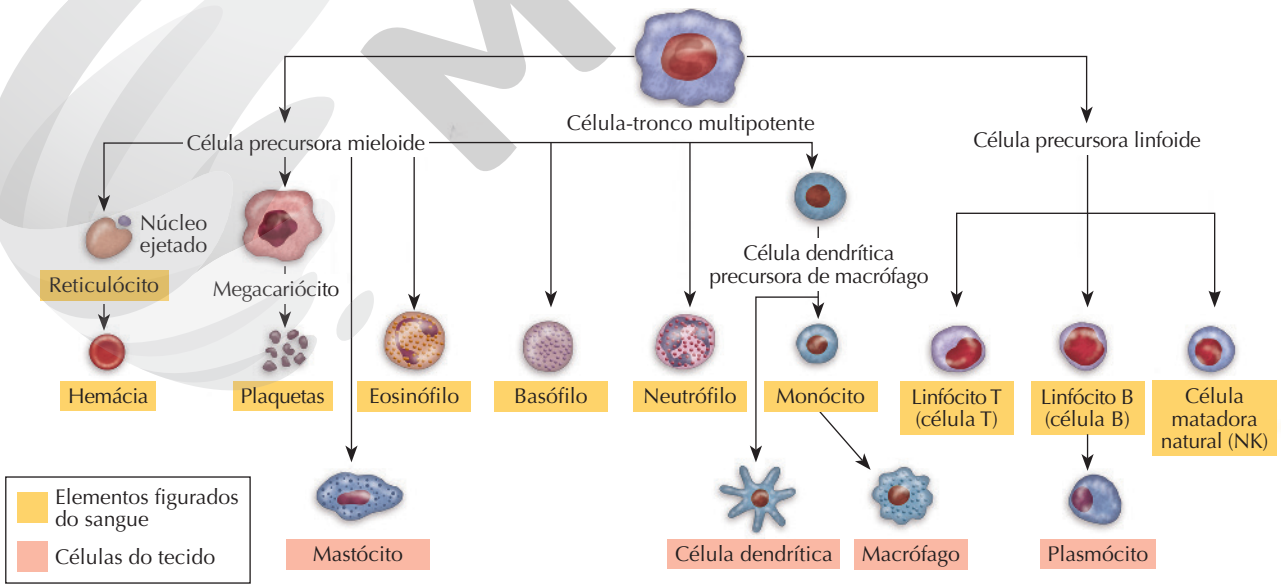
O plasma é formado basicamente por água (cerca de 91%), em que se encontram dissolvidas proteínas (cerca de 7%) e outros solutos, como sais minerais, aminoácidos, ácidos graxos, glicerol, glicídios e vitaminas.

Os elementos figurados são as **hemácias** (eritrócitos ou glóbulos vermelhos), as **plaquetas** (ou trombócitos) e os **leucócitos** (ou glóbulos brancos).

As hemácias são células anucleadas que contêm hemoglobina, pigmento vermelho que faz o transporte do gás oxigênio e de pequena parte do gás carbônico. A maior parte do gás carbônico é transportada no plasma sob a forma de íons hidrogenocarbonato (HCO_3^-).

As plaquetas são pequenos pedaços de células importantes na coagulação do sangue. Já os leucócitos são células nucleadas cuja função é a defesa do organismo. No sistema de defesa há, além dos leucócitos, células derivadas deles: **macrófagos**, **células dendríticas** e **plasmócitos**, e os **mastócitos**, que se localizam no tecido conjuntivo.

Em adultos as células do sangue e os mastócitos são constantemente produzidos a partir de células-tronco multipotentes presentes na medula óssea vermelha (**Fig. 6.1**). O processo de formação dessas células é chamado **hematopoiese** (do grego, *hemato* = sangue; *poiese* = formação). Quando se multiplicam, as células-tronco geram células-filhas como elas, mantendo-se multipotentes, e outras que se diferenciam. Os linfócitos T se diferenciam no timo; os plasmócitos, a partir de linfócitos B; os macrófagos a partir dos monócitos; algumas células dendríticas também podem se originar de monócitos. As outras células descritas diferenciam-se na própria medula.



ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZI

Fontes: TORTORA, G. J.; GRABOWSKI, S. R. *Corpo humano*: fundamentos de Anatomia e Fisiologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004; ALBERTS, B. *et al. Biologia molecular da célula*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

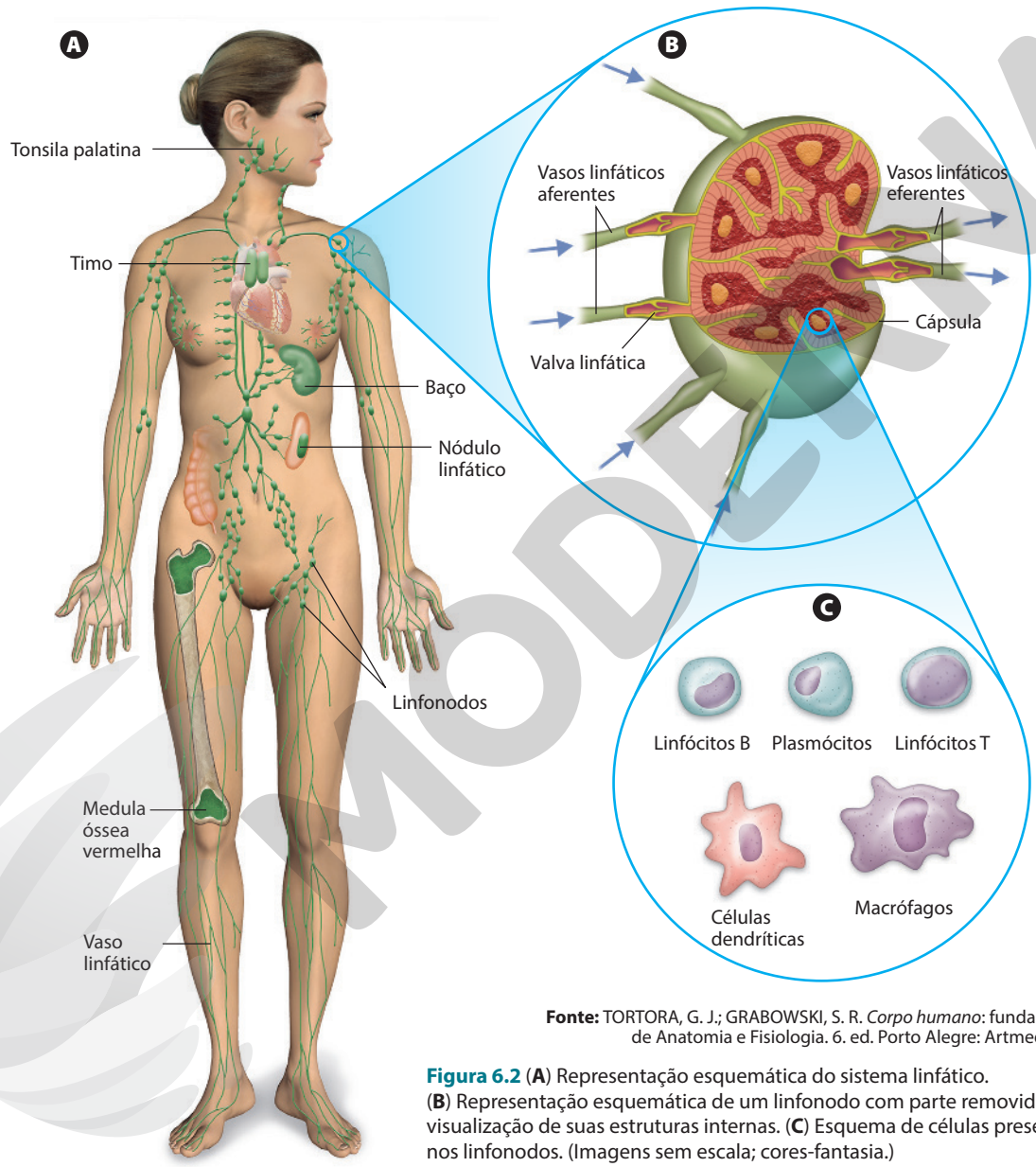
Figura 6.1 Representação esquemática do processo de hematopoiese. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

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

MODERNA

Sistema linfático

O sistema linfático consiste na linfa, nos vasos linfáticos e em várias estruturas e órgãos ricos em tecido linfático, um tipo de tecido conjuntivo que contém grande número de linfócitos. É o caso da **medula óssea vermelha**, do **timo**, dos **linfonodos**, do **baço**, das **tonsilas** (uma tonsila faríngea ou adenoide, duas tonsilas palatinas e duas tonsilas linguais), das **placas de Peyer** (no intestino), além de conjuntos de nódulos linfáticos associados a várias outras estruturas no corpo (**Fig. 6.2 A**). No trajeto desde os capilares linfáticos até chegar à corrente sanguínea, a linfa passa por pelo menos um linfonodo, que atua como filtro, removendo bactérias e outros agentes que possam ser nocivos ao organismo (**Fig. 6.2 B**).



ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZI

Fonte: TORTORA, G. J.; GRABOWSKI, S. R. *Corpo humano*: fundamentos de Anatomia e Fisiologia. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

Figura 6.2 (**A**) Representação esquemática do sistema linfático. (**B**) Representação esquemática de um linfonodo com parte removida para visualização de suas estruturas internas. (**C**) Esquema de células presentes nos linfonodos. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Ao passar pelo linfonodo, ocorre a ação dos macrófagos e dos linfócitos (**Fig. 6.2 C**). Linfócitos saem dos nódulos pelos vasos linfáticos e passam para o sangue por meio dos ductos linfáticos. Há recirculação de linfócitos entre sangue e linfa, o que é fundamental nos processos de imunidade, como explicaremos a seguir.

Em casos de infecção, os linfonodos aumentam de tamanho, sendo muitas vezes palpáveis nas regiões do pescoço, das axilas e da virilha.

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

MODERNA

Mecanismos de defesa e o sistema linfático

Os mecanismos de defesa podem ser classificados em duas categorias:

- **mecanismos de defesa inespecíficos** (**imunidade inata**): a pessoa já nasce com eles. A imunidade inata propicia uma resposta rápida e inespecífica, ou seja, não diferencia um agente infeccioso de outro.
- **mecanismos de defesa específicos** (**imunidade adquirida**): as respostas são mais lentas, porém específicas para o agente causador da infecção, e podem gerar proteção por longo período. Esses agentes causadores funcionam como **antígenos**, ou seja, uma substância estranha ao corpo e que estimula a resposta de defesa contra ele; isso é feito por meio da produção de células e de **anticorpos** específicos.

Imunidade inata

A pele e as mucosas formam a primeira linha de defesa por serem barreiras quase impenetráveis. A pele é o revestimento externo do corpo e as mucosas revestem cavidades de órgãos em contato com o meio externo, como a cavidade nasal, bucal e do estômago e as vias urinárias e genitais. Além de serem uma barreira física, tanto a pele quanto as mucosas funcionam também como uma barreira química, pois nelas há a produção de substâncias que agem reduzindo as chances de um microrganismo penetrar o corpo. É o caso, por exemplo, do suor, que, além de deixar a pele com pH entre 3 e 5, dificultando o desenvolvimento de certas bactérias, contém lisozima, uma enzima que ataca e destrói a parede celular de bactérias. Apesar de serem barreiras importantes, os patógenos podem conseguir penetrar o corpo principalmente em locais onde há lesões, mesmo que pequenas, na pele e nas mucosas.

Nesse caso, entra em ação a segunda linha de defesa inespecífica, o que envolve, além de **substâncias antimicrobianas**, as **células matadoras naturais** ou **NK** (***N**atural **K**iller*, em inglês) e as que têm capacidade de fagocitose, genericamente chamadas **fagócitos**, representadas pelos neutrófilos, eosinófilos, basófilos, monócitos, mastócitos, macrófagos e células dendríticas.

As substâncias antimicrobianas são peptídeos e proteínas e agem na defesa inata destruindo diretamente os patógenos ou impedindo sua multiplicação. É o caso dos **interferons**, grupo de proteínas produzido por células infectadas por vírus. Ao serem liberados, estimulam células vizinhas a produzir substâncias que dificultam a infecção viral, limitando a multiplicação do vírus no corpo. Certos tipos de interferons intensificam a atividade dos macrófagos e das células NK, que destroem células infectadas.

As células NK saem dos capilares, mas não fagocitam. Elas liberam proteínas que promovem a ruptura da membrana plasmática das células-alvo, o que as destrói. Agem preferencialmente em células infectadas por vírus e em células cancerígenas.

Os fagócitos saem dos capilares sanguíneos para o local da infecção atraídos por substâncias liberadas pelos patógenos e pelas células infectadas ou danificadas; essas substâncias funcionam como alarmes químicos. Os principais fagócitos que agem diretamente nesse combate são os neutrófilos do sangue e os macrófagos presentes no tecido conjuntivo.

Os eosinófilos têm pouca capacidade de fagocitose. Sua ação é mais importante na defesa contra animais patogênicos, como os vermes parasitas. Nesse caso, envolvem externamente o corpo do verme, lançando sobre ele enzimas que o destroem.

As células dendríticas estão presentes em vários tecidos e órgãos do corpo e são importantes elos entre os sistemas inato e adquirido. Elas reconhecem, fagocitam e digerem elementos estranhos ao corpo. No processo de digestão sobram resíduos da degradação das proteínas do patógeno. Esses resíduos migram para a superfície das células dendríticas, que, a partir de então, ficam ativadas. Assim ativas, elas migram para os órgãos linfáticos, principalmente para os linfonodos, onde vão estimular os linfócitos T do sistema de defesa adquirido.

Resposta inflamatória

A resposta inflamatória é um tipo de resposta inata. Ela é complexa e envolve vários tipos de moléculas sinalizadoras e de fagócitos, sendo caracterizada por dor, vermelhidão, calor e inchaço (edema).

Na inflamação local, quando há uma infecção ou machucado, como um corte, mastócitos, macrófagos e células dos tecidos lesados liberam sinais químicos que promovem a dilatação de vasos sanguíneos. Com isso, há aumento do fluxo de sangue, e a região afetada fica avermelhada e mais quente. Esses sinais também promovem aumento da permeabilidade dos vasos sanguíneos, propiciando a saída de leucócitos e de plasma, o que causa o inchaço. Proteínas antimicrobianas do plasma passam para esse local e combatem o patógeno, o que estimula a liberação de histamina tanto pelos mastócitos quanto pelos basófilos do sangue, atraindo neutrófilos. Eles chegam em grande número e fagocitam as células-alvo, mas no processo acabam morrendo. Em seguida, os monócitos saem do sangue e passam para o tecido conjuntivo diferenciando-se em macrófagos, que fagocitam os patógenos, as células danificadas dos tecidos e os neutrófilos mortos. Por fim, os macrófagos também morrem e no local pode se formar uma bolsa cheia de células mortas e de fluido, que é o **pus**. Em alguns dias, o pus é absorvido e os tecidos regeneram.

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

MODERNA

Quando a inflamação é maior, a resposta pode ser generalizada no corpo, sendo chamada sistêmica. Nesses casos, as células lesionadas produzem substâncias químicas que chegam pelo sangue até a medula óssea vermelha, onde estimulam a liberação de grande número de leucócitos para a corrente sanguínea.

Um exemplo de resposta inflamatória sistêmica é a **febre**, em que há aumento da temperatura corporal em função da presença de substâncias genericamente chamadas **pirogênios** (do grego, *pyro* = fogo). Essas substâncias são produzidas principalmente pelos macrófagos no processo de degradação de um patógeno e liberadas no sangue. Ao chegarem ao hipotálamo induzem a produção de prostaglandina, que altera o termostato corporal.

A elevação da temperatura intensifica a fagocitose e os efeitos dos interferons, além de acelerar processos de regeneração das áreas lesadas do corpo. Temperaturas altas, no entanto, podem causar desnaturação proteica, processo em que proteínas perdem a forma e a função com danos ao corpo. Assim, apesar de o aumento de temperatura ser uma forma de defesa do corpo, ele não pode ser excessivo nem durar muito tempo. Por isso é importante procurar orientação médica aos primeiros sinais de febre, pois só esses profissionais podem avaliar o melhor procedimento a seguir.

Imunidade adquirida

A imunidade adquirida diferencia-se da inata por dois fatores básicos: a **especificidade** e a **memória**. Em função dessas características é que são desenvolvidas as vacinas, que abordaremos mais adiante. A especificidade refere-se à capacidade que o sistema imunitário tem de reconhecer e eliminar um antígeno, e a memória refere-se à capacidade de reconhecer o mesmo antígeno e reagir contra ele caso o organismo seja exposto a ele novamente.

As respostas específicas

Fazem parte da imunidade adquirida o sangue, o sistema linfático, os linfócitos B e T e os plasmócitos. Já analisamos como as células dendríticas ativadas chegam aos linfonodos. Uma vez aí, elas ativam os linfócitos T para combater o antígeno específico. Por isso, as chamamos de apresentadoras de antígenos, papel também desempenhado por macrófagos.

Muitos desses linfócitos T ativados passam da linfa para o sangue indo agir no local da infecção, sendo chamados linfócitos T citotóxicos, pois eles se unem às células infectadas e as destroem. Eles não realizam a fagocitose. Eles também têm a capacidade de reconhecer células cancerígenas e destruí-las antes que formem um tumor maligno e são as principais células responsáveis pela rejeição de órgão em transplantes.

Outros linfócitos T que também tenham sido apresentados aos antígenos permanecem nos linfonodos e recebem o nome de linfócitos T auxiliares. Esse nome se deve ao fato de que eles participam da ativação de linfócitos T citotóxicos e de linfócitos B. Estes podem ser ativados também diretamente pelos antígenos. Os linfócitos B ativados modificam-se em plasmócitos, que vão produzir anticorpos que são liberados da célula. Ao reagir com o antígeno, o anticorpo o torna inativo ou mais fácil de ser fagocitado.

Anticorpos ou imunoglobulinas são moléculas proteicas cujos sítios de reconhecimento e de ligação compõem encaixes específicos para o antígeno contra o qual a molécula foi produzida. Ao longo da vida, o corpo humano é capaz de produzir anticorpos diferentes em resposta aos antígenos com os quais entra em contato (**Fig. 6.3**).

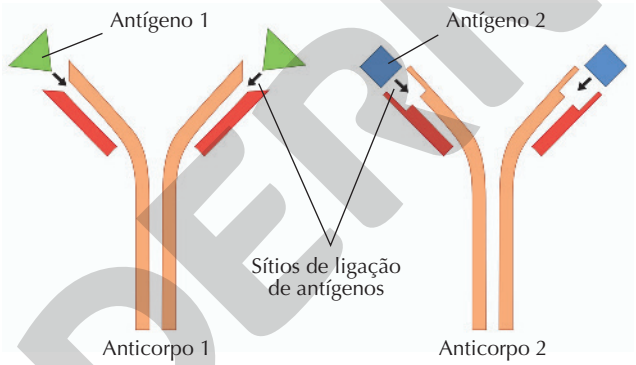


ILUSTRAÇÃO: PAULO MANZI

Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al. Biologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

Figura 6.3 Representação esquemática de dois anticorpos mostrando que cada um deles reage especificamente com um antígeno. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

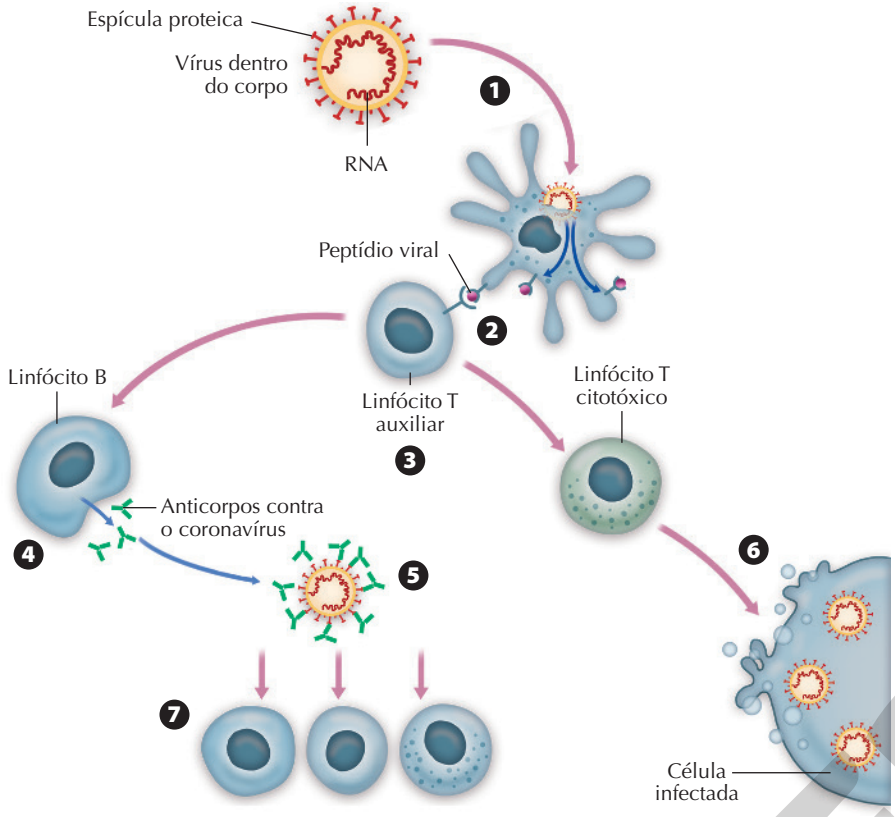
Dessa forma, na primeira exposição a um antígeno específico, tanto linfócitos B quanto T dividem-se, formando clones como resposta a ele. Algumas células desses clones entram em ação na defesa imunitária, enquanto outras ficam armazenadas no corpo como células da memória imunológica. Assim, se o mesmo antígeno penetrar o corpo novamente, linfócitos T e B já estarão prontos para agir contra ele e entrarão rapidamente em ação. Isso explica por que a resposta imunológica é mais rápida na segunda exposição ao mesmo antígeno. A memória imunológica pode durar meses ou anos.

Esses mecanismos descritos são agrupados em dois tipos de respostas imunitárias adquiridas: a **humoral** (mediada por anticorpos) e a **celular** (mediada por linfócitos T). A **figura 6.4** mostra como ocorre a resposta adaptativa imunitária contra o vírus SARS-CoV-2, causador da covid-19, e como a imunidade se forma. A covid-19 atingiu, em 2020, um estágio pandêmico desafiador para a humanidade.

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

MODERNA

ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZI



1. O vírus é capturado pela célula dendrítica.
2. A célula dendrítica engloba o vírus, o destrói e partes dele passam para a superfície de sua membrana plasmática, que podem ser apresentadas aos linfócitos T auxiliares, ativando-os.
3. Os linfócitos T auxiliares ativados desencadeiam a resposta imunitária humoral e celular ao apresentarem os antígenos para os linfócitos B e T, respectivamente.
4. Os linfócitos B ativados transformam-se em plasmócitos, que passam a produzir anticorpos.
5. Os anticorpos previnem que o vírus infecte outras células unindo-se a ele e inativando-o ou marcando-o para ser reconhecido e fagocitado.
6. Os linfócitos T citotóxicos identificam e destroem células infectadas pelo vírus.
7. Os linfócitos B e T multiplicam-se, e parte deles vai atuar como memória imunológica contra o coronavírus.

Fonte: CALLAWAY, E. The race for coronavirus vaccines: a graphical guide. *Nature*, 28 abr. 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-020-01221-y>. Acesso em: 17 ago. 2020.

Figura 6.4 Representação esquemática das respostas imunitárias humoral e celular durante a infecção pelo vírus SARS-CoV-2. Esse vírus pertence ao grupo dos coronavírus, que recebe esse nome em razão da presença de moléculas proteicas chamadas espículas (*spike protein*, em inglês) que se projetam para fora do envoltório, lembrando uma coroa. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Vacinas e soros

As **vacinas** são produzidas utilizando-se os próprios patógenos enfraquecidos ou mortos, ou ainda parte de seu material genético. Elas promovem a **imunização ativa**, pois o corpo reage ativamente ao antígeno, produzindo anticorpos. Dessa forma, as vacinas nos garantem imunidade contra doenças, preparando o organismo para produzir anticorpos rapidamente caso entremos em contato com os patógenos causadores das doenças contra as quais elas foram produzidas.

Quando se inocula uma pequena quantidade de um antígeno pela primeira vez em um indivíduo sadio, há estímulo para a produção de anticorpos, que, após alguns dias, ficam disponíveis no sangue. É o que se chama **resposta imunitária primária**. Se esse indivíduo receber uma segunda inoculação do mesmo antígeno, a resposta imunológica será muito mais rápida e a produção de anticorpos, muito maior. É a chamada **resposta secundária**, relacionada ao mecanismo de memória, que é prontamente ativada quando o organismo volta a entrar em contato com o antígeno (**Fig. 6.5**). É nesse mecanismo que se baseiam as **vacinações**.

Outro tipo de imunização é a **passiva**, em que são introduzidos no organismo os anticorpos já prontos para o combate a um antígeno específico. É um tipo de imunização que se destina a desencadear uma resposta rápida do organismo, sendo esse o princípio no qual se baseiam os **soros**, como aqueles utilizados nos acidentes com animais peçonhentos. Nesses casos, não é possível esperar que o próprio organismo reaja produzindo anticorpos suficientes, já que esse processo é lento. Então, injeta-se no paciente um soro específico que já contém os anticorpos prontos para agir contra o veneno do animal.

Figura 6.5 Gráfico da concentração de anticorpos séricos na resposta primária e secundária a um antígeno

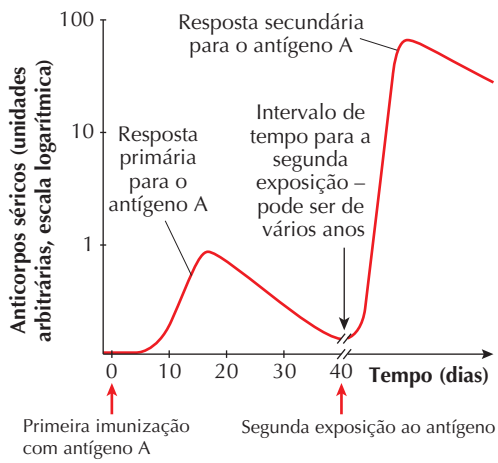


ILUSTRAÇÃO: ERICSSON GUILHERME LUCIANO

Fonte: CAMPBELL, N. A. *et al. Biology*. 11. ed. Nova York: Pearson, 2016.

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

SEMODERNA

Outro exemplo de imunização passiva ocorre ao longo da gestação, quando a criança recebe da mãe, pela placenta, anticorpos prontos. Além deles, pode receber outros durante a amamentação.

A imunização passiva é passageira, ao contrário da imunização ativa, que é relativamente duradoura. Isso ocorre porque, na imunização passiva, a pessoa recebe os anticorpos prontos para combater os antígenos antes mesmo de eles ativarem o sistema imunitário. Nesse caso, não há formação de memória imunológica.

Fique por dentro

Calendário Nacional de Vacinação

Consulte sua carteira de vacinação e compare-a com o calendário nacional de vacinação. Caso não esteja em dia com alguma vacina, procure um posto de saúde para atualizar a vacinação.

Disponível em: <https://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/vacinacao/calendario-vacinacao>. Acesso em: 17 ago. 2020.

Atividades

Registre em seu caderno

1. Indique a alternativa que apresenta as funções do sistema linfático.

a) Digestão e distribuição dos nutrientes para as células do corpo.

b) Captação e transporte de oxigênio para todo o organismo.

c) Controle das funções vitais por meio de hormônios e de impulsos nervosos.

d) Drenagem de líquidos dos tecidos e proteção contra agentes infecciosos.

e) Condução para os tecidos do excesso de líquido presente no sangue, ajustando a pressão sanguínea.

2. A primeira barreira contra a entrada de agentes estranhos ao corpo é a pele. Quando ela é rompida, alguns microrganismos, como bactérias, podem penetrar no corpo. Nesse caso o sistema imune age para destruir o invasor.

a) A resposta inicial efetuada pelas células sanguíneas é inespecífica (inata). Indique o processo e as células envolvidas.

b) Caso a resposta inicial não seja suficiente, o corpo ainda pode responder de forma específica. Quais são as células envolvidas nessa resposta?

3. Além de outros benefícios, o leite materno contém anticorpos que são transferidos para o bebê durante a amamentação, o que o torna temporariamente imune a algumas doenças.

a) Qual é o tipo de imunização promovida pela amamentação? Explique.

b) Por que essa imunização é temporária?

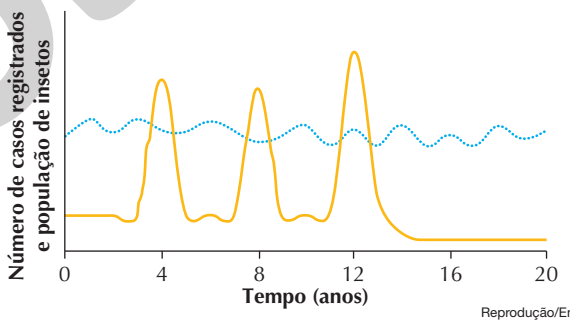
4. (Fuvest-SP) Um vírus foi identificado como a causa da morte de centenas de focas no Mar do Norte e no Báltico. Ao penetrarem no organismo, as primeiras células que esses vírus invadem e prejudicam são os macrófagos e os linfócitos.

a) Explique por que as focas infectadas tornam-se extremamente vulneráveis ao ataque de outros microrganismos patogênicos.

b) Especifique a função de cada uma das células mencionadas.

5. (Enem) O gráfico abaixo ilustra, de maneira hipotética, o número de casos, ao longo de 20 anos, de uma doença infecciosa e transmissível (linha cheia), própria de uma região tropical específica, transmitida por meio da picada de inseto. A variação na densidade populacional do inseto transmissor, na região considerada, é ilustrada (linha pontilhada). Durante o período apresentado, não foram registrados casos dessa doença em outras regiões.

Sabendo que as informações se referem a um caso típico de endemia, com um surto epidêmico a cada quatro anos, percebe-se que no terceiro ciclo houve um aumento do número de casos registrados da doença. Após esse surto, foi realizada uma intervenção que controlou essa endemia devido:



Reprodução/Enem.

a) à população ter se tornado autoimune.

b) à introdução de predadores do agente transmissor.

c) à instalação de proteção mecânica nas residências, como telas nas aberturas.

d) ao desenvolvimento de agentes químicos para erradicação do agente transmissor.

e) ao desenvolvimento de vacina que ainda não era disponível na época do primeiro surto.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

MODELO

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 2; 4; 7; 8; 9; 10
Habilidades: EM13CNT207; EM13CNT303; EM13LP28; EM13LP31

Como a educação pode auxiliar na identificação de fatos pseudocientíficos?

Reflita sobre a questão acima e registre suas ideias. Depois, leia o texto e responda às questões propostas.

Pseudociência (*pseudo*, do grego falso; *scientia*, do latim ciência) é um termo aplicado para descrever as linhas de pensamento baseadas em ideias preconcebidas, em função de crenças ou valores individuais. Muitas vezes, pessoas que se autointitulam cientistas realizam tentativas de experimentação ou observação com o objetivo de confirmar essas ideias, que são publicadas em livros e revistas com a aparência de um estudo científico, com a descrição de métodos, objetivos etc.

Atualmente, a velocidade com que essas informações são repassadas não permite, na maioria das vezes, que sejam feitas checagens da veracidade e da fundamentação científica. Por isso, ao confrontar esses relatos com as premissas científicas, nota-se a carência de uma metodologia clara, facilmente replicável e que garanta a observação dos mesmos resultados em um grupo significativo de indivíduos, além de uma conclusão isenta.

Há diversos exemplos de pseudociências (grafologia, astrologia etc.); entretanto, no campo das dietas de emagrecimento, elas têm se destacado. Encontradas facilmente na internet, revistas populares, redes sociais e recebidas em aplicativos de conversa, sem nenhum embasamento científico, podemos encontrar dietas que prometem o "corpo ideal" de forma rápida, isto é, grande perda de peso em pouco tempo, o que desperta o interesse de muitas pessoas. Mas o fato é que nem sempre elas são tão eficazes quanto prometem. Esses tipos de dietas restritivas podem até funcionar com algumas pessoas, mas nem todas alcançarão os mesmos resultados e, como são feitas sem acompanhamento médico, podem ainda ter efeito inverso, o ganho de peso, além de serem um risco à saúde.

Por isso, devemos sempre checar as fontes das informações, sejam as que encontramos ou recebemos, antes de acreditar nelas e sair divulgando. Sempre desconfie, analise e confronte os dados apresentados e nunca faça dietas sem o acompanhamento de um profissional.

O texto a seguir apresenta o que a Ciência preceitua a respeito das dietas e da alimentação saudável.

Neste mundo de dietas malucas, o que comer?

A cada dia aparece propaganda de um novo tipo de dieta, prometendo dar a qualquer pessoa um corpo escultural, rapidamente, sem dificuldades. Mas estudos científicos claramente demonstram que a população humana está cada vez mais obesa, e que problemas de saúde relacionados à obesidade estão aumentando. Isso sugere que ninguém está seguindo essas dietas miraculosas. Ou talvez elas não sejam tão simples e eficazes quanto prometem. No vasto mundo das dietas para perda de peso e na busca por melhor saúde, quais seriam as melhores recomendações científicas disponíveis? [...]

O primeiro ponto a ser avaliado em relação à obesidade e dietas é se, de fato, a pessoa que deseja perder peso precisa disso para ganhar saúde. Criaram-se padrões socialmente associados à saúde ou à estética corporal que não correspondem necessariamente aos associados pela ciência a maior sobrevida ou menor incidência de doenças.

Como exemplo, muitas modelos fotográficas têm parâmetros medicamente classificados como abaixo do recomendado (com índice de massa corpórea [IMC], ou o peso dividido pela altura ao quadrado, inferior a 18,5 kg/m^2), e essa faixa é associada a riscos à saúde bem maiores do que pesos na faixa normal de IMC (18,5 a 25 kg/m^2). Isso significa que corpos reconhecidos como ideais na nossa cultura atual não são ideais em termos de saúde. Embora haja críticas ao uso do IMC, sabe-se que até dentro da faixa de normalidade desse índice existe maior risco de morte e doença entre as pessoas com menor peso relativo (IMC de 18,5 a 23,5 kg/m^2) do que aquelas no limite superior da faixa normal (23,5 a 25 kg/m^2).

Portanto, tem muita gente com peso normal que gostaria de perder uma pequena "barriguinha" ou gordura localizada por motivos estéticos, mas que não terá nenhum ganho de saúde associado, e talvez até sofra prejuízos.

[...]

Existe um grupo grande de dietas para redução de peso que se baseia na restrição de carboidratos. Isso inclui linhas como "low carb", "paleo" e "cetogênicas". Todas preconizam diminuir a ingestão específica de carboidratos. Todas também levam mesmo à perda rápida de peso, pois inibem a secreção de insulina, que é o hormônio que leva ao depósito de gorduras. Mas será que isso é bom?

Recentemente, uma meta-análise (um tipo de estudo científico que analisa os resultados de muitos outros estudos juntos, e portanto é mais confiável que trabalhos individuais) examinou os efeitos de diferentes quantidades de carboidratos na dieta sobre a mortalidade humana, e demonstrou que tanto

Continua

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

EM REFORMA

muito carboidrato como muito pouco carboidrato aumentam a mortalidade. O ponto ideal de ingestão de carboidratos nesse estudo ficou entre 50 e 55% das calorias totais ingeridas. A conclusão, portanto, é que nem a falta nem o excesso de carboidratos (excesso que, de fato, engorda) são ideais.

[...]

Fica estabelecido, então, que dietas sem carboidratos não são o ideal. E dietas sem gorduras? É verdade que a gordura é bastante calórica. Uma refeição composta só de gorduras terá o dobro de calorias do que um prato com o mesmo peso, mas composto principalmente por proteínas ou carboidratos. É por isso que comer gorduras, de fato, engorda.

Mas está cada vez mais claro que gorduras não são vilões das dietas. São, de fato, necessárias: algumas vitaminas só podem ser encontradas nelas. Além disso, gordura tem várias funções benéficas. O excesso de gorduras não é bom porque é muito calórico, mas a inclusão de quantidades moderadas na dieta é saudável.

[...]

E proteínas? Será que devemos comer muita proteína, ou limitar nossas proteínas? Já vimos que dietas com excesso de proteínas levam à formação de gordura. Mas dietas veganas, que não incluem produtos de animais (ou, pelo menos, de animais visíveis – todo alimento contém animais microscópicos, por mais nojento que isso pareça!) são consideradas saudáveis, certo? Não é tão simples.

[...]

Estudos que levam características sociais e educacionais em conta mostram que não há diferenças significativas entre a saúde de vegetarianos e onívoros, podendo haver um leve prejuízo para a saúde na comunidade vegana. Novamente, a quantidade ideal de proteínas não é nem demais, nem de menos, mas moderação.

[...]

Finalmente, existe um grupo de dietas que propõem realizar "detoxificações", que geralmente consistem em jejuns associados a algum tipo de suplemento. É óbvio que jejuar faz perder peso (porque você não está comendo), mas, novamente, perder peso não é sinal automático de saúde.

Jejuar também não faz nada em termos de eliminar toxinas do seu corpo – seu fígado e seus rins fazem isso o tempo todo, em jejum ou não. Pelo contrário, jejum pode aumentar a quantidade circulante de acetona, que é uma toxina. Por esse mesmo motivo, outro tipo de dieta que tem ganhado atenção recente na mídia, o jejum intermitente, não parece ser a melhor maneira de evitar os problemas de saúde associados à obesidade.

De fato, a Associação Brasileira de Nutrição não recomenda seu uso, entre outras razões pelas evidências, em animais de laboratório, de que pode causar diabetes tipo II, apesar da perda de peso.

[...]

Falamos até agora de que dietas não seguir (basicamente qualquer dieta miraculosa da moda). Mas então, o que devemos comer? A resposta é que, cientificamente, há evidências claras que dietas moderadas em carboidratos, proteínas e lipídios, e, acima de tudo, variadas, são as ideais em termos de saúde a longo prazo.

Isso inclui evitar produtos industrializados, não porque tudo que é artificial é ruim, mas porque produtos industrializados tipicamente contêm altos teores de açúcar e gorduras, incluindo aqueles com rótulos *diet* ou *light* (*diet* significa que não tem açúcar, independentemente do teor calórico, e *light* significa uma redução nutricional de 30% ou mais em relação ao produto original, independentemente de qual o tipo de redução, ou do valor calórico do original).

Inclui dietas com vegetais e frutas diferentes e coloridos, grãos diversos, proteínas de fontes diferentes e gorduras, principalmente óleos; tudo em quantidade moderada. Para evitar obesidade e buscar saúde, vale também incluir exercício físico no seu dia a dia, e novamente não tem que ser nada radical, podendo até ser se movimentar mais em tarefas do dia a dia, como subir escadas ou brincar com crianças no jardim.

[...] a Ciência comprova que as dietas da moda que muito prometem não são aliadas da saúde. Muitas acabam levando à perda de peso sem ganho de saúde ou à perda de peso temporária, insustentável, num indesejável efeito sanfona. Infelizmente, não existe ainda dieta ou pílula miraculosa que traga um corpo esteticamente perfeito e saudável num estalar de dedos. A melhor dieta para a sua saúde é a que envolve continuidade, variedade e moderação.

Fonte: KOWALTOWSKI, A. Neste mundo de dietas malucas, o que comer? Disponível em: <https://revistaquestaodeciencia.com.br/index.php/artigo/2019/02/25/neste-mundo-de-dietas-malucas-o-que-comer>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Atividades

Registre em seu caderno

1. Para além das pseudociências apresentadas na primeira parte do texto, compartilhe com seus colegas outros exemplos que, no seu entender, se enquadram nessa classificação.
2. Sobre o texto "Neste mundo de dietas malucas, o que comer?", responda:
   a) Quem é o autor do texto? Em qual suporte ele foi divulgado?
   b) Pesquise sobre a missão da Revista *Questão de Ciência* e responda: qual é o papel desses meios de divulgação para o combate das pseudociências?
   c) Quais recursos são usados pelo autor para apontar as incoerências das dietas?

Continua

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

MODERNA

3. "Uma onda de misticismo sem precedentes assola o planeta." Já se passaram mais de dez anos desde que o jornalista científico Cássio Leite Vieira escreveu esta frase, mas a afirmativa ainda é verdadeira. Misticismo e ciência ainda são confundidos. O primeiro ganha mais adeptos a cada dia e o segundo continua sendo mal divulgado e interpretado.

Fonte: BARBOZA, E. F. U. *A informação como ferramenta contra a pseudociência*. Observatório da Imprensa, ed. 874, 2015.

- Que relação pode ser estabelecida entre a frase escrita pelo jornalista científico Cássio Leite Vieira e a ideia defendida no texto desta seção?

4. Retome o registro feito no início desta seção e reavalie sua resposta. Reflita sobre os perigos associados à adoção das dietas que prometem resultados rápidos e sobre a forma como elas são divulgadas na internet, em aplicativos de mensagens ou durante conversas nas academias. Com base nas discussões promovidas por essa seção, em trios, proponham uma sequência de etapas para confirmar a veracidade de informações veiculadas em diferentes mídias. Nela, explorem a importância do embasamento no conhecimento científico. Divulguem as propostas entre seus colegas.

Pensamento crítico e argumentação

Registre em seu caderno

Não vacinar deve ser considerado um crime?

O uso de **artigos de opinião** para se falar de temas científicos tem se tornado uma prática cada vez mais comum. Em razão dos fatores éticos relativos à emissão de opiniões que podem comprometer a segurança da população, é preciso estabelecer uma distinção importante entre o que é **fato** e o que é **opinião**. Diferenciar fato de opinião é imprescindível para avaliar afirmações e tomar decisões.

Chamamos de **fato** uma afirmação ou frase que pode ser verificada como verdadeira ou não. Os fatos são baseados em **evidências** e podem ser extraídos de informações científicas, documentos, leis, declarações etc. Isto é, são informações objetivas da realidade e fruto de observações e/ou pesquisas, podendo ser testados e/ou medidos. Por isso, dizemos que os fatos são verificáveis e universais, ou seja, não variam de pessoa para pessoa.

Em contrapartida, a **opinião** é baseada em crenças, julgamentos, sentimentos e ideias que uma pessoa tem sobre determinado assunto. Ter opinião é um direito, mas ela representa uma perspectiva individual e única de uma pessoa ou de um grupo, que pode ou não usar fatos para embasar um posicionamento. Dessa forma, podemos dizer que as opiniões são subjetivas e, por esse motivo, não é possível verificar se elas são verdadeiras ou não, podendo variar de pessoa para pessoa. Além disso, as opiniões podem mudar com o tempo, o que não ocorre com os fatos.

Agora, vamos considerar essas ideias-chave para refletir sobre a importância das vacinas do ponto de vista individual e da saúde coletiva.

1. Com base na distinção apresentada no texto introdutório da seção, classifique cada uma das sentenças a seguir em **fato** ou **opinião**, justificando sua escolha.

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 2; 4; 5; 7; 8; 10
Habilidades: EM13CNT207; EM13CNT301; EM13CNT304; EM13CNT310; EM13LGG101; EM13LP05; EM13LP15

a) Quando as doenças não ocorrem mais, as pessoas passam a se preocupar apenas com os possíveis efeitos colaterais ou reações de algumas vacinas e acabam decidindo por não se vacinar ou não vacinar os filhos.
b) O programa de vacinação brasileiro é considerado um dos mais eficientes do mundo, tanto por evitar várias doenças quanto por cobrir gratuitamente a população.
c) Muitas pessoas deixam de tomar vacinas porque acham que os efeitos colaterais e as reações das vacinas são muito danosos.
d) Se uma doença não existe mais, não há por que tomar vacina para preveni-la.
e) Muitas pessoas dizem que as vacinas não são seguras, pois contêm mercúrio, que se acumula no corpo. Porém, as vacinas atuais possuem um composto diferente do mercúrio, que é o etilmercúrio (tiomersal). O etilmercúrio pode se acumular na corrente sanguínea, mas eventualmente sairá do organismo humano.
f) Mesmo no caso de doenças controladas no Brasil, como poliomielite, sarampo e difteria, as vacinas são importantes para garantir a imunização da população, já que há doenças que ainda ocorrem em outras partes do mundo, havendo, portanto, chances de reintrodução de doenças.
g) Muitas pessoas que são contra as vacinas se baseiam em um trabalho fraudulento publicado em 1998 em uma revista científica de grande circulação. O trabalho que associava a vacina de sarampo à incidência de autismo

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

MODELO

Continua

e teve os dados manipulados por um pesquisador mal-intencionado, que foi desmascarado. Os danos causados por essa publicação, entretanto, permanecem até hoje.

2. Com base nos conteúdos sobre vacina vistos nesta Unidade, identifique ao menos uma informação presente nas sentenças da questão 1 que pode ser considerada cientificamente incorreta.

3. Leia o texto a seguir.

Não vacinar uma criança é contar demais com a clemência do acaso

O vírus da poliomielite invade frágeis corpos de bebês e de crianças pequenas com um objetivo muito claro: matá-las devagarinho, de maneira agonizante. Quando não logra êxito, em casos raros, deixa para trás estragos comparados ao rastro de furacões raivosos, com a diferença de cravar marcas que não se reparam com um reboco na parede ou um ajuste no telhado.

Contraí a paralisia infantil em meados da década de 1970, quando a doença teve um de seus picos no país. Havia pouca informação, eu morava num ermo de mundo e as campanhas não eram ostensivas como são hoje.

Nada disso justifica, mas ameniza de alguma forma as perdas irreparáveis causadas em minha estrutura muscular, óssea, neural e, sobretudo, emocional e familiar.

E hoje? O que leva uma família a não vacinar seu filho diante de uma oferta abundante de detalhes a respeito das consequências da infecção, de uma sucessão de chamados públicos para épocas de imunização, de as gotinhas chegarem em todos os pontos do Brasil, seja de charrete, seja de voadeira?

Até hoje, o poderoso vírus da pólio cobra sua fatura de mim — com dores posturais e perdas ósseas e musculares — como que se me lembrasse de nunca esquecer seu poder.

Uma maneira recente que ele encontrou de me atazanar é especialmente palpitante: minha filha, de quatro anos, especula em detalhes a minha condição, meio que entendendo minhas diferenças, meio que se condoendo pelas limitações do papai. "Pai, por que essa sua perninha não mexe quando a gente dança?".

[...]

O problema é que o vírus foge pela janela, pela fresta da porta e atinge o menino do vizinho que, num fenômeno raro, pode ficar doente mesmo que tenha sido vacinado. A recirculação do vírus da pólio em um ambiente em que a taxa de imunização da população não está perto dos 100% pode provocar uma catástrofe.

Não desdenho da minha condição física e da minha oportunidade de ter sobrevivido e de ser uma pessoa com deficiência. Muito pelo contrário, tenho uma oportunidade histórica de fazer algo por mais empatia, respeito e oportunidades a esse grupo feito minoria.

Dito isso, entre optar pela firme e segura proteção de um "serumano" contra uma fatalidade orgânica de grandes proporções ou lançá-lo à sorte da clemência do acaso por uma atitude integralmente tosca, não são necessários mais verbos de argumento: vacinem suas crianças.

Fonte: MARQUES, J. *Folha de S.Paulo*, 25 out. 2019. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2019/10/nao-vacinar-uma-crianca-e-contar-demais-com-a-clemencia-do-acaso.shtml>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Agora, responda às questões.

a) Há fatos para embasar o posicionamento defendido pelo autor? Dê exemplos.

b) Qual o posicionamento do autor em relação à vacinação? Indique trechos que evidenciam esse posicionamento.

c) Quais palavras ou expressões são usadas pelo autor para defender a opinião dele? Qual é o efeito dessas escolhas?

Tendo em vista as características dos artigos de opinião que exploramos nesta seção e na seção *Pensamento crítico e argumentação* da Unidade 1, vamos refletir sobre as implicações do crescimento dos movimentos antivacina.

4. Acesse e leia os artigos a seguir, que tratam da questão jurídica associada à vacinação, a fim de compreender a problemática.

- MODELLI, L. Quando deixar de vacinar é ilegal no Brasil. BBC Brasil, 24 jul. 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-44948072>. Acesso em: 25 ago. 2020.
- XAVIER, L. G. Projeto torna obrigatória caderneta de vacinação para matrícula na rede pública. Câmara dos Deputados. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/noticias/564345-projeto-torna-obrigatoria-caderneta-de-vacinacao-para-matricula-na-rede-publica/>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Em seguida, pesquise em fontes confiáveis outras evidências que possam ser usadas na construção de argumentos favoráveis ou contrários à criminalização da ação de não se vacinar. Usando as informações e os dados coletados, escreva um artigo de opinião com, pelo menos, 15 linhas posicionando-se sobre essa questão.

Caso a escola ou os estudantes não disponham de acesso à internet, providencie a impressão dos textos para realizar esta atividade.

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

MODERNA

Comunicação

Registre em seu caderno

[...] "Modelos de corpos sempre existiram, mas o modelo de corpo vigente não é real, é um projeto inalcançável, e criado propositadamente para vender dietas, exercícios, tratamentos que vão oferecer isso à sociedade", argumenta o pesquisador, ao citar a expressão "beleza da mídia", criada por Umberto Eco. "É essa beleza extremamente magra, livre de imperfeições", pontua [...].

Fonte: PACHECO, D. Discurso das novas dietas reforça padrões de beleza inalcançáveis. *Jornal da USP*, 28 mar. 2017. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-humanas/discurso-das-novas-dietas-reforca-padroes-de-beleza-inalcancaveis/>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 3; 4; 5; 7; 8; 9; 10
Habilidades: EM13CNT207; EM13CNT302; EM13CHS502; EM13LP17; EM13LP18

Você sabe o que é um *teaser*? O termo, em inglês, significa provocação. Por isso, essa ferramenta é muito utilizada em estratégias de *marketing* para instigar a curiosidade das pessoas com uma amostra do produto. Como vivemos na era digital, uma das principais aplicações têm sido os vídeos.

Com base na problemática apresentada no texto e na tirinha do Armandinho, vamos elaborar um *teaser* enaltecendo a diversidade de indivíduos, com acolhimento e sem preconceitos de qualquer natureza.

Etapa I – Pesquisa

Reúnam-se em grupo e analisem o trecho do texto e a tirinha do Armandinho. Em seguida, pesquisem mais sobre o tema, buscando compreender as diferentes formas como o padrão de beleza é imposto, se a beleza é vivenciada da mesma forma pelos diferentes gêneros e que consequências a imposição desse padrão pode trazer para a saúde física e mental. De maneira fundamentada, criem uma frase curta e chamativa para ser usada no *teaser*, definam o público-alvo e as estratégias para atingi-lo. Caso sintam necessidade, usem esta etapa para conhecer mais sobre a produção do *teaser*.

Etapa II – Escrita do roteiro e gravação

Durante a primeira fase desta etapa, reflitam e discutam sobre a importância da desnaturalização do preconceito, da intolerância e da discriminação. Em seguida, elaborem o roteiro, tendo em mente o público-alvo e o objetivo de valorizar e acolher a diversidade.

Para a segunda fase, busquem voluntários para a gravação e providenciem uma câmera digital ou um celular. Gravem e editem o *teaser*.

Etapa III – Divulgação

Considerando o público-alvo escolhido, determinem as melhores mídias sociais para atingi-lo e postem o *teaser* finalizado. Lembrem-se de usar as *hashtags* para impulsionar a produção, alcançando ainda mais pessoas.

Por envolver a exposição de imagem, oriente os estudantes a esclarecer os objetivos desta atividade para os voluntários e a solicitar a autorização para divulgação da imagem deles antes de realizarem as publicações.

Revise e amplie!

Registre em seu caderno

Agora que o trabalho com a Unidade foi finalizado, é o momento de autoavaliar seu aprendizado e identificar novos interesses para continuar aprendendo. Para isso, reflita sobre as questões a seguir.

- O que eu aprendi sobre a temática vida saudável?
- O que mais eu gostaria de saber sobre essa temática?

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

MODERNA

ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

Tabela periódica

1												13	14	15	16	17	18
1 **H** hidrogênio 1,008	2		legenda: número atômico **símbolo** nome massa atômica														2 **He** hélio 4,003
3 **Li** lítio 6,94	4 **Be** berílio 9,012											5 **B** boro 10,81	6 **C** carbono 12,01	7 **N** nitrogênio 14,01	8 **O** oxigênio 16,00	9 **F** flúor 19,00	10 **Ne** neônio 20,18
11 **Na** sódio 22,99	12 **Mg** magnésio 24,31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 **Al** alumínio 26,98	14 **Si** silício 28,09	15 **P** fósforo 30,97	16 **S** enxofre 32,06	17 **Cl** cloro 35,45	18 **Ar** argônio 39,95
19 **K** potássio 39,10	20 **Ca** cálcio 40,08	21 **Sc** escândio 44,96	22 **Ti** titânio 47,87	23 **V** vanádio 50,94	24 **Cr** crômio 52,00	25 **Mn** manganês 54,94	26 **Fe** ferro 55,85	27 **Co** cobalto 58,93	28 **Ni** níquel 58,69	29 **Cu** cobre 63,55	30 **Zn** zinco 65,38	31 **Ga** gálio 69,72	32 **Ge** germânio 72,63	33 **As** arsênio 74,92	34 **Se** selênio 78,97	35 **Br** bromo 79,90	36 **Kr** criptônio 83,80
37 **Rb** rubídio 85,47	38 **Sr** estrôncio 87,62	39 **Y** ítrio 88,91	40 **Zr** zircônio 91,22	41 **Nb** nióbio 92,91	42 **Mo** molibdênio 95,95	43 **Tc** tecnécio	44 **Ru** rutênio 101,1	45 **Rh** ródio 102,9	46 **Pd** paládio 106,4	47 **Ag** prata 107,9	48 **Cd** cádmio 112,4	49 **In** índio 114,8	50 **Sn** estanho 118,7	51 **Sb** antimônio 121,8	52 **Te** telúrio 127,6	53 **I** iodo 126,9	54 **Xe** xenônio 131,3
55 **Cs** césio 132,9	56 **Ba** bário 137,3	57–71 lantanídios	72 **Hf** háfnio 178,5	73 **Ta** tântalo 181,0	74 **W** tungstênio 183,8	75 **Re** rênio 186,2	76 **Os** ósmio 190,2	77 **Ir** irídio 192,2	78 **Pt** platina 195,1	79 **Au** ouro 197,0	80 **Hg** mercúrio 200,6	81 **Tl** tálio 204,4	82 **Pb** chumbo 207,2	83 **Bi** bismuto 209,0	84 **Po** polônio	85 **At** astato	86 **Rn** radônio
87 **Fr** frâncio	88 **Ra** rádio	89-103 actinídios	104 **Rf** rutherfórdio	105 **Db** dúbnio	106 **Sg** seabórgio	107 **Bh** bóhrio	108 **Hs** hássio	109 **Mt** meitnério	110 **Ds** darmstádtio	111 **Rg** roentgênio	112 **Cn** copernício	113 **Nh** nihônio	114 **Fl** fleróvio	115 **Mc** moscóvio	116 **Lv** livermório	117 **Ts** tennesso	118 **Og** oganessônio

57 **La** lantânio 138,9	58 **Ce** cério 140,1	59 **Pr** praseodímio 140,9	60 **Nd** neodímio 144,2	61 **Pm** promécio	62 **Sm** samário 150,4	63 **Eu** európio 152,0	64 **Gd** gadolínio 157,3	65 **Tb** térbio 158,9	66 **Dy** disprósio 162,5	67 **Ho** hólmio 164,9	68 **Er** érbio 167,3	69 **Tm** túlio 168,9	70 **Yb** itérbio 173,1	71 **Lu** lutécio 175,0
89 **Ac** actínio	90 **Th** tório 232,0	91 **Pa** protactínio 231,0	92 **U** urânio 238,0	93 **Np** netúnio	94 **Pu** plutônio	95 **Am** amerício	96 **Cm** cúrio	97 **Bk** berquélio	98 **Cf** califórnio	99 **Es** einstênio	100 **Fm** férmio	101 **Md** mendelévio	102 **No** nobélio	103 **Lr** laurêncio

Fonte consultada: IUPAC. *Periodic table of the elements*. Disponível em: <https://iupac.org/wp-content/uploads/2018/12/IUPAC_Periodic_Table-01Dec18.jpg>. Acesso em: 24 jul. 2020.

MODERNA

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

Tabelas para consulta

Alguns grupos orgânicos substituintes

Número de átomos de carbono	Fórmula estrutural e nome do grupo substituinte*
1	$-CH_3$ Metil
2	$-CH_2-CH_3$ Etil; $-CH=CH_2$ Vinil
3	$-CH_2-CH_2-CH_3$ Propil; $-CH(CH_3)-CH_3$ Isopropil
4	$-CH_2-(CH_2)_2-CH_3$ Butil; $-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$ Isobutil; $-CH(CH_3)-CH_2-CH_3$ *Sec*-butil; $-C(CH_3)_2-CH_3$ *Terc*-butil
5	$-CH_2-(CH_2)_3-CH_3$ Pentil; $-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$ Isopentil; $-CH_2-C(CH_3)_2-CH_3$ Neopentil; $-C(CH_3)_2-CH_2-CH_3$ *Terc*-pentil
6	Fenil
7	Benzil

* Os nomes dos grupos substituintes terminados em **-il** ganham a vogal terminal "a" (assumindo a terminação "ila") quando não são usados como prefixos.

Fonte consultada: PANICO, R. *et al*. *Guia IUPAC para a nomenclatura de compostos orgânicos*. Tradução portuguesa, nas variantes europeia e brasileira. Tradução de José Augusto Rosário Rodrigues *et al*. Lisboa: Lidel, 2002.

Nomenclatura sistemática dos compostos orgânicos monofuncionais

Número de átomos de carbono (prefixo)	Ligação entre átomos de carbono (infixo)	Classe de compostos (sufixo)
1 (met) 2 (et) 3 (prop) 4 (but) 5 (pent) 6 (hex) 7 (hept) 8 (oct) 9 (non) 10 (dec)	Apenas ligações simples (an) Uma ligação dupla (en) Duas ligações duplas (dien) Três ligações duplas (trien) Uma ligação tripla (in) Duas ligações triplas (diin) Três ligações triplas (triin) Uma ligação dupla e uma ligação tripla (enin)	Hidrocarboneto (o) Álcool e fenol (ol) Aldeído (al) Cetona (ona) Ácido carboxílico (oico) Amina (amina) Amida (amida)

Fonte consultada: PANICO, R. *et al*. *Guia IUPAC para a nomenclatura de compostos orgânicos*. Tradução portuguesa, nas variantes europeia e brasileira. Tradução de José Augusto Rosário Rodrigues *et al*. Lisboa: Lidel, 2002.

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

MODERNA

Respostas

UNIDADE 1

Tema 1

1. a
3. Faltam $n = 3{,}125 \cdot 10^{19}$ elétrons
4. **a)** $F_{el} = \frac{1}{3} \cdot F_{el}$
b) $F_{el} = \frac{8}{9} \cdot F_{el}$
5. $F_{el} = 81$ N
6. $F_{el} = 4$ N
7. $E_R = \sqrt{7} \cdot \frac{k \cdot q}{L^2}$
8. c
9. d
10. $Q_1 \simeq 2{,}1 \cdot 10^{-6}$ C

Tema 2

1. b
2. $i = 25$ A
3. $\frac{n}{\Delta t} = 6{,}25 \cdot 10^{18}$ elétrons s^{-1}
4. $Q = 12\ \mu C$
5. $E_{el} = 8{,}82 \cdot 10^{-3}$ J
6. $P = 7{,}65$ W
7. **a)** $\Delta Q = 21.600$ C
b) $m = 7{,}92$ g
8. $i_1 = 0{,}3$ A; $i_2 = 0{,}6$ A
9. c

Tema 3

1. a
3. d
4. b
8. d
9. c
10. b
12. c

Tema 4

1. d
2. e
3. b
4. **a)** C_9H_8O
6. d
8. e

Tema 5

1. e
2. d
3. **a)** C_6H_7N
7. b

Tema 6

1. d
2. c
3. d
4. d
5. a
8. a
9. e

UNIDADE 2

Tema 1

1. b
2. $V_2 = \frac{4}{3}V_1$
3. $V_2 \simeq 18.430\ cm^3$
4. Diminuirá; 90,9%
5. **a)** $n \simeq 2{,}86$ mols
b) $m \simeq 80$ g
c) $V \simeq 12{,}2$ L
6. d
7. a

Tema 2

1. **a)** Diminui
b) $\mathcal{C} = 17{,}5$ J; pelo gás
2. $\Delta U = 4.986$ J
3. $U = 600$ J
4. $U_{final} = 600$ J
5. e
6. Elevará; elevará.
7. **a)** $T_2 = 525$ K
b) $\Delta U = 225$ J
8. **a)** $p_A = 8{,}31 \cdot 10^5\ N\ m^{-2}$
b) $\mathcal{C} = 8.310$ J
c) $\Delta U = 12.465$ J
d) $Q = 20.775$ J
9. **a)** B (maior) e A (menor)
b) $T_A \simeq 120$ K; $T_B \simeq 723$ K
c) $\mathcal{C}_{A \to B} = 8.000$ J; $\mathcal{C}_{B \to C} = 0$; $\mathcal{C}_{C \to A} = -4 \cdot 10^3$ J
d) $Q_{total} = 4.000$ J

Tema 3

1. a
2. d
3. **a)** $C_{18}H_{36}O_2$
6. b
7. Energia total = 1.136 kJ. Tempo de corrida ≈ 25 minutos.
8. **b)** 60
10. b

Tema 4

1. d
2. c
3. $K_a(HX) > K_a(HZ)$
7. e
8. **a)** Concentração de ácido acético é 0,056 mol L^{-1}.
9. **a)** pH = 6,56
10. **a)** $SrCO_3$
b) $[CO_3^{2-}] = 1{,}0 \cdot 10^{-3}$ mol L^{-1}.

Tema 5

1. b
2. d
5. b
7. d
8. e
10. c

Tema 6

1. d
5. e

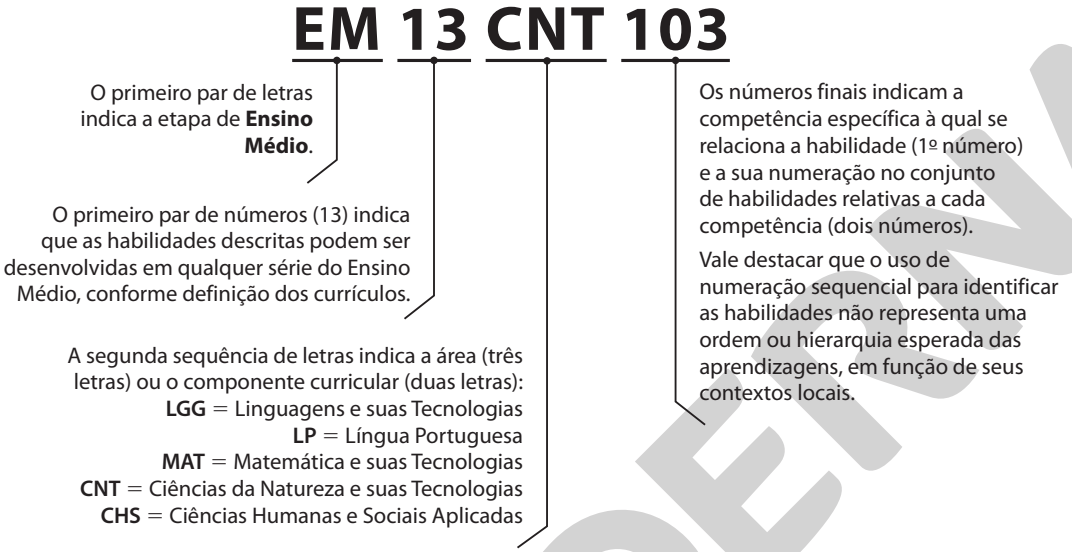
MODERNA

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

Por dentro da BNCC

A BNCC é um documento que apresenta os conhecimentos mínimos que todos os estudantes do Brasil devem aprender durante a Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio). Esses conhecimentos estão estruturados em competências e habilidades. Há 10 competências gerais, e cada área de conhecimento possui competências específicas e habilidades.

Cada habilidade, além do texto que a define, possui um código alfanumérico, como o mostrado a seguir. Veja o que cada parte do código significa.



Na tabela a seguir, você pode verificar o texto das competências e das habilidades que estão sendo mobilizadas no desenvolvimento das unidades deste volume.

Competências gerais da Educação Básica
1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
8. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

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

MODERNA

Competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias
Competência específica 1 Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.
(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.
(EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.
(EM13CNT107) Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais –, para propor ações que visem a sustentabilidade.
Competência específica 2 Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).
(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).
(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.
(EM13CNT207) Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.
Competência específica 3 Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).
(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

Continua

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

MP MODERNA

Continuação

(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.
(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.
(EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.
(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.
(EM13CNT310) Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.
Competências específicas e habilidades de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas
Competência específica 1 Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir da pluralidade de procedimentos epistemológicos, científicos e tecnológicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a eles, considerando diferentes pontos de vista e tomando decisões baseadas em argumentos e fontes de natureza científica.
(EM13CHS101) Identificar, analisar e comparar diferentes fontes e narrativas expressas em diversas linguagens, com vistas à compreensão de ideias filosóficas e de processos e eventos históricos, geográficos, políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais.
Competência específica 3 Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem e promovam a consciência, a ética socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.
(EM13CHS304) Analisar os impactos socioambientais decorrentes de práticas de instituições governamentais, de empresas e de indivíduos, discutindo as origens dessas práticas, selecionando, incorporando e promovendo aquelas que favoreçam a consciência e a ética socioambiental e o consumo responsável.
Competência específica 5 Identificar e combater as diversas formas de injustiça, preconceito e violência, adotando princípios éticos, democráticos, inclusivos e solidários, e respeitando os Direitos Humanos.
(EM13CHS502) Analisar situações da vida cotidiana, estilos de vida, valores, condutas etc., desnaturalizando e problematizando formas de desigualdade, preconceito, intolerância e discriminação, e identificar ações que promovam os Direitos Humanos, a solidariedade e o respeito às diferenças e às liberdades individuais.
(EM13CHS504) Analisar e avaliar os impasses ético-políticos decorrentes das transformações culturais, sociais, históricas, científicas e tecnológicas no mundo contemporâneo e seus desdobramentos nas atitudes e nos valores de indivíduos, grupos sociais, sociedades e culturas.
Competências específicas e habilidades de Matemática e suas Tecnologias
Competência específica 1 Utilizar estratégias, conceitos e procedimentos matemáticos para interpretar situações em diversos contextos, sejam atividades cotidianas, sejam fatos das Ciências da Natureza e Humanas, das questões socioeconômicas ou tecnológicas, divulgados por diferentes meios, de modo a contribuir para uma formação geral.
(EM13MAT101) Interpretar criticamente situações econômicas, sociais e fatos relativos às Ciências da Natureza que envolvam a variação de grandezas, pela análise dos gráficos das funções representadas e das taxas de variação, com ou sem apoio de tecnologias digitais.
(EM13MAT102) Analisar tabelas, gráficos e amostras de pesquisas estatísticas apresentadas em relatórios divulgados por diferentes meios de comunicação, identificando, quando for o caso, inadequações que possam induzir a erros de interpretação, como escalas e amostras não apropriadas.
Competências específicas e habilidades de Linguagens e suas Tecnologias
Competência específica 1 Compreender o funcionamento das diferentes linguagens e práticas culturais (artísticas, corporais e verbais) e mobilizar esses conhecimentos na recepção e produção de discursos nos diferentes campos de atuação social e nas diversas mídias, para ampliar as formas de participação social, o entendimento e as possibilidades de explicação e interpretação crítica da realidade e para continuar aprendendo.

Continua

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

MODERNA

Continuação

(EM13LGG101) Compreender e analisar processos de produção e circulação de discursos, nas diferentes linguagens, para fazer escolhas fundamentadas em função de interesses pessoais e coletivos.
(EM13LGG103) Analisar o funcionamento das linguagens, para interpretar e produzir criticamente discursos em textos de diversas semioses (visuais, verbais, sonoras, gestuais).
Competência específica 2 Compreender os processos identitários, conflitos e relações de poder que permeiam as práticas sociais de linguagem, respeitando as diversidades e a pluralidade de ideias e posições, e atuar socialmente com base em princípios e valores assentados na democracia, na igualdade e nos Direitos Humanos, exercitando o autoconhecimento, a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, e combatendo preconceitos de qualquer natureza.
(EM13LGG204) Dialogar e produzir entendimento mútuo, nas diversas linguagens (artísticas, corporais e verbais), com vistas ao interesse comum pautado em princípios e valores de equidade assentados na democracia e nos Direitos Humanos.
Habilidades de Língua Portuguesa
(EM13LP04) Estabelecer relações de interdiscursividade e intertextualidade para explicitar, sustentar e conferir consistência a posicionamentos e para construir e corroborar explicações e relatos, fazendo uso de citações e paráfrases devidamente marcadas.
(EM13LP05) Analisar, em textos argumentativos, os posicionamentos assumidos, os movimentos argumentativos (sustentação, refutação/contra-argumentação e negociação) e os argumentos utilizados para sustentá-los, para avaliar sua força e eficácia, e posicionar-se criticamente diante da questão discutida e/ou dos argumentos utilizados, recorrendo aos mecanismos linguísticos necessários.
(EM13LP13) Analisar, a partir de referências contextuais, estéticas e culturais, efeitos de sentido decorrentes de escolhas de elementos sonoros (volume, timbre, intensidade, pausas, ritmo, efeitos sonoros, sincronização etc.) e de suas relações com o verbal, levando-os em conta na produção de áudios, para ampliar as possibilidades de construção de sentidos e de apreciação.
(EM13LP15) Planejar, produzir, revisar, editar, reescrever e avaliar textos escritos e multissemióticos, considerando sua adequação às condições de produção do texto, no que diz respeito ao lugar social a ser assumido e à imagem que se pretende passar a respeito de si mesmo, ao leitor pretendido, ao veículo e mídia em que o texto ou produção cultural vai circular, ao contexto imediato e sócio-histórico mais geral, ao gênero textual em questão e suas regularidades, à variedade linguística apropriada a esse contexto e ao uso do conhecimento dos aspectos notacionais (ortografia padrão, pontuação adequada, mecanismos de concordância nominal e verbal, regência verbal etc.), sempre que o contexto o exigir.
(EM13LP17) Elaborar roteiros para a produção de vídeos variados (*vlog*, videoclipe, videominuto, documentário etc.), apresentações teatrais, narrativas multimídia e transmídia, *podcasts*, *playlists* comentadas etc., para ampliar as possibilidades de produção de sentidos e engajar-se em práticas autorais e coletivas.
(EM13LP18) Utilizar *softwares* de edição de textos, fotos, vídeos e áudio, além de ferramentas e ambientes colaborativos para criar textos e produções multissemióticas com finalidades diversas, explorando os recursos e efeitos disponíveis e apropriando-se de práticas colaborativas de escrita, de construção coletiva do conhecimento e de desenvolvimento de projetos.
(EM13LP28) Organizar situações de estudo e utilizar procedimentos e estratégias de leitura adequados aos objetivos e à natureza do conhecimento em questão.
(EM13LP31) Compreender criticamente textos de divulgação científica orais, escritos e multissemióticos de diferentes áreas do conhecimento, identificando sua organização tópica e a hierarquização das informações, identificando e descartando fontes não confiáveis e problematizando enfoques tendenciosos ou superficiais.
(EM13LP42) Acompanhar, analisar e discutir a cobertura da mídia diante de acontecimentos e questões de relevância social, local e global, comparando diferentes enfoques e perspectivas, por meio do uso de ferramentas de curadoria (como agregadores de conteúdo) e da consulta a serviços e fontes de checagem e curadoria de informação, de forma a aprofundar o entendimento sobre um determinado fato ou questão, identificar o enfoque preponderante da mídia e manter-se implicado, de forma crítica, com os fatos e as questões que afetam a coletividade.
(EM13LP44) Analisar formas contemporâneas de publicidade em contexto digital (*advergame*, anúncios em vídeos, *social advertising*, *unboxing*, narrativa mercadológica, entre outras), e peças de campanhas publicitárias e políticas (cartazes, folhetos, anúncios, propagandas em diferentes mídias, *spots*, *jingles* etc.), identificando valores e representações de situações, grupos e configurações sociais veiculadas, desconstruindo estereótipos, destacando estratégias de engajamento e viralização e explicando os mecanismos de persuasão utilizados e os efeitos de sentido provocados pelas escolhas feitas em termos de elementos e recursos linguístico-discursivos, imagéticos, sonoros, gestuais e espaciais, entre outros.
(EM13LP45) Analisar, discutir, produzir e socializar, tendo em vista temas e acontecimentos de interesse local ou global, notícias, fotodenúncias, fotorreportagens, reportagens multimidiáticas, documentários, infográficos, *podcasts* noticiosos, artigos de opinião, críticas da mídia, *vlogs* de opinião, textos de apresentação e apreciação de produções culturais (resenhas, ensaios etc.) e outros gêneros próprios das formas de expressão das culturas juvenis (*vlogs* e *podcasts* culturais, *gameplay* etc.), em várias mídias, vivenciando de forma significativa o papel de repórter, analista, crítico, editorialista ou articulista, leitor, vlogueiro e *booktuber*, entre outros.

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

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

PÓS-MODERNA

Bibliografia

ATKINS, P.; DE PAULA, J. de. *Physical chemistry*. 8. ed. Nova York: W. H. Freeman and Company, 2006.

O livro apresenta conceitos aprofundados e deduções das equações da físico-química.

ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de Química*: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Tradução de: Ricardo Bicca de Alencastro. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

O livro apresenta os conceitos fundamentais estudados em Química.

BERG, J. M.; TYMOCZKO, J. L.; STRYER, L. *Bioquímica*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

O livro aborda os estudos da área da Bioquímica, relacionando-os aos conceitos da fisiologia humana.

BERLITZ, H. D. *Food Chemistry*. 4. ed. revista e ampliada. Berlin: Springer, 2009. BRASIL. Ministério da Saúde. *RDC Nº 269/2003*. Brasília: Anvisa, 2003.

O livro aborda temas como alergias alimentares, conceitos e aplicações da Química agrícola e nutrição.

BETTS, J. G. *et al. Anatomy and Physiology*. Houston: OpenStax, 2013. Disponível em: <https://openstax.org/books/anatomy-and-physiology/pages/22-5-transport-of-gases>. Acesso em: 4 ago. 2020.

O livro aborda conceitos de anatomia e fisiologia humana.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Guia alimentar para a população brasileira*. Brasília, 2014.

O documento aborda os princípios e as recomendações de uma alimentação adequada.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Relatório de monitoramento Clínico do HIV*. Brasília, 2017.

O *site* apresenta um relatório de monitoramento clínico do HIV do ano de 2016 e primeiro semestre de 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Vigitel Brasil 2018*. Brasília: Ministério da Saúde, 2019.

O arquivo traz estimativas sobre a frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas.

BRUICE, P. Y. *Organic Chemistry*. 4. ed. Nova Jersey: Pearson Education, 2003.

O livro apresenta diferentes recursos visuais para facilitar o entendimento dos mecanismos de reações orgânicas.

CALLAWAY, E. The race for coronavirus vaccines: a graphical guide. *Nature*, 28 abr. 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-020-01221-y>. Acesso em: 4 ago. 2020.

O artigo apresenta dados sobre a busca pela vacina contra a covid-19.

CAMPBELL, N. A. *et al. Biology*. 11. ed. Nova Iorque: Pearson, 2016.

O livro trata de diversos temas relacionados à área das Ciências Biológicas.

CAREY, F. *Química Orgânica*. Tradução de: Kátia A. Roque, Jane de Moura Menezes e Telma Regina Matheus. 7. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011. v. 1.

O livro aborda conceitos da Química Orgânica, enfatizando os mecanismos fundamentais das reações orgânicas.

CARVALHO, A. M. P. D. (org.). *Ensino de Ciências*: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning Editores, 2004.

O livro é uma coletânea de pesquisas do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

CHANG, R.; GOLDSBY, K. A. *Química*. 11. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

O livro aborda os aspectos gerais da Química, introduzindo os conceitos fundamentais dessa ciência.

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. *The Feynman Lectures on Physics*. 2. ed. Addison Wesley, 2005. v. 1.

O livro reúne o conteúdo das aulas ministradas por Richard Feynman aos seus alunos, nos anos de 1960, do Instituto de Tecnologia da Califórnia.

FLOWERS, S.; ROUSH, R.; WISE, J. *Concepts of Biology*. Houston: Openstax, 2013.

O livro aborda conceitos básicos de Biologia, promovendo a alfabetização científica.

GLOBAL ROAD SAFETY PARTNERSHIP. *Beber e dirigir*: manual de segurança de trânsito para profissionais de trânsito e de saúde. Genebra, 2017. Disponível em: <https://www.grsproadsafety.org/wp-content/uploads/Beber-e-Dirigir_Portuguese.pdf>. Acesso em: 4 ago. 2020.

Manual de segurança de trânsito que mostra o panorama mundial dos acidentes de trânsito provocados pelo consumo de bebidas alcoólicas.

GREF – Grupo de Reelaboração de Ensino de Física. *Física 3*: Eletromagnetismo. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2007.

O livro destaca a relevância prática da área de Física.

GREF – Grupo de Reelaboração de Ensino de Física. *Física 2*: Térmica. 4. ed. São Paulo: Edusp, 1999.

O livro apresenta conceitos da Termodinâmica.

GREINER, W.; NEISE, L.; STÖCKER, H. *Thermodynamics and statistical mechanics*. Springer Science & Business Media, 2012.

O livro apresenta uma abordagem conceitual das leis da Termodinâmica.

GRIFFIN, J. E.; WILSON, J. D. *Metabolic control and disease*. 8. ed. Philadelphia: Saunders, 1980.

O livro aborda aspectos do metabolismo basal humano.

GUERRA, A.; REIS, J. C.; BRAGA, M. A. B. Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no ensino médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 21, n. 2, p. 224-248, 2004.

Estudo sobre a reflexão histórico-filosófica da primeira fase do eletromagnetismo, de 1820 a 1832, destacando sua importância e aplicabilidade no ensino de Ciências.

GÜNTÜRK, I. *et al*. Efeito protetor da N-acetilcisteína na ototoxicidade por cisplatina em ratos: um estudo com testes auditivos e microscopia eletrônica de varredura. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, São Paulo, v. 86, n. 1, 2020.

O artigo mostra o efeito preventivo da N-acetilcisteína na ototoxicidade por cisplatina.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. *Tratado de fisiologia médica*.10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

O livro aborda conceitos de fisiologia e fisiopatologia humana.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física, volume II*: gravitação, ondas e Termodinâmica. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

O livro apresenta os fundamentos da gravitação, ondas e termodinâmica.

HERMAN, Irving. *Physics of the human body*. Springer Science & Business Media, 2007.

O livro aborda conceitos e princípios básicos da Física, para a compreensão do funcionamento do corpo humano.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*: texto e atlas. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

O livro trata de conceitos fundamentais da Histologia.

KLEIN, D. *Organic Chemistry*. 2. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2015.

Livro específico da área da Química Orgânica com abordagem que procura desenvolver a proficiência nas habilidades essenciais desse campo de estudo.

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

CÓPIA

KRAPP, J. Pesquisa revela dados sobre o consumo de drogas no Brasil. *Fiocruz Notícias*, 8 ago. 2019. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/pesquisa-revela-dados-sobre-o-consumo-de-drogas-no-brasil>. Acesso em: 4 ago. 2020.

O *site* apresenta dados de uma pesquisa que avaliou os parâmetros epidemiológicos do uso de drogas no Brasil.

LI, P. *et al*. (ed.). *Mineralization in natural and synthetic biomaterials*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

O livro aborda a aplicação da tecnologia na produção de novos materiais para aplicações biomédicas.

LIDE, D. R. (editor da versão para internet). *Handbook of Chemistry and Physics*. 96. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

Manual de referências bibliográficas que compila dados de constantes, resultados experimentais e propriedades físicas e químicas.

LIMA, L. M. (org.). *Exames bioquímicos*: guia prático para o clínico. Rio de Janeiro: Rubio, 2016.

O livro trata dos principais conceitos sobre marcadores laboratoriais e as lesões ocasionadas a órgãos e tecidos.

LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. Fontes, formação, reatividade e quantificação de hidrocarbonetos policíclicos (HPA) na atmosfera. *Química Nova*, v. 19, n. 5, 1996.

O artigo apresenta aspectos históricos e científicos da liberação dos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos no ambiente.

LOSQUI, Y. R. *et al*. Atividade de *Bacharis trimera* (Less.) DC. (Asteraceae) sobre cultura de células *in vitro*. *Rev. Bras. Farmacogn*., v. 19, n. 4, 2009.

O artigo mostra os malefícios à saúde do uso indiscriminado de plantas medicinais e de medicamentos sintéticos.

MARSH, P. D.; MARTIN, M. V. *Oral microbiology*. 5. ed. London: Elsevier, 2009.

O livro aborda a patogenicidade de microrganismos para a compreensão da microbiologia oral.

MILLER, K. R.; LEVINE, J. S. *Biology*. 3. ed. New Jersey: Pearson Educations, Prentice Hall, 2010.

O livro aborda conceitos básicos de Biologia.

NELSON, D. L.; COX, M. M. *Lehninger principles of biochemistry*. 3. ed. Nova York: Worth Publisher, 2000.

O livro detalha os conceitos mais complexos da área de Bioquímica.

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de Física básica*. São Paulo: Edgard Blücher, 2002. v. 2.

O livro aborda os fundamentos básicos da Física, com uma ampla abordagem conceitual e qualitativa.

POLIAKOFF, M.; LICENCE, P. Sustainable technology: green chemistry. *Nature*, n. 450, p. 810-812, dez. 2007.

O artigo aborda os princípios da Química Verde na produção de compostos, utilizando processos industriais sustentáveis.

POSTLETHWAIT, J. H.; HOPSON, J. L. *Life*. Boston: Cengage Learning, Inc., 2011.

O livro trata de assuntos referentes à Biologia e apresenta imagens que facilitam a compreensão das temáticas.

RAVEN, P. *et al*. *Biology*. 9. ed. Pennsylvania: McGraw-Hill Education, 2008.

O livro apresenta o conteúdo geral de Biologia, utilizando o método científico como abordagem.

REECE, J. B. *et al*. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

O livro trata de conceitos fundamentais da Biologia.

REGULAÇÃO da pressão arterial: o sistema renina-angiotensina-aldosterona. *Manual MSD*. Disponível em: <https://www.msdmanuals.com/pt-br/casa/multimedia/figure/cvs_regulating_blood_pressure_renin_pt>. Acesso em: 4 ago. 2020.

O *site* apresenta explicações ilustradas de como ocorre a regulação da pressão arterial pelo sistema renina-angiostensina-aldosterona.

SADAVA, D. *et al*. *Vida*: a ciência da Biologia. Tradução de: Carla Denise Bonan *et al*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3.

O livro apresenta os conceitos de Biologia de forma detalhada.

SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. *Princípios de Física*. São Paulo: Cengage Learning, 2015. v. 2 e 3.

O livro apresenta conceitos e princípios básicos da Física, em especial do Eletromagnetismo e da Termodinâmica.

SOBOTTA, J. *Atlas de Anatomia Humana*. 24. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

O atlas traz imagens detalhadas da anatomia do corpo humano em alta qualidade.

SOLOMON, E. P.; BERG, L. R.; MARTIN, D. W. *Biology*. 5. ed. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1999.

O livro aborda os conceitos gerais da área das Ciências Biológicas.

SOLOMONS, G.; FRYHLE, C. *Química Orgânica*. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001. v. 1.

O livro trata dos conceitos fundamentais da Química Orgânica com abordagem acessível e que facilita a aprendizagem.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Physics for scientists and engineers*. 6. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2008.

O livro é uma coletânea de diversos tópicos de Física.

TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. *Princípios de anatomia e fisiologia*. 14. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

O livro aborda conceitos relacionados à anatomia e fisiologia humana.

TORTORA, G. J.; NIELSEN, M. T. *Princípios de anatomia humana*. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

O livro aborda conceitos relacionados à anatomia humana, com texto acurado e rico em ilustrações.

TORTORA, G. J.; GRABOWSKI, S. R. *Corpo humano*: fundamentos de anatomia e fisiologia. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

O livro aborda conceitos relacionados à anatomia e fisiologia humanas.

TRUSSELL, J. Contraceptive efficacy. *In*: HATCHER, R. A. *et al*. *Contraceptive technology*: nineteenth revised edition. Nova York: Ardent Media, 2007.

O artigo traz dados percentuais de uma pesquisa feita nos Estados Unidos que compara a tecnologia contraceptiva.

UNAIDS. *Saúde Pública e a supressão viral do HIV*. Brasília, 2017.

O artigo apresenta o objetivo principal da terapia antirretroviral, que é manter a boa saúde das pessoas com HIV.

VOLLHARDT, P.; SCHORE, N. *Química Orgânica*: estrutura e função. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

O livro apresenta conceitos da Química Orgânica e uma introdução às aplicações biológicas, médicas e industriais dessa ciência.

WARDLAW, G. M.; SMITH, A. M. *Nutrição contemporânea*. 8. ed. Porto Alegre: McGrawHill, 2013.

O livro apresenta os macro e micronutrientes, além de aspectos nutricionais relacionados em diversos estágios da vida.

ZEMANSKY, M. W.; DITTMAN, R. H. *Heat and thermodynamics*. 6. ed. McGraw-Hill, 1981.

O livro enfoca os conceitos de Calor e Termodinâmica.

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

MODERNA

MODERNA

ISBN 978-65-5779-052-6