SÔNIA LOPES
SERGIO ROSSO

Editora responsável:
MAÍRA ROSA CARNEVALLE

CIÊNCIAS DA NATUREZA LOPES & ROSSO

Poluição e Movimento

MATERIAL DE DIVULGAÇÃO.
VERSÃO SUBMETIDA À AVALIAÇÃO.
Código da coleção: 0194P21203
Código da obra: 0194P21203136

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

Poluição e Movimento

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

MANUAL DO PROFESSOR

1ª edição

São Paulo, 2020

MODERNA

Elaboração de originais

Artur Guazzelli Leme Silva

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

Bianca Trama Freitas

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

Carlos Mariz de Oliveira Teixeira

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

Fabio Rizzo de Aguiar

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

Graciele Almeida de Oliveira

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

Ivo Bernardi de Freitas

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

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.

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.

Rodolfo Tasca

Bacharel e licenciado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (SP). Mestre em Química na área de Físico-Química pela Universidade Estadual de Campinas (SP). Professor.

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: Márcia Leme, Renato da Rocha

Coordenação de pesquisa iconográfica: Luciano Baneza Gabarron

Pesquisa iconográfica: Márcia Mendonça

Coordenação de *bureau*: Rubens M. Rodrigues

Tratamento de imagens: Ademir Francisco Baptista, 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

MODERNA

Suplemento para o professor

Caro Professor,

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

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

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

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

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

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

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

Conte conosco e bom trabalho!

Os Autores.

MODERNA

Sumário

Orientações gerais sobre a Coleção V

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

Organização e proposta da Coleção VII

Organização do Livro do estudante VIII

Organização do Suplemento para o professor X

Sugestões de uso da Coleção X

Pressupostos teóricos da Coleção XI

Aspecto teórico-metodológico na perspectiva da alfabetização científica XI

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

A argumentação na perspectiva da alfabetização científica XIII

A importância das práticas investigativas para a alfabetização científica XIII

O pensamento computacional e o ensino de Ciências da Natureza XVI

Alfabetização midiática: do acesso à criação de mídias XVII

A leitura inferencial como objeto de conhecimento XVIII

O jovem do Ensino Médio como protagonista XIX

Ressignificando o papel do professor e sua prática pedagógica XX

Metodologias ativas XXI

Rotinas de pensamento XXI

Avaliação a serviço da aprendizagem XXII

Justificativa e objetivos deste volume XXIV

Referências bibliográficas XXV

Orientações específicas por Unidade XXVIII

Unidade 1 Combustíveis e motores XXVIII

Unidade 2 Esportes LXIII

Resoluções das atividades XC

MODERNA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

EM PROVA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

EM MODERNA

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

Organização e proposta da Coleção

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

MODERNA

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

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

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

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

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

Organização do Livro do estudante

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

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

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

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

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

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

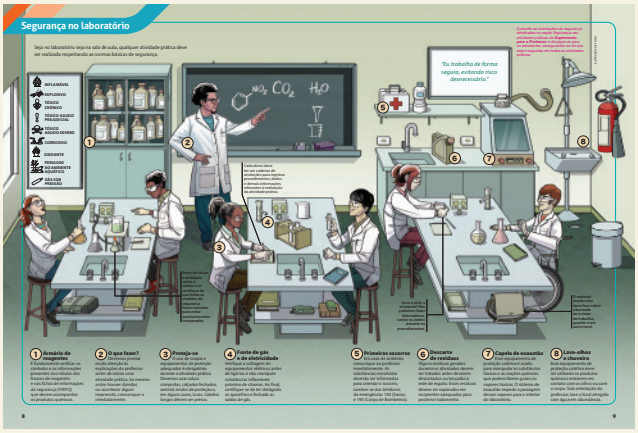
Presentes em algumas Unidades, os **Boxes +** trazem informações contextualizadas em relação aos assuntos trabalhados, principalmente concernentes a aspectos das culturas tradicionais, como indígenas e quilombolas.

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

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

MODERNA

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



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

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

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

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

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

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

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

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

EM ABERTA

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

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

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

Organização do Suplemento para o professor

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

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

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

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

Sugestões de uso da Coleção

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

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

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

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

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

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

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

Organização bimestral

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

Organização trimestral

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

Organização semestral

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

REPRODUÇÃO PROIBIDA

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

Pressupostos teóricos da Coleção

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

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

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

Aspecto teórico-metodológico na perspectiva da alfabetização científica

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

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

Quando se resgata a educação científica comprometida com a cidadania, a alfabetização científica assume papel de superar a reprodução de conceitos científicos destituídos de significados e de sentidos e de levar em consideração a natureza do conhecimento 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 ABERTA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

A abordagem CTS contemplada na Coleção vai ao encontro da função social do ensino 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.

REPRODUÇÃO

A argumentação na perspectiva da alfabetização científica

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

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

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

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

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

A importância das práticas investigativas para a alfabetização científica

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

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

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

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

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

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

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

EM PROVA

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

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

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

O professor deve estar atento aos procedimentos na preparação de atividades experimentais. Nesta obra, as atividades são pensadas de maneira que os estudantes não sejam expostos a riscos físicos; o cuidado em requerer materiais de baixo custo também foi uma preocupação da Coleção. Além da segurança, também há a preocupação com o fator ambiental, indicando sempre a maneira correta para o descarte. Além disso, não são propostas atividades de aulas práticas com manipulação, dissecção, coleta e vivissecção de animais, já que está prática somente é permitida em Instituições de Ensino Superior ou Instituições de Ensino Médio Técnico na área Biomédica e que possuam Comitê de Ética e Pesquisa 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 MODELO

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

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

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

- **Segurança nas atividades práticas**

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

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

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

Pictogramas de risco

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

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

Aquecimento e eletricidade

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

Trabalho com gases

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

Prevenção e atendimento de acidentes

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

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

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

EM MODERNA

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

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

Descarte de resíduos

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

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

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

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

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

O pensamento computacional e o ensino de Ciências da Natureza

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

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

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

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

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

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

PROIBIDA

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

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

Segundo André (2018, p. 105),

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

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

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

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

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

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

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

Alfabetização midiática: do acesso à criação de mídias

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

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

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

EM MODERNA

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

As propostas da BNCC com o uso de mídias e tecnologias se articulam com o documento *Alfabetização midiática e informacional: diretrizes para a formulação de políticas e estratégias* publicado em 2011 pela Unesco (WILSON *et al*., 2013). De acordo com os autores desse documento, a alfabetização midiática e informacional relaciona-se diretamente ao usufruto do direito à liberdade de expressão. Seguindo essa perspectiva de alfabetização midiática, Klosterman, Sadler e Brown (2012) pesquisaram o uso dos meios de comunicação de massa voltados para a resolução de problemas 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).

MODERNA

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

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

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

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

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

O jovem do Ensino Médio como protagonista

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

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

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

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

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

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

EDIÇÃO

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

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

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

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

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

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

Ressignificando o papel do professor e sua prática pedagógica

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

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

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

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

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

EM MODERNA

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

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

Metodologias ativas

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

De acordo com Bacich e Moran (2018, p. 25) as "metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem [...] ao seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo, experimentando, desenhando, criando, com orientação do professor." Dessa forma, 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 nessa Coleção, não busca classificar nem selecionar os estudantes, pelo contrário, é impulsionadora da aprendizagem dele, levando em consideração seus aspectos cognitivos, afetivos e sociais, além de ser promotora da melhoria do ensino. Esses dois processos são dinâmicos e complementares.

Concordamos com Luckesi (2011) quando aponta que:

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

Nesta 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.

OBRA COMPLETA

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

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

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

- **Mapa conceitual**

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

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

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

- **Debate**

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

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

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

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

CÓPIA

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?".

Justificativa e objetivos deste volume

Diariamente somos expostos a inúmeras imagens e mensagens que promovem a satisfação plena com base em modelos de consumo desenfreado. No entanto, os impactos desse consumo são extremamente prejudiciais, contribuindo para a mudança climática global, a exploração de recursos, o aumento das desigualdades sociais e de conflitos. A juventude atual, nesse contexto, assume um papel significativo na disseminação de novos comportamentos, que envolvem não só hábitos de consumo mais sustentáveis, cujos aspectos perpassam desde a alimentação e as práticas esportivas até a forma de interação com o ambiente. Dentro dessa perspectiva, o presente volume traz duas temáticas relevantes ao contexto atual de mundo, cujas escolhas foram embasadas nos Temas Contemporâneos Transversais da BNCC e nos objetivos do desenvolvimento sustentável 3 e 13 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. Dessa forma, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e a Coleção, por meio da articulação com outras áreas do conhecimento, assumem uma posição fundamental na formação integral dos estudantes, assegurando acesso à diversidade de conhecimentos científicos existentes e aos principais processos, práticas e procedimentos da Ciência, além de promover reflexões acerca do impacto de suas decisões no mundo, na sociedade e sobre si mesmos.

Assim, 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 – Combustíveis e motores
Reconhecer a biosfera como um complexo de relações entre os seres vivos e os componentes físicos.
Compreender a estrutura dos ecossistemas e como ocorre o fluxo de energia e os ciclos de matéria.
Avaliar os riscos à saúde e os impactos ambientais associados à queima de combustíveis fósseis e aos produtos gerados nas reações de combustão.
Analisar a conservação de matéria e os aspectos quantitativos das reações químicas.
Realizar previsões sobre sistemas térmicos considerando os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre o seu funcionamento.
Avaliar transformações e conservações em sistemas que envolvem quantidade de energia, para realizar previsões sobre o seu funcionamento em atividades cotidianas.
Analisar questões e interpretar modelos explicativos por meio do entendimento do funcionamento de ciclos termodinâmicos visando o desenvolvimento de aplicações sob uma perspectiva científica.
Compreender os conhecimentos de Ciências da Natureza para justificar o uso seguro de instrumentos de medição do caráter ácido-base das substâncias e na separação de misturas.
Analisar a demanda desde a geração até o consumo da energia elétrica considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, o custo/benefício, a produção de resíduos e os impactos à vida dos seres.
Reconhecer que ações antrópicas afetam o equilíbrio térmico da Terra, colaborando com o aquecimento global e suas consequências.
Compreender o papel da atmosfera no efeito estufa e a importância deste fenômeno para a vida na Terra.
Reconhecer a influência do pensamento científico na proposição de políticas públicas nas conferências ambientais.
Identificar a influência de fatores socioeconômicos na tomada de decisões por órgãos internacionais para o ambiente.
Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência de combustíveis fósseis com base em textos e mídias de divulgação científica.
Avaliar resenhas críticas reconhecendo suas características e estrutura.
Selecionar e referenciar informações para a produção de resenha crítica aprofundada e com posicionamento claro.
Refletir sobre os próprios impactos dos hábitos de vida e consumo.
Propor mudanças que diminuam o impacto causado por atividades antrópicas.
Unidade 2 – Esportes
Compreender os níveis de organização da vida e como eles se relacionam.
Relacionar os conhecimentos de alguns tecidos, que formam os órgãos, com atitudes para manter a saúde do corpo.
Compreender a estrutura e o funcionamento dos sistemas esquelético, muscular e cardiovascular.
Reconhecer a prática de atividade física com uma das formas de cuidar da saúde.
Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito do movimento unidimensional de diversos corpos.
Analisar questões, elaborar hipóteses e previsões usando modelos explicativos que permitam descrever movimentos em duas dimensões.
Compreender as propriedades físico-químicas das substâncias com ênfase nas classificações funcionais da Química Orgânica e nas relações estrutura-propriedades, como ferramenta no estudo das substâncias que afetam a prática esportiva.
Avaliar as consequências do uso indiscriminado de substâncias bioativas por pessoas saudáveis e atletas, relacionando com as políticas antidopagem existentes.
Compreender diversas formas de divulgação de trabalhos científicos e suas estruturas.
Analisar e debater, com base em argumentos, situações que envolvam a questão do *doping* e suas implicações individuais e coletivas sob o ponto de vista ético.
Produzir resenhas críticas de forma individual e colaborativa respeitando suas características textuais para a produção de sentidos no contexto científico.
Valorizar a prática de esportes independentemente do gênero.
Combater a discriminação e a segregação em diferentes contextos, promovendo a equidade e o respeito à diversidade por meio de peça publicitária.

EDIÇÃO MODERNA

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.

MODELO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

MODELO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

MODERNA

UNIDADE 1 Combustíveis e motores

Abertura

Objetivos de aprendizagem

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

- Reconhecer e analisar criticamente o papel dos ciclos biogeoquímicos no equilíbrio atmosférico.
- Identificar e discutir o papel negativo das alterações atmosféricas na perda da biodiversidade e para a vida humana.
- Analisar e discutir as vivências dos jovens e os desafios socioambientais, em nível local e regional, diante da promoção da saúde e do bem-estar.
- Relatar ações de caráter individual e coletivo que possam mitigar os efeitos negativos da dependência tecnológica e sua relação com o aumento da poluição atmosférica no planeta.
- Reconhecer e avaliar os impactos das tecnologias nas alterações climáticas e nas decisões político-ambientais.
- Analisar as práticas institucionais e governamentais relativas ao cuidado com o ambiente.
- Analisar diferentes tipos de dados (gráficos e tabelas) e relações de grandeza para interpretar criticamente a situação ambiental do planeta.
- Utilizar diferentes formas de representação e linguagens para discutir a temática ambiental.
- Mapear soluções e formular, em diferentes linguagens, propostas baseadas na consciência socioambiental e solidária para reduzir individual e coletivamente os impactos do aquecimento global.

Subsídios para o planejamento

O objetivo desta abertura é promover reflexões iniciais sobre o papel da espécie humana nos ciclos biogeoquímicos, analisando as interferências antrópicas de forma integral. Para tanto, a abertura pode ser conduzida pelos professores dos seguintes componentes curriculares da área de Ciências da Natureza: **Biologia, Física** ou **Química**. As ponderações sugeridas permitem, também, um trabalho em conjunto com as equipes das áreas de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, Linguagens e Matemática.

Inicie a abertura organizando um grande círculo para a realização de uma atividade que possibilitará o levantamento de conhecimentos prévios e a integração da turma. Entregue a cada estudante uma folha avulsa em branco e peça a eles que separem algumas canetas coloridas. Escreva no quadro de giz a seguinte pergunta: "Como podemos explicar visualmente o aquecimento global?". Informe aos estudantes que eles deverão responder à pergunta por meio de desenhos e/ou esquemas e de forma coletiva. Esclareça que a atividade será a seguinte: (i) os estudantes deverão iniciar um desenho e/ou esquema na folha em branco, visando responder à pergunta exposta no quadro de giz; (ii) quando ouvirem de você a palavra "passa", deverão passar a folha para o colega do lado direito; (iii) ao receber a folha do colega do lado esquerdo, o estudante deverá continuar o esquema ou desenho da melhor forma possível, mantendo o foco na resposta da pergunta proposta; (iv) ao ouvirem a palavra "passa", a folha deverá novamente ser passada para o estudante da direita. A atividade deverá prosseguir até que haja desenhos e/ou esquemas completos ou até que as folhas tenham dado uma volta completa no círculo. Antes de começar a atividade, certifique-se de que todos compreenderam a dinâmica e que o foco da representação a ser desenvolvida é a resposta à pergunta escrita no quadro de giz. Essa atividade contribui para desenvolver as **Competências Gerais 4 e 9**, pois os estudantes devem expressar suas ideias na forma de esquemas e/ou desenhos por meio de uma dinâmica coletiva e colaborativa, exercitando o respeito, o acolhimento e a valorização das ideias dos demais.

Ao terminar a primeira etapa da atividade, promova uma discussão com a turma. Algumas perguntas orientadoras para esse momento podem ser:

1. Quais foram as principais dificuldades para representar o aquecimento global?
2. O que vocês notaram de diferente e de semelhante entre as representações?
3. Como a sua representação mudou ao longo da colaboração dos demais colegas?
4. Agora que vocês têm uma representação em mãos, como definiriam o aquecimento global?

Para essa discussão, é importante ter em mente que as instruções da atividade permitem tanto representações esquemáticas (ilustrando, por exemplo, a incidência de raios solares no globo terrestre e os diferentes caminhos que eles podem percorrer ao entrar em contato com a atmosfera, os ciclos biogeoquímicos associados aos gases estufa etc.) como representações mais artísticas (com imagens que remetem à poluição antrópica). Além disso, o caráter coletivo da construção das figuras pode levar a mudanças nas concepções originais dos estudantes, que podem ter imaginado uma representação, mas acabaram terminando com outra. Esses pontos são valiosos para a discussão. Ao longo dela, peça aos estudantes que tentem explicar as ilustrações que têm em mãos e que respondam às perguntas orientadoras. Enquanto isso, procure fazer registros no quadro de giz das ideias que eles trouxeram durante esse processo reflexivo. Nas etapas de elaboração coletiva das representações, bem como ao longo de toda a discussão, o desenvolvimento das habilidades

NÃO OFICIAL

EM13CNT105, **EM13LGG101** e **EM13LGG302** poderá ser favorecido por meio da reflexão sobre o aquecimento global, considerando as alterações nos ciclos biogeoquímicos, pela compreensão e pela análise de diferentes ideias, em diversas linguagens, de forma colaborativa para se posicionarem a respeito do tema.

Dando prosseguimento, exiba o vídeo do *Nexo Jornal* (2016) indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Organize os estudantes em pequenos grupos e informe-os de que deverão assistir ao vídeo e responder a algumas questões. Registre as questões no quadro de giz, leia-as com eles e oriente-os a fazer anotações ao longo do vídeo.

1. Quando o termo *aquecimento global* passou a ser utilizado?
2. De quanto foi a alteração da temperatura média do planeta de 1880 a 2016? E quais são as projeções para 2100?
3. Como é medida a alteração da temperatura média do planeta?
4. Cite os fatores naturais e os fatores humanos que podem ter impacto no aquecimento global.
5. Como a atividade vulcânica pode interferir no aquecimento global?
6. Qual é a principal diferença entre as curvas de fatores naturais e de fatores humanos no gráfico apresentado no vídeo?
7. O que se pode concluir olhando as curvas da temperatura média do planeta e a de fatores humanos desde 1950?
8. O que foi a COP-21 e qual medida do acordo é destacada no vídeo com relação à temperatura global até o final do século XXI?

Depois de exibir o vídeo, dê tempo aos grupos para que formalizem as respostas por escrito e abra uma discussão para compartilhar suas anotações e discutir as questões. Para orientar essa discussão, tenha em mente que as questões propostas seguem o andamento do vídeo e são respondidas explicitamente ao longo dele. Ao discutir as questões 3; 6 e 7, o desenvolvimento das habilidades **EM13MAT101** e **EM13MAT102** poderá ser favorecido, pois envolvem a interpretação de variações de temperatura por meio da análise de gráficos.

As discussões das questões 4 e 5 permitem trabalhar a habilidade **EM13CNT105**, visto que tratam de ciclos biogeoquímicos e efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos. Já a questão 8, relacionada aos acordos governamentais para implantar práticas que minimizem a elevação da temperatura do planeta, possibilita explorar a habilidade **EM13CHS304**, que pode ainda ser aprofundada com questões complementares originadas de um planejamento em conjunto com professores da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

Na sequência, mantenha os grupos e oriente-os a fazer a leitura das imagens e do texto de abertura desta Unidade. Então, questione-os, por meio de uma discussão coletiva, quais são as relações que eles podem estabelecer entre essas informações e as atividades anteriores realizadas com a turma. Nesse momento, as habilidades **EM13LGG101** e **EM13LGG302** poderão ser aprofundadas, em uma situação que requer análise de gráficos para compreensão das causas e das propostas em torno do aquecimento global. Pergunte a eles se já tinham ouvido falar dos acordos mencionados no texto de abertura ou de outros eventos e/ou acordos sobre o clima. Um planejamento em conjunto com professores da equipe da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas pode ajudar a abordar a relevância histórica, política e socioambiental desses acordos, bem como o papel do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, sigla do inglês *Intergovernmental Panel on Climate Change*) para políticas e acordos climáticos. Ao discutir esses pontos, o desenvolvimento das habilidades **EM13CHS304** e **EM13CHS202** poderá ser favorecido, tendo em vista que essa discussão passa pela análise da tecnologia na dinâmica contemporânea, sobretudo na questão ambiental, assim como pelo impacto das políticas ambientais para minimizar esses efeitos. Como sugestão para o preparo dessa discussão, recomendamos a leitura dos textos de Wolffenbüttel (2007) e de Quadros (2017), indicados na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Munidos das reflexões realizadas nas etapas anteriores, peça aos estudantes que respondam individualmente à questão proposta na abertura da Unidade. Tanto as discussões realizadas coletivamente quanto o texto de abertura trazem elementos que podem ajudar nessa análise. O planejamento conjunto com professores da área de Linguagens e suas Tecnologias poderá ajudar a enriquecer essa discussão. É importante que os estudantes relatem os contrastes na imagem díptica. Após essa discussão e, se julgar interessante, incentive-os a fazer registros fotográficos de problemas ambientais observados nos bairros onde moram e a montar dípticos, como os do artista turco Uğur Gallenkuş. Caso ache oportuno, outras imagens de obras do artista (facilmente obtidas na internet) podem ser compartilhadas com os estudantes para inspirar a criatividade deles. Essa etapa pode ajudar a desenvolver as habilidades **EM13LGG101** e **EM13LGG302**, pois os estudantes vão analisar as produções do artista Uğur Gallenkuş, compreender seu processo criativo e utilizar seu trabalho para se posicionar criticamente em relação aos problemas ambientais que identificam no bairro onde vivem, favorecendo assim o trabalho com a **Competência Geral 3**.

Após essa discussão, sugira uma reflexão sobre o ativismo juvenil em pautas socioambientais, temática trazida no final do texto de abertura. Instigue os estudantes a pensar no papel da juventude em questões sociais, políticas e ambientais locais. Uma conversa coletiva sobre o tema é um momento que possibilita explorar a habilidade **EM13CNT207**, pois leva-os a discutir os desafios contemporâneos aos quais a juventude está exposta.

Ainda em grupos, peça aos estudantes que listem problemas locais e regionais relacionados à poluição atmosférica e às suas consequências em escalas mais amplas. Essa reflexão permite trabalhar as habilidades **EM13CNT203** e **EM13CNT206**, ao avaliar os efeitos das intervenções humanas nos ecossistemas e pensar na necessidade de preservar a biodiversidade para a garantia da sustentabilidade do planeta. Durante a discussão nessa etapa da atividade, procure incentivá-los a estabelecer relações entre os problemas listados e o papel da tecnologia e das decisões políticas, favorecendo, assim, o trabalho com a habilidade **EM13CHS202**.

Peça aos estudantes que façam uma autocrítica sobre os hábitos que eles têm que contribuem para o agravamento de problemas ambientais, além de avaliarem qual tem sido

MANUAL DO PROFESSOR

o posicionamento deles diante da realidade socioambiental local e regional. Durante a reflexão, sugira a eles que proponham ações que visem à melhoria na qualidade de vida da população e que também protejam o meio ambiente, como melhorias no transporte público, uso de combustíveis renováveis, descarte adequado de resíduos, controle do uso de materiais agressivos ao meio ambiente etc. A organização dessas proposições pode se basear na leitura, pelos estudantes, de Ortiz (2018), indicada na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Nesse momento, as habilidades **EM13CNT104** e **EM13CNT309** poderão ser favorecidas, uma vez que os estudantes são incentivados a refletir sobre os efeitos do que consomem no seu dia a dia, desde o impacto do processo produtivo até o descarte dos materiais, além de refletir sobre o uso de combustíveis fósseis nos meios de transporte e nas indústrias. Além disso, ao mapear e formular propostas de atuação crítica, com consciência socioambiental e pensando em um consumo responsável, eles desenvolvem as habilidades **EM13LGG304** e **EM13LGG305**, além da **Competência Geral 10**. De forma complementar, pode-se sugerir-lhes que produzam imagens virtuais para serem postadas *on-line*, combinando as sugestões listadas às produções dos dípticos inspirados na imagem da obra de Uğur Gallenkuş.

- **Objetivos e avaliação diagnóstica**

As questões propostas no quadro **Pense nisso!** estão relacionadas às habilidades do Ensino Fundamental e referem-se aos temas abordados na Unidade. Com elas almeja-se levantar os conhecimentos prévios dos estudantes. Assim, ao trabalhar as questões procure estar atento às dificuldades apresentadas pelos estudantes e compartilhe com os professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias os possíveis obstáculos encontrados. Além de contribuírem para uma avaliação diagnóstica dos estudantes, as questões podem ajudar no planejamento.

A questão proposta para o **Tema 1** busca avaliar a compreensão dos estudantes acerca dos múltiplos fatores que podem interferir em sistemas ecológicos como as cadeias alimentares, objetos de conhecimento das habilidades **EF04CI04** e **EF04CI06**. Essa aprendizagem é fundamental para aprofundar os estudos sobre os componentes dos ecossistemas, as interações alimentares que ocorrem entre os organismos que os compõem e como ocorre o fluxo de energia e a ciclagem da matéria nos ambientes.

O questionamento associado ao **Tema 2** traz um olhar para a lei de conservação das massas, foco da habilidade **EF09CI02**. A compreensão sobre reagentes, produtos e balanço de massa em uma reação química é importante para que os estudantes sejam capazes de aprender sobre os aspectos quantitativos e qualitativos das reações de combustão, completa e incompleta, em situações cotidianas.

A questão relacionada ao **Tema 3** remete aos conhecimentos associados às transformações às quais os diferentes materiais do cotidiano estão sujeitos, mobilizando, assim, a habilidade **EF04CI02**. Esse conhecimento é pré-requisito para os estudantes compreenderem como ocorrem as dilatações de materiais, bem como as transformações gasosas.

Para o **Tema 4**, a questão proposta permite levantar conhecimentos associados às habilidades **EF04CI03**, **EF07CI04** e **EF07CI05**. Assim, os estudantes terão que demonstrar a relação entre calor e trabalho, bem como apresentar argumentos, com base em informações confiáveis, para a utilização de máquinas térmicas a vapor no contexto climático atual. O aprendizado advindo dessa etapa de ensino é essencial, pois oferece subsídios para os estudantes entenderem como máquinas térmicas e frigoríficas operam em ciclos termodinâmicos, de acordo com a segunda lei da Termodinâmica.

A questão do **Tema 5** está associada aos conhecimentos descritos nas habilidades **EF07CI05**, **EF07CI12** e **EF09CI02**. Tanto o reconhecimento das alterações químicas ocorridas nas transformações entre reagentes e produtos quanto a compreensão dos efeitos dos diferentes tipos de combustível serão importantes para a formulação de uma resposta. Esse conhecimento é necessário para que os estudantes ampliem seus estudos acerca da composição química e das propriedades dos compostos presentes nos combustíveis fósseis.

Na questão do **Tema 6** os estudantes mobilizam conhecimentos associados às habilidades **EF07CI08**, **EF07CI12** e **EF07CI13**. Avaliar os impactos dos desequilíbrios ambientais causados em nível local e global, identificar a composição dos gases atmosféricos, reconhecendo as espécies e os mecanismos que regem o efeito estufa, são aprendizagens essenciais para que os estudantes consigam aprofundar seus conhecimentos em relação à dinâmica da atmosfera e assim compreender os padrões climáticos, avaliando os impactos das atividades antrópicas no clima global.

Tema 1 – Estrutura dos ecossistemas, fluxo de energia e ciclo da matéria

Objetivos de aprendizagem

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

- Reconhecer a biosfera como um complexo de relações entre os seres vivos e os fatores físicos e químicos (abióticos).
- Conhecer a estrutura dos ecossistemas e como ocorrem o fluxo de energia e os ciclos da matéria.
- Analisar o ciclo do carbono e interpretar a influência das atividades dos seres humanos nos fenômenos naturais.
- Entender as relações alimentares entre os seres vivos como parte do processo do ciclo de matéria e do fluxo de energia.

Subsídios para o planejamento

O conteúdo deste Tema deve ser ministrado pelo professor do componente curricular **Biologia**. Durante o estudo dos ciclos biogeoquímicos, o Tema permite interações com o professor do componente curricular **Química**, desenvolvendo, assim, a habilidade **EM13CNT105**. É possível conectar o parte do conteúdo com a área de Ciências Sociais Aplicadas ao abordar a estrutura da Terra e os impactos antrópicos no ambiente. O Tema também permite ressaltar a importância do equilíbrio ecológico e os problemas provocados por algumas atividades humanas. A seguir, sugerimos diferentes abordagens para os tópicos tratados neste Tema, que organizamos em etapas para facilitar a condução da aula.

REPRODUÇÃO

• 1ª etapa - O planeta Terra e a Biosfera

Ecologia é um dos temas centrais no estudo da Biologia; por isso é necessário que os fundamentos e os componentes principais sejam bem compreendidos. Inicie o estudo questionando os estudantes sobre as camadas que formam o planeta Terra, desde a superfície até o interior. Eles possivelmente a dividirão em crosta, manto e núcleo. Peça-lhes que citem as características que lembrarem de cada uma dessas camadas. Então, solicite que visualizem a **figura 1.1** no Livro do estudante e explique com mais detalhes as camadas da Terra, mencionando aspectos como a densidade, a composição, a temperatura e a pressão que caracterizam cada uma delas. Depois, pergunte a eles se conhecem as esferas da Terra. Esse é um conceito de geociências que divide a Terra em hidrosfera, litosfera, atmosfera e biosfera. Alguns autores denominam as porções congeladas do planeta de criosfera. Se os estudantes não demonstrarem conhecimento sobre o assunto, diga quais são as esferas e peça a eles que deduzam a que parte do planeta elas se referem de acordo com o nome de cada uma. Esclareça as dúvidas que surgirem. Neste momento será favorecido o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT202**, tendo em vista que são abordados conceitos fundamentais em ecologia e geologia, que incluem noções de geociências. É valorizado também o desenvolvimento da **Competência Geral 1** já que versa sobre os conhecimentos historicamente construídos e permite desenvolver a empatia e o respeito por meio do diálogo. Peça aos estudantes que formem trios e realizem a atividade a seguir.

Material

- Papel e caneta

Procedimento

1. Divida a folha em quatro quadrantes.
2. Cada quadrante representará uma das esferas da Terra. Inclua a criosfera na hidrosfera.
3. Escreva o nome de três elementos que caracterizam cada uma das esferas.
4. No verso da folha, proponha situações em que a interação entre duas esferas fique evidente. Considere o local (esfera) inicial de onde o elemento sai para o local (esfera) de destino. Por exemplo, água da chuva sendo absorvida pelo lençol freático = atmosfera – litosfera. Procure pensar em situações que mostrem o maior número das várias combinações possíveis.

Ao final da atividade, fomente uma discussão com base nas respostas apresentadas pelos grupos. Assim, os estudantes terão uma visão ampla da constante interação entre as esferas da Terra e as competências e habilidades já mencionadas serão reforçadas.

• 2ª etapa - A teoria de Gaia

Solicite aos estudantes que, ainda organizados em trios, leiam o tópico **A teoria de Gaia** no Livro do estudante e depois leiam o texto de Firmo (2020) sobre a relação do coronavírus e a hipótese de Gaia, indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Na sequência, apresente as seguintes questões aos estudantes e peça que as respondam no caderno.

1. O que significa a afirmação: "a Terra é um planeta em que a vida controla a manutenção da própria vida"?
2. Quais propriedades dos seres vivos poderiam ser atribuídas ao planeta Terra para que ele fosse considerado por alguns um superorganismo?
3. O que seria um sistema resiliente?

Promova uma discussão entre os grupos, pedindo a cada um deles que leia as respostas apresentadas. Incentive os estudantes a ouvirem com atenção os colegas e a proporem ajustes e complementações às respostas, sempre com respeito ao trabalho dos demais. Caso seja necessário, aproveite o momento para esclarecer as dúvidas sobre os textos lidos. Por meio dessa etapa são desenvolvidas a habilidade **EM13CNT202**, visto que são explorados os fundamentos da ecologia, e a **Competência Geral 9**, uma vez que os estudantes são convidados a discutir suas respostas com respeito e empatia.

Respostas:

1. O sentido da afirmação é que na Terra os seres vivos afetam o ambiente criando condições para sua própria existência.
2. A autorregulação, além de tender a um equilíbrio dinâmico dos seus componentes e da organização hierárquica.
3. Um sistema resiliente é aquele que sofre alteração em razão de perturbações, mas tende a retornar ao estado original de equilíbrio.

• 3ª etapa - Definição de ecossistemas

Aborde, então, o tópico **Definição de ecossistemas**. Para tratar desse tópico, sugerimos que os estudantes comecem trabalhando individualmente. Peça-lhes que redijam um breve texto descritivo, em uma folha avulsa, sobre um ambiente natural. Pode ser o local onde vivem, algum lugar que tenham visitado, uma praça, um jardim, entre outros. Oriente-os a incluir informações detalhadas, como:

- Quais são os animais que vivem nesse ambiente?
- Nesse ambiente, há árvores, arbustos, gramíneas ou outra vegetação?
- Como são a temperatura, a incidência de luz solar e a frequência e abundância de chuvas nesse local?
- Há corpos de água (rios, lagos, mar)?
- Nele as estações do ano são bem definidas, ou seja, há sinais naturais bem evidentes da mudança das estações?
- Outras informações que eles julgarem relevantes.

Depois que todos tiverem terminado o texto, peça que se organizem em um círculo e passem para o colega do lado direito o texto que produziram. Solicite, então, que alguns estudantes se voluntariem para a leitura de alguns textos. Ao final de cada texto lido, peça à turma que reconheça os seres vivos mencionados no texto e os elementos não vivos. Registre no quadro de giz uma lista com os elementos vivos e outra com os não vivos arrolados pelos estudantes.

Peça-lhes, então, que leiam o tópico **Definição de ecossistemas** e o subtópico **Componentes estruturais dos ecossistemas**. Após a leitura, peça que avaliem as listas do quadro de giz e reflitam se fariam alguma alteração ou complementação. Solicite-lhes, então, que devolvam ao autor o texto que têm em mãos. Cada um deverá criar uma tabela com a classificação dos componentes mencionados no texto em bióticos e abióticos. Esse momento trabalha as habilidades **EM13CNT202** e **EM13CNT203**, pois trata de fundamentos da ecologia. Finalize o estudo esclarecendo

EM MODERNA

dúvidas e discutindo como os exemplos propostos pelos estudantes atuam ou interagem no ecossistema e como os conjuntos de ecossistemas formam biomas. O trabalho em grupo favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 9**, ao incentivar a troca de ideias e o respeito pelas diferentes opiniões e modos de ser. A etapa incentiva a produção do texto descritivo e a discussão entre os estudantes, permitindo, assim, o trabalho com a **Competência Geral 4**, ao promover a comunicação de ideias e informações por meio da linguagem verbal escrita e oral.

- **4ª etapa – Níveis tróficos e cadeias alimentares, pirâmides ecológicas e fluxo energético**

Peça aos estudantes que se reúnam em trios e leiam o conteúdo dos tópicos **Níveis tróficos e cadeias alimentares**, **Pirâmides ecológicas** e **Modelo de fluxo energético**. Logo depois, exiba o vídeo "Fluxo de energia entre seres vivos" sugerido no quadro **Fique por dentro** do Livro do estudante. O uso dessa ferramenta favorece o trabalho com a **Competência Geral 5**, proporcionando ao estudante o uso de tecnologias digitais como uma nova forma de aprendizagem. Peça a cada grupo que elabore pelo menos três questões relacionadas à leitura e ao vídeo. Organizados em um círculo, solicite a um membro de cada grupo que leia em voz alta uma das questões elaboradas. Os demais estudantes devem tentar respondê-las.

Aproveite o momento e esclareça que as cadeias alimentares representam uma série de etapas de transferência de matéria e energia nos ecossistemas. O carbono da atmosfera (CO_2) é absorvido pelos seres vivos autótrofos que, utilizando a energia luminosa, transformam-no em biomoléculas, como a glicose, pelo processo da fotossíntese e reações subsequentes. O carbono retorna ao meio abiótico ao longo de uma cadeia alimentar por meio da respiração dos seres vivos e pela decomposição de corpos ou dejetos, por exemplo. A teoria ecológica preconiza que entre os seres vivos a energia é passada de um organismo para outro por meio da transferência de matéria orgânica, principalmente por interações alimentares. A matéria orgânica incorporada pelos organismos pelo processo de nutrição (autótrofa ou heterótrofa) tem dois destinos possíveis: um deles é a degradação química, que visa à liberação de energia química, usada para manter as atividades metabólicas; o outro é a utilização como matéria-prima para a construção de mais massa corporal. No primeiro caso, a degradação resulta especialmente na eliminação de gás carbônico e água, além de íons diversos. A utilização da energia química liberada para a realização dos vários trabalhos metabólicos resulta, por sua vez, na liberação de calor. Em outras palavras: para manter a atividade, os seres vivos consomem determinado percentual da matéria orgânica altamente energética que adquiriram pela nutrição, desviando os átomos de carbono para o ambiente, incorporados em moléculas pouco energéticas de gás carbônico. No segundo caso, da utilização da matéria orgânica como material de construção, os átomos de carbono permanecem estocados no corpo dos organismos, integrados a algum tipo de molécula orgânica. São esses os átomos que poderão ser passados para os predadores ou, no caso de morte por outras causas além da predação, quando os cadáveres ficam disponíveis para os decompositores. Nesse momento prioriza-se o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT101**, ao tratar dos fluxos de energia e do ciclo da matéria nos ecossistemas através das cadeias alimentares.

Finalize esse tópico introduzindo a *Atividade complementar*, em que os estudantes participarão de um jogo que simula o trajeto dos átomos de carbono no ecossistema. Os resultados obtidos vão variar de acordo com a quantidade de matéria inicial. Por isso, cabe a você, ajudar os estudantes a perceber que alguns integrantes do grupo não terão de fato atuado logo após a primeira rodada, estabelecendo analogia com a limitação do número de elos das cadeias alimentares na natureza. Esse problema é abordado na questão 1 do tópico *Discuta com seus colegas*. Para que eles compreendam melhor o que aconteceu, peça-lhes que joguem duas novas rodadas considerando as alterações propostas nas questões 2 e 3 e discuta os resultados observados. Desse modo, são desenvolvidas as **Competências Gerais 2, 7 e 9**, visto que os estudantes utilizam uma abordagem científica e têm a oportunidade de desenvolver a empatia e o respeito pelos colegas, bem como argumentar com base em fatos.

- **5ª etapa – Ciclos biogeoquímicos**

Para começar o estudo do tópico **Ciclos biogeoquímicos**, sugerimos que se proponha aos estudantes uma analogia que poderá auxiliá-los na compreensão da diferença entre os conceitos de ciclo da matéria e de fluxo de energia e mostre como um ciclo pode ser atrelado a um fluxo. Para isso, usaremos uma analogia com o funcionamento de uma roda-d'água. Inicie perguntando aos estudantes se já viram uma roda-d'água funcionando. Caso muitos não conheçam o funcionamento desse equipamento, apresente o vídeo que mostra o funcionamento de uma roda-d'água e está disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Ey1Qi83Usp4>; acesso em: 28 ago. 2020. Explique que as rodas-d'água têm várias funções, como oxigenar a água de um lago ou gerar energia elétrica. Em seguida, peça aos estudantes que, reunidos em grupos, discutam e respondam no caderno às seguintes questões:

1. O que faz com que a roda-d'água funcione?
   Resposta: O fluxo de água.
2. Pesquisem no dicionário os significados das palavras "fluxo" e "ciclo" e expliquem a diferença entre elas.
   Resposta: No ciclo, a situação original é continuamente retomada, enquanto no fluxo isso não acontece; não há um retorno ao princípio.
3. Na roda-d'água, o que corresponderia ao fluxo de energia? E ao ciclo da matéria?
   Resposta: O fluxo de água da roda-d'água corresponderia ao fluxo de energia. A mesma água não passa novamente pela roda-d'água. O movimento da roda-d'água corresponderia ao ciclo da matéria, que gira e retorna ao início.
4. O que você diria sobre a relação entre fluxo de energia e ciclo da matéria?
   Resposta: O fluxo de energia é o que sustenta o ciclo da matéria, e vice-versa. Os dois processos são indissociáveis.

Essa atividade tem por objetivo tornar mais concretas as noções de ciclo e de fluxo e evidenciar a importância da energia para que o ciclo aconteça: sem energia, não há ciclo. O fluxo é unidirecional, o que não acontece com o ciclo. Nessa analogia, a roda gira graças ao fluxo de água. A queda da água (os temas da **Física**, como energia potencial e cinética, podem ser trazidos para discussão neste momento) fornece energia para a roda girar. Nas teias alimentares, a energia flui

REPRODUÇÃO

entre os componentes e, nos ecossistemas, verifica-se o ciclo da matéria, em que a matéria presente no corpo dos seres vivos após a decomposição volta para o ambiente e pode ser reaproveitada pelos autótrofos.

Certifique-se que os estudantes compreenderam corretamente essa analogia, acrescentando as informações necessárias para que isso aconteça. Apesar de ser uma ferramenta muito usada no Ensino de Ciências da Natureza, Hoffmann e Scheid (2007), apontam algumas cuidados que devemos ter ao usá-las para que não sejam interpretadas pelos estudantes como conceitos. Esse artigo está indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Em seguida, peça-lhes que realizem uma leitura silenciosa e individual do tópico **Ciclos biogeoquímicos**, para terem uma ideia de como esses ciclos funcionam e como eles integram elementos químicos, componentes bióticos e componentes abióticos. Solicite também que tomem nota de quaisquer dúvidas que surjam com a leitura. Questione-os sobre as dúvidas resultantes da leitura e esclareça-as. Se achar oportuno, realize a atividade proposta a seguir, que representa a dinâmica do carbono no ambiente e na qual os estudantes poderão atuar e visualizar de forma prática as etapas do ciclo desse elemento. Peça a eles que leiam a atividade em período extraclasse e elaborem um esquema simples que mostre o funcionamento e as regras da dinâmica. Dessa maneira, os estudantes poderão aproveitar melhor a atividade em sala de aula. Dê preferência para realizar a atividade em um local amplo da escola, para que eles possam se movimentar com mais facilidade. Nesse momento, serão desenvolvidas as **Competências Gerais 4 e 9** e as habilidades **EM13CNT202** e **EM13CNT105**, pois exploram-se fundamentos da ecologia e ciclos biogeoquímicos.

Objetivos

- Reconhecer que a quantidade de átomos de carbono disponível na natureza é finita.
- Modelar o movimento de átomos de carbono no ambiente.
- Reconhecer como a atividade humana altera o ciclo do carbono.

Material

- 14, 21 ou 28 bolinhas de plástico ou isopor
- cartões indicativos dos papéis dos estudantes no ciclo do carbono (apresentados no final)

Procedimento

1. Organize os estudantes em sete grupos.
2. Distribua de duas a quatro bolinhas para cada grupo.
3. Cada grupo deverá assumir o papel de um dos componentes do ciclo do carbono: atmosfera, água, algas, moluscos marinhos, rochas e sedimentos, árvores e animais terrestres (lagarta).
4. Divida o ambiente em três áreas: terra, oceanos e atmosfera. Peça aos estudantes que se posicionem em cada uma das áreas de acordo com o seu papel no ciclo do carbono.
5. Cada grupo deverá examinar seu papel no ciclo do carbono como descrito na carta recebida, para compreender que movimento seu carbono pode fazer no ciclo.

a) Ao doar um átomo de carbono (bolinha), o grupo deve dizer a frase do cartão que explica o movimento realizado.

b) Cada grupo deve manter pelo menos um átomo de carbono que represente a própria constituição física.

6. As doações de carbono devem ser feitas por um grupo de cada vez.
7. Realize diversas rodadas e sugira aos estudantes que variem suas escolhas.
8. Tente as variações:

   a) Em uma rodada peça que as trocas ocorram ao mesmo tempo, ou seja, uma pessoa de cada grupo deve tentar entregar o carbono para os membros de outro grupo de sua escolha.

   b) Em uma rodada utilize apenas um átomo de carbono e deixe que os estudantes tracem seu caminho respeitando as opções de escolha de cada grupo.

   c) Crie um grupo a mais e sugira que ele seja o dos seres humanos. Observe como eles alteram o ciclo do carbono. Aqui são desenvolvidas as habilidades **EM13CNT102** e **EM13CNT203**, pois levantam-se conhecimentos sobre o efeito estufa e o aquecimento global e promove-se a reflexão sobre efeitos de intervenções nos ecossistemas e seus impactos nos seres vivos.

Discussão

Ao terminar a primeira rodada da atividade, esclareça que essa representação não envolveu as atividades humanas originalmente. Depois, pergunte aos estudantes quais são os movimentos do carbono que representam as seguintes atividades:

1. Extração e queima de combustíveis fósseis.
   Resposta: Sedimentos e rochas para atmosfera.
2. Queimadas para a agricultura.
   Resposta: Plantas para atmosfera.
3. Como o grupo dos humanos proposto na variação *8c* alterou o ciclo do carbono? Peça exemplos de outras atividades humanas que alteram o ciclo do carbono.
   Resposta: Resposta variável. As atividades humanas tendem a aumentar a quantidade de carbono na atmosfera por meio do aumento da emissão do CO_2, o que tem refletido na elevação da temperatura do planeta em consequência do aumento do efeito estufa que esse gás causa. Desmatamento e fabricação de cimento são algumas das atividades humanas que alteram o ciclo do carbono.
4. Preencha no quadro de giz um cartão com as mesmas informações da carta do grupo criado para representar os seres humanos.

Quadro de cartões

Utilize as informações desse quadro para compor os cartões que os estudantes usarão em seus grupos. Cada linha representa os aspectos de um dos sete grupos. O conteúdo da coluna "O que dizer a cada doação" deve ser dito pelo estudante no momento da doação, quando o grupo escolher para quem seu átomo de carbono será doado. As opções de doação para cada grupo encontram-se na coluna "Opções para doar carbono". Se julgar interessante, deixe vazia a caixa de explicações para cada doação, para que o grupo preencha. Apesar de os cartões apresentarem a designação genérica "carbono", esclareça aos estudantes que eles correspondem a substâncias formadas por átomos de carbono e não são átomos de carbono isolados na natureza.

MODERNA

Nome do grupo	Opções para doar carbono	Explicações para cada doação	O que dizer a cada doação
Atmosfera	**1.** Água **2.** Árvores	**1.** CO_2 se difunde e se dissolve da atmosfera para a água. **2.** CO_2 é captado pelas plantas durante a fotossíntese.	**1.** Eu doo meu CO_2 para se dissolver na água. **2.** Eu doo meu CO_2 para as plantas fazerem fotossíntese.
Água	**1.** Algas **2.** Moluscos marinhos **3.** Atmosfera	**1.** Algas usam o carbono para a fotossíntese. **2.** Organismos marinhos usam o carbono da água para construir seu esqueleto ou suas conchas. **3.** O dióxido de carbono pode se difundir para a atmosfera.	**1.** Eu doo CO_2 dissolvido para a fotossíntese das algas. **2.** Eu doo carbono para os moluscos marinhos construírem suas conchas. **3.** Eu devolvo CO_2 para a atmosfera.
Algas	**1.** Água **2.** Sedimentos e rochas **3.** Moluscos marinhos	**1.** Respiração e decomposição devolvem o carbono para a água. **2.** Carbono das algas mortas pode ser incorporado ao sedimento. **3.** Animais consomem as algas e usam sua energia ou acumulam seu carbono em seus tecidos.	**1.** Eu doo carbono para a água por meio da minha respiração e da minha morte. **2.** Eu devolvo carbono aos sedimentos e rochas, pois, depois de morrer, o carbono que acumulei se junta aos sedimentos e pode virar rocha. **3.** Eu doo carbono aos moluscos marinhos, pois eles raspam as rochas para me remover e se alimentar de mim.
Moluscos marinhos	**1.** Água **2.** Sedimentos e rochas	**1.** Respiração e decomposição devolvem o carbono para a água. **2.** Carbono dos moluscos mortos pode ser incorporado ao sedimento.	**1.** Eu doo carbono para a água por meio da minha respiração e decomposição do meu corpo depois que eu morrer. **2.** Eu devolvo carbono aos sedimentos e rochas, pois, depois de morrer, o carbono que acumulei se junta aos sedimentos e pode virar rocha.
Sedimentos e rochas	**1.** Água **2.** Dos vulcões para a atmosfera	**1.** Desgaste e erosão de rochas liberam carbono em rios e oceanos. **2.** Erupções vulcânicas liberam gases que contêm carbono na atmosfera.	**1.** Eu doo carbono para a água porque estou erodida. **2.** Eu doo carbono para a atmosfera durante uma erupção.
Plantas terrestres	**1.** Atmosfera **2.** Sedimentos e rochas **3.** Animais terrestres (lagarta)	**1.** Respiração celular e decomposição liberam CO_2 para a atmosfera. **2.** Carbono de árvores mortas pode ser enterrado e incorporado aos sedimentos. **3.** Plantas são consumidas por animais que utilizam o carbono como forma de energia e o armazenam em seus tecidos.	**1.** Eu doo carbono para a atmosfera quando respiro e quando morro e me decomponho. **2.** Eu doo carbono para os sedimentos e para as rochas porque eu morro, sou enterrada e me torno parte deles. **3.** Eu doo carbono para a lagarta quando sirvo de alimento para fornecer energia e compor sua estrutura corporal.
Animais terrestres (lagarta)	**1.** Atmosfera **2.** Sedimentos e rochas	**1.** Respiração celular e decomposição liberam CO_2 para a atmosfera. **2.** Carbono de animais mortos pode ser enterrado e incorporado aos sedimentos.	**1.** Eu doo carbono para a atmosfera quando respiro e quando morro e me decomponho. **2.** Eu doo carbono para os sedimentos e para as rochas porque eu morro, sou enterrada e me torno parte deles.

Fonte: CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES. Carbon Cycle Role-Play (Adaptado). Disponível em: <https://www.calacademy.org/educators/lesson-plans/carbon-cycle-role-play>. Acesso em: 6 ago. 2020.

MODERNA

Atividade complementar

Nem toda matéria orgânica integrada ao corpo das presas é consumida por predadores. Há determinada parcela que permanece nos corpos mortos. Os decompositores degradam essa matéria orgânica, liberando os carbonos para o ambiente na forma de gás carbônico e convertendo a energia química em calor. Sabemos, também, que o aproveitamento dos alimentos pelos organismos não é completo; porém, nesta atividade, esse aspecto não será levado em consideração.

Material

- 33 grãos grandes (milho, feijão etc.) ou tiras de papel para representar unidades de matéria
- 2 recipientes: sacos plásticos pequenos, copos ou potinhos
- caneta
- etiqueta

Procedimento

1. Formem grupos com seis integrantes.
2. Cada integrante deve assumir uma posição específica da cadeia alimentar: um deles representará o conjunto de produtores (**P**); outro representará os decompositores (**D**); e os demais serão os consumidores (predadores) em potencial (**C1**, **C2**, **C3**, **C4** etc.).

   Etiquetem cada um dos recipientes com as seguintes informações: "Carbono na forma de CO_2 lançado diretamente no ambiente" e "Carbono incorporado na matéria orgânica morta".
3. Leiam os itens *Regras* e *Como jogar*.

Regras

- *Regra 1*: Os produtores e os consumidores degradam $\frac{1}{3}$ do material incorporado para obter energia e destinam os $\frac{2}{3}$ restantes à construção de seus corpos.
- *Regra 2*: Os consumidores (predadores) consomem $\frac{3}{4}$ da matéria orgânica representada pelos corpos de suas presas.
- *Regra 3*: O suprimento mínimo de matéria orgânica capaz de sustentar um elo da cadeia alimentar é de 4 unidades.
- *Regra 4*: Os decompositores degradam toda a matéria orgânica morta disponível.

Como jogar

1. Cada unidade de matéria escolhida equivale a uma mesma quantidade de matéria orgânica ou inorgânica, com um número fixo de átomos de carbono.
2. Inicie o jogo com os produtores (**P**) recolhendo 33 unidades de matéria e transferindo a devida proporção destas para o saquinho que corresponde ao CO_2 lançado no ambiente.
3. O restante das unidades fica à disposição dos outros integrantes do grupo, encerrando-se a participação do primeiro estudante.
4. Em seguida, o representante **C1** deve tomar para si a fração devida das unidades disponíveis, transferindo as restantes para o saquinho correspondente à matéria orgânica morta.
5. O representante **D** deve passar as unidades do saquinho da matéria orgânica morta para o do ambiente.
6. Depois da ação de **D**, é a vez do representante **C2**, que atuará como o **C1**.
7. Novamente, o representante **D** fará o seu papel.
8. O jogo prossegue dessa forma até que não sobrem unidades disponíveis suficientes para manter mais um nível de consumidor. Nesse ponto, todas as unidades disponíveis serão passadas para o saquinho da matéria orgânica morta.
9. O representante dos decompositores, **D**, fará seu papel pela última vez.

Discuta com seus colegas

1. Quantos consumidores diferentes puderam participar do jogo segundo as regras originais?
2. Se o consumidor **C1** gastasse mais energia e, em vez de $\frac{2}{3}$, usasse para a construção apenas $\frac{1}{3}$ da matéria disponível, e os outros consumidores se mantivessem iguais, quantos consumidores diferentes participariam do jogo?
3. E se os produtores fossem mais abundantes, incorporando o dobro de CO_2 do ambiente, isto é, se fabricassem 66 unidades de matéria orgânica em vez de 33, e os consumidores obedecessem à regra original, quantos consumidores diferentes participariam do jogo?

Respostas

1. Os produtores degradam $\frac{1}{3}$ do material incorporado e usam $\frac{2}{3}$ para construção do corpo. Portanto, 11 unidades vão para o saquinho de CO_2 lançado no ambiente. Ficam no corpo do produtor 22 unidades, disponíveis para os outros níveis tróficos. O consumidor primário (**C1**) consome $\frac{3}{4}$, portanto, 16,5 unidades. Destas, $\frac{2}{3}$ são usadas na construção do corpo, ou seja, 11 unidades. O restante, 5,5 unidades, vai para o saquinho de matéria orgânica morta, que é degradada pelos decompositores. O consumidor secundário (**C2**) também consome $\frac{3}{4}$ da matéria disponível, portanto, 8,25 unidades, e destas usa $\frac{2}{3}$ para construir o corpo (5,5 unidades), quantidade que fica disponível para o nível trófico seguinte. O restante (2,75 unidades) deve ser destinado ao saquinho de matéria orgânica morta. O consumidor terciário (**C3**) consumirá $\frac{3}{4}$ do que está disponível no C2, ou seja, 4,12 unidades, das quais 2,74 serão usadas para a construção do corpo e o restante vai para o saquinho da matéria orgânica morta. Portanto, foi possível que 3 consumidores participassem da cadeia alimentar.
2. Seguindo o mesmo raciocínio acima, participariam apenas C1 e C2.
3. Seguindo o mesmo raciocínio da primeira questão, participariam quatro consumidores.

Finalize o Tema incentivando os estudantes a refletirem sobre a questão da seção **Reflita sobre seu aprendizado!**, favorecendo o desenvolvimento da subdimensão autoconhecimento da **Competência Geral 6**, como também da subdimensão metacognição da **Competência Geral 1**.

MODERNA

Tema 2 – Reações de combustão e estequiometria

Objetivos de aprendizagem

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

- Reconhecer a ocorrência de reações de combustão em fenômenos e nos processos tecnológicos que o cercam, bem como os elementos fundamentais para que elas ocorram.
- Distinguir as reações de combustão completa das reações de combustão incompleta.
- Avaliar os riscos à saúde e os impactos ambientais associados à queima de combustíveis fósseis e aos produtos gerados nas reações de combustão.
- Conhecer soluções e iniciativas para a diminuição dos danos causados pela liberação de gases gerados nas reações de combustão.
- Representar as transformações químicas por meio de equações.
- Analisar aspectos quantitativos das reações químicas.
- Diferenciar os conceitos de quantidade de matéria e quantidade de massa.
- Realizar o balanceamento de equações químicas e cálculos estequiométricos.

Subsídios para o planejamento

O Tema 2 deve ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Química** e está dividido em três etapas. Em cada uma, sugerimos o uso de metodologias ativas visando propiciar aos estudantes um papel ativo e responsável na construção de seu próprio conhecimento.

• 1ª etapa

Nessa etapa, será utilizada a metodologia de sala de aula invertida. Explique aos estudantes que, no período extraclasse, eles realizarão a leitura dos textos indicados e pesquisados e farão anotações sobre eles. Esclareça que o Livro do estudante, Tema 2, é o material principal de estudo. Entretanto, disponibilize com antecedência outros materiais, como o artigo da *Revista Pesquisa FAPESP* intitulado "2019 foi o ano mais quente já registrado no Brasil"; a notícia de maio de 2019 veiculada pelo G1 intitulada "Entenda os riscos do monóxido de carbono, gás que pode ter provocado a morte de seis brasileiros no Chile"; e a reportagem de Amato (2010), "Estudo compara as emissões de CO_2 entre etanol e gasolina", indicados na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Por fim, destaque os textos do quadro **Fique por dentro**.

Sugira aos estudantes que realizem buscas em fontes de pesquisa confiáveis, como Scielo, Google Acadêmico, Portal da Capes, entre outras. Esse protagonismo na pesquisa auxilia no desenvolvimento da habilidade **EM13CNT303** e da **Competência Geral 7**, uma vez que, nessas plataformas, os estudantes exercitam a capacidade crítica diante da necessidade de avaliar informações e se apropriam do processo de elaboração de argumentos pautados na ciência. Instrua-os quanto ao modo de realizar a leitura, questionando o assunto tratado em cada texto, anotando as ideias principais, as dúvidas e quais são as contribuições dos estudantes sobre o Tema (itens que não foram abordados em nenhum desses materiais).

• 2ª etapa

Esta etapa será baseada na estratégia *World café,* que envolve perguntas que conduzirão a aula com o intuito de estimular os estudantes a participar ativamente da discussão. Como terão de argumentar com base em princípios sustentáveis em prol da coletividade, eles desenvolverão a **Competência Geral 10** e a habilidade **EM13CNT101**.

Em sala de aula, oriente a formação de grupos de seis estudantes. O trabalho em grupo é importante, pois permite exercitar o respeito a diferentes formas de pensar, conhecer outros pontos de vista e trabalhar em conjunto para chegar a um consenso, desenvolvendo, assim, elementos da **Competência Geral 9**. Depois, explique aos grupos o procedimento a seguir.

1. Cada grupo de base terá de eleger o "anfitrião", que ficará fixo na mesa, enquanto os outros componentes serão os "viajantes" e trocarão de mesa a cada rodada. O anfitrião será responsável por recolher as reflexões de cada viajante acerca da pergunta atribuída ao grupo, enquanto os viajantes deverão trocar informações e reflexões acerca das perguntas e fazer anotações pessoais.
2. Serão seis rodadas de discussão em grupos, cada uma com duração máxima de 10 minutos.
3. O professor deve ler a primeira pergunta e disponibilizar 10 minutos para que o anfitrião do grupo de base registre as reflexões em um papel.
4. Ao final dessa rodada, os viajantes devem trocar de mesa, passando a integrar outro grupo.
5. Quando os novos integrantes chegarem à mesa, o anfitrião deve atualizá-los sobre as ideias produzidas pelo grupo anterior e cada um deve fazer um registro pessoal das informações.
6. Uma nova pergunta é proposta, e esse novo grupo discute e todos fazem suas anotações.
7. Os passos 3 a 6 devem se repetir até concluir as seis perguntas.
8. Quando os viajantes retornarem ao grupo de base, deverão compartilhar com os integrantes as reflexões obtidas ao longo da dinâmica e registrar uma resposta para cada pergunta que represente a ideia do grupo. As respostas podem ser em forma de textos, desenhos, mapas mentais etc.
9. Cada integrante do grupo de base fica responsável por compartilhar a resposta de uma questão com a turma.

   As questões são as seguintes:

   1) Cite uma situação do seu dia a dia em que é possível observar uma combustão completa. Qual é o combustível empregado nesse exemplo? Descreva essa reação de combustão por meio de uma equação química balanceada. Como você chegou a esse balanceamento?
   2) Cite uma situação do seu dia a dia em que é possível observar uma combustão incompleta. Qual é o combustível empregado nesse exemplo? Descreva essa reação de combustão por meio de uma equação química balanceada. Como você chegou a esse balanceamento?

EM MODERNA

3) Como as reações de combustão podem prejudicar o ambiente? Explique como você chegou a essa resposta e exemplifique os impactos ambientais causados por elas.

4) Como as reações de combustão podem prejudicar a saúde humana? Explique como você chegou a essa resposta e exemplifique doenças e riscos aos seres humanos decorrentes delas.

5) O que pode ser feito para diminuir os efeitos prejudiciais causados pelas reações de combustão à saúde humana e ao ambiente? Dê exemplos de iniciativas e soluções e explique de que modo elas minimizam esses efeitos.

6) Qual é o combustível mais prejudicial para o ambiente: o álcool etanol (C_2H_5OH – derivado da cana-de-açúcar, milho ou beterraba), a gasolina (mistura de hidrocarbonetos que apresenta de 5 a 10 átomos de carbono por molécula, por exemplo, C_8H_{18} – derivada do petróleo) ou o diesel (mistura de hidrocarbonetos que apresenta de 15 a 25 átomos de carbono por molécula, por exemplo, $C_{16}H_{34}$ – derivado do petróleo)? Explique como você chegou a essa resposta.

Durante a apresentação das respostas dos grupos para cada questão, aprofunde as informações acerca do assunto e discuta as possíveis dúvidas ou equívocos. A seção **Atividades** pode ser usada para lhe auxiliar nessa discussão.

Para as perguntas 1 e 2, utilize as reações químicas escolhidas pelos estudantes para aprofundar o conteúdo e comparar os processos. É provável que utilizem exemplos mais acessíveis, como as reações de combustão completa e incompleta que envolvem o gás de cozinha (suponha ser apenas C_3H_8, mas na verdade é uma mistura de outros hidrocarbonetos), a gasolina (C_8H_{18}) ou uma vela (suponha que seja constituída apenas de pentacosano $C_{25}H_{52}$, mas é uma mistura de hidrocarbonetos sólidos). Elas são representadas pelas equações químicas a seguir.

Reações de combustão completa:

$$C_3H_8(g) + 5\ O_2(g) \longrightarrow 3\ CO_2(g) + 4\ H_2O(v)$$

$$C_8H_{18}(l) + \frac{25}{2}\ O_2(g) \longrightarrow 8\ CO_2(g) + 9\ H_2O(v)$$

$$C_{25}H_{52}(s) + 38\ O_2(g) \longrightarrow 25\ CO_2(g) + 26\ H_2O(v)$$

Reações de combustão incompleta:

$$C_3H_8(g) + \frac{7}{2}\ O_2(g) \longrightarrow 3\ CO(g) + 4\ H_2O(v)$$

$$C_3H_8(g) + 2\ O_2(g) \longrightarrow 3\ C(s) + 4\ H_2O(v)$$

$$C_8H_{18}(l) + \frac{17}{2}\ O_2(g) \longrightarrow 8\ CO(g) + 9\ H_2O(v)$$

$$C_8H_{18}(l) + \frac{9}{2}\ O_2(g) \longrightarrow 8\ C(s) + 9\ H_2O(v)$$

$$C_{25}H_{52}(s) + \frac{51}{2}\ O_2(g) \longrightarrow 25\ CO(g) + 26\ H_2O(v)$$

$$C_{25}H_{52}(s) + 13\ O_2(g) \longrightarrow 25\ C(s) + 26\ H_2O(v)$$

Atente às concepções alternativas apresentadas pelos estudantes ao longo da dinâmica. Por exemplo, eles tendem a acreditar que a parafina da vela não participa da reação (a parafina liquefeita ascende pelo pavio e, depois, na fase gasosa, entra em combustão); que o botijão tem apenas substâncias em fase gasosa dentro dele (os combustíveis encontram-se nas fases gasosa e líquida em função da pressão); ou que os combustíveis podem entrar em combustão independentemente da fase em que estão (se julgar conveniente, apresente os conceitos de temperatura de fulgor, de ignição e de autoignição). Aproveite esse momento e pontue que, em um mesmo sistema, as combustões podem ocorrer de maneira completa e incompleta, por exemplo, a chama da combustão de uma vela tem duas regiões: uma com maior liberação de energia em razão da combustão completa (chama azul) e outra com menor energia, em que ocorrerá a combustão incompleta (chama laranja), devido à menor quantidade de gás oxigênio disponível, por causa da convecção de gases da base para o topo da chama. É provável que os estudantes questionem ou apresentem diferentes concepções sobre o fogo, esclareça que a chama é uma mistura de gases aquecidos que liberam energia na forma de luz e calor. A cor da luz emitida varia de acordo com a quantidade de energia liberada; logo, a capacidade que temos de visualizá-la dependerá de o comprimento da onda da radiação emitida estar na região visível do espectro eletromagnético. O metanol é um exemplo de combustível que, durante a queima, emite radiação eletromagnética invisível para o ser humano. Se necessário, você pode trabalhar os conceitos que envolvem o espectro eletromagnético em parceria com o professor do componente curricular **Física**.

O balanceamento de equações químicas tem sido apontado pela literatura como de difícil compreensão pelos estudantes, estimule-os a utilizar o simulador apresentado no quadro **Fique por dentro** do Livro do estudante, essa estratégia favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 5**. Também é possível utilizar modelos moleculares concretos, como material alternativo para auxiliar a turma na compreensão do balanceamento de equações químicas. Esses modelos podem ser construídos pelos próprios estudantes sob sua supervisão, utilizando objetos simples, como palitos de madeira e massa de modelar. Eles ajudarão os estudantes a criar um modelo para o que ocorre em nível molecular, representando as reações químicas.

Resolva as questões 1, 2 e 3 da seção **Atividades** se achar conveniente e peça aos estudantes que expliquem como as reações de combustão completa se diferenciam das reações de combustão incompleta, ressaltando as diferenças de energia que elas liberam, os diferentes produtos e características. A discussão possibilitada nessas perguntas favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT101**, uma vez que os estudantes precisam identificar, representar e analisar as transformações químicas presentes no cotidiano.

Quanto às concepções alternativas que envolvem o conceito de quantidade de matéria, Rogado (2004), em seu trabalho citado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, relata a dificuldade que os estudantes têm em distingui-lo do conceito de quantidade de massa e em entender o índice das substâncias. O uso de coeficientes estequiométricos fracionários pode induzir os estudantes a achar que a substância representada está sendo dividida pela metade (como é o caso dos $\frac{25}{2}$ mol de O_2 na reação de combustão completa da gasolina). Explique a diferença entre o índice e o coeficiente estequiométrico e, se necessário, aplique soluções matemáticas para representar os coeficientes usando números inteiros. Além disso, muitos relacionam o termo "mol" com "moléculas"; evidencie que a quantidade de matéria (expressa em mol) pode relacionar diferentes espécies

MODELO

químicas, como íons, moléculas (átomos unidos por ligação covalente) ou átomos. Para ajudar no entendimento da quantidade de matéria, você pode utilizar a estratégia proposta por Marcondes e Lourenço (2003), no trabalho indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, que consiste em colocar em diversos recipientes 1 mol de diferentes substâncias.

Retome também os conceitos de conservação de massa e leis ponderais, pois em transformações químicas como as de combustão, os estudantes podem apresentar dificuldade em compreender a conservação da matéria – conforme aponta o estudo de Finzi, Paiva e Faljoni-Alario (2005) indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico* – uma vez que muitos não atribuem massa às substâncias gasosas. Para ajudar nesse entendimento, use tabelas em que sejam relacionadas as quantidades de matéria, as massas molares e as massas de cada substância e explique que, em uma reação química, ocorre o rearranjo dos átomos por meio do rompimento e da formação de novas ligações químicas, observando o princípio da conservação de matéria.

Nas perguntas 3 e 4, aproveite para relembrar conceitos acerca do efeito estufa e do aquecimento global e destacar as medidas de segurança envolvidas no uso de aquecedores a gás e de botijões de cozinha (explique sobre o uso de etanotiol, C_2H_5SH, ao gás de cozinha com um sinalizador de vazamentos). Essa discussão auxilia os estudantes a desenvolver as habilidades **EM13CNT104** e **EM13CNT309**, já que os leva a avaliar os riscos à saúde e ao ambiente, discutindo medidas de segurança e estratégias para evitá-los. Esteja atento à confusão que os estudantes fazem ao não caracterizar o efeito estufa como um fenômeno natural ou ao confundi-lo com conceitos referentes à destruição da camada de ozônio, como observado no artigo de Souza, Oliveira e Menezes (2016), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.Você também pode trabalhar em conjunto com o professor do componente curricular **Biologia** as doenças causadas pela inalação de derivados de combustíveis fósseis, como asma e câncer de pulmão, além dos efeitos do monóxido de carbono no corpo humano. Essa discussão acerca dos malefícios provocados à saúde por esses compostos propicia o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT306**.

Utilize a **figura 2.1** para ressaltar a fumaça eliminada pelo escapamento de caminhões desregulados e o que ela pode causar à saúde humana e ao ambiente, como o agravamento da chuva ácida. Após a resposta à questão 5, pergunte aos estudantes o que poderia ser feito para diminuir a fumaça expelida pelo caminhão dessa figura e explore o funcionamento do filtro de partículas de gasolina nos veículos automotores. Destaque outros responsáveis pela emissão desses gases, como as indústrias, e as fontes de energia alternativas menos poluentes que os combustíveis fósseis. Essas discussões propiciam o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT309**.

A pergunta 6 pode ser trabalhada ao se comparar as equações químicas que representam as reações de cada substância citada e a quantidade de dióxido de carbono liberada a partir da queima pela combustão completa de 1 mol desses combustíveis. As reações que envolvem a combustão completa de 1 mol de etanol e 1 mol de iso-octano (C_8H_{18}, um dos compostos presentes na gasolina) já foram representadas nas observações referentes à pergunta 1 e liberam, respectivamente, 2 e 8 mol de CO_2. Já a combustão completa de 1 mol de etanol libera 2 mol de CO_2, segundo a equação química $C_2H_5OH(l) + 3\,O_2(g) \longrightarrow 2\,CO_2(g) + 3\,H_2O(l)$, e a combustão completa de 1 mol de diesel libera 16 mol de dióxido de carbono, seguindo a equação química $C_{16}H_{34}(l) + \frac{49}{2}\,O_2(g) \longrightarrow 16\,CO_2(g) + 17\,H_2O(v)$. Dessa forma, é possível observar que o diesel libera maior quantidade de matéria de CO_2 por mol de combustível queimado, em comparação aos outros combustíveis e, como pontuado nas questões anteriores, a emissão desse gás leva ao agravamento do efeito estufa e do aquecimento global. Para que possam vislumbrar melhor a diferença entre cada grandeza e mensurar a quantidade de compostos produzidos, relacione a quantidade de matéria de CO_2 com a massa e a quantidade de moléculas dessa substância produzida nos três casos. Esclareça que o diesel não é mais prejudicial apenas pela quantidade de compostos de carbono liberados, mas também por liberar óxidos de enxofre. Nesse momento, você pode utilizar a notícia indicada no quadro **Fique por dentro** do Livro do estudante e explicar a adoção do diesel S-10 e S-500 no Brasil. Toda discussão acerca dos riscos do uso desses combustíveis promove o trabalho com a habilidade **EM13CNT104**.

Ao final, pergunte aos estudantes o que acharam da dinâmica e da configuração da aula, quais foram os desafios enfrentados, o que aprenderam com o tema.

- **3ª etapa**

Reserve com antecedência a sala de Informática; se possível, explore previamente o simulador PhET *Reagentes, produtos e excessos* (disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/reactants-products-and-leftovers/latest/reactants-products-and-leftovers_pt_BR.html>; acesso em: 6 ago. 2020. Você pode trabalhar no modo Moléculas, com a formação de amônia. Nesse caso, peça aos estudantes que realizem inicialmente o balanceamento da equação. Proponha um cenário ideal, em que a pureza de todos os reagentes é 100% e, portanto, há 28 g de N_2 reagindo com 6 g de H_2 e produzindo 34 g de NH_3. Depois, proponha uma situação em que foram utilizados 56 g de N_2 e 6 g de H_2 (supondo 100% de pureza), peça-lhes que verifiquem qual é o reagente que está em excesso ou limitando a reação, por meio do simulador; nesse ponto da atividade, deixe claro aos estudantes que cada molécula representada indica 1 mol da respectiva substância. Eles deverão converter essas quantidades em massa em quantidade de matéria para que possam representar no simulador. Ao final, observarão o excesso de 1 mol de N_2 e que o H_2, nesse caso, é o reagente limitante.

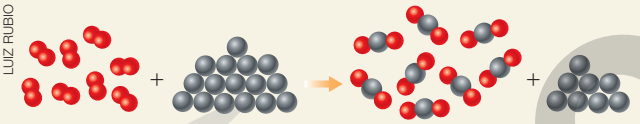
Depois, proponha uma situação real, na qual uma indústria tenha determinada quantidade em massa de cada substância (28 g N_2 e 6 g H_2), e suponha que a pureza de N_2 seja 98% (27,44 g de N_2 + 0,56 g de impurezas). Peça aos estudantes que determinem qual reagente será o limitante (N_2, pois apenas 0,98 mol vai reagir, logo 27,44 g), qual estará em excesso (H_2, há 3 mol e apenas 2,94 mol reagirão, logo reagem 5,88 g e sobram 0,06 mol ou 0,12 g) e quanto será produzido de NH_3 (1,96 mol, logo 33,32 g). Nesse momento também é interes-

EM ABERTO

sante calcular o rendimento da reação química comparando o primeiro cenário e o último. Considerando o rendimento de 100%, serão produzidos 34 g de NH_3; na última situação, a massa produzida foi 33,32 g, logo, o rendimento será 98%. Infelizmente, na última situação não é possível utilizar o simulador, pois ele aceita apenas coeficientes inteiros, mas já é uma ótima situação comparativa. O uso de simulador nesse caso auxilia os estudantes a trabalhar com a conversão de nível microscópico (unidade em mol) para o nível macroscópico (massa), como destacado por Santos (2019), em seu trabalho indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Em situações reais, o rendimento da síntese de amônia também depende de fatores que afetam o equilíbrio da reação, como a temperatura e a pressão. Fique atento às concepções que os estudantes podem apresentar em relação a um gás não ter massa; esclareça essa questão utilizando como exemplo o ato de encher uma bexiga. Nesse momento, você pode mensurar o volume que esses gases ocupam, considerando que estejam em Condições Padrão de Temperatura e Pressão (CNTP). Observe se existem dúvidas e, caso necessário, utilize outros exemplos de equações presentes no Livro do estudante, como a reação de obtenção de ferro a partir da hematita ou a obtenção de ácido sulfúrico a partir de reações consecutivas de pirita. Além disso, as questões da seção **Atividades** podem ser propostas para verificar a compreensão da turma.

Caso persistam dificuldades em relação aos conceitos de reagente limitante e reagente em excesso, peça aos estudantes que representem, utilizando modelos concretos ou desenhos, o que seria uma reação com reagente em excesso e com reagente limitante, como mostra a ilustração a seguir.

LUIZ RUBIO



Representação da reação de formação do dióxido de carbono. No esquema, o oxigênio é o reagente limitante e o carbono é o reagente em excesso. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Em seguida, explique o exemplo do minério de ferro apresentado no Livro do estudante, mostrando, por meio de cálculos, a influência do reagente limitante para o rendimento da reação. O uso de modelos concretos ajuda a evidenciar que o reagente limitante determina a quantidade de produto formado, lembrando que a proporção estequiométrica da reação sempre se mantém, independentemente da quantidade de reagentes disponíveis para a reação química.

Ao final dessa etapa, você também pode utilizar a *Atividade complementar*, indicada a seguir.

Atividade complementar

Além de estudar a estequiometria de reações químicas e estimular a habilidade **EM13CNT101** pela representação e a compreensão do comportamento dessas transformações, nessa Atividade, os estudantes também aprenderão a adotar medidas de segurança em casos de incêndio. A habilidade **EM13CNT306** é mobilizada, uma vez que os estudantes poderão avaliar os riscos envolvidos em incêndios e proceder de forma segura em situações como essas. O trabalho em grupo também contribuirá com o aprimoramento da **Competência Geral 9**.

Estequiometria com segurança: construindo um extintor de incêndio

Antes de iniciar a atividade, peça à turma que se reúna em grupos, leia todo o procedimento e consulte o infográfico **Regras de segurança**, no início deste Volume. Caso o vinagre entre em contato as mãos, lave-as imediatamente em água corrente.

Objetivos

- Compreender e representar as transformações químicas.
- Entender o funcionamento dos extintores de incêndio e suas classificações.
- Avaliar os riscos envolvidos em situações de incêndio e como lidar com elas.

Cuidados: segurança e descarte

Não ingiram substâncias utilizadas nessa atividade. Algumas etapas desse experimento devem ser realizadas em local aberto. A solução obtida ao final do experimento pode ser descartada na pia, pois a concentração das substâncias que a compõem não representa risco ao ambiente.

Material

- bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$)
- 450 mL de vinagre
- 1 garrafa de refrigerante de 600 mL vazia
- 1 espátula ou 1 colher de sopa
- 1 proveta graduada ou um recipiente de graduação conhecida
- 1 conta-gotas
- 1 tubo de ensaio de 35 mL ou outro recipiente parecido
- cola quente ou fita veda rosca

Prepare-se!

1. Pesquise os extintores adequados para cada tipo de incêndio.
2. Pesquise outras nomenclaturas utilizadas para denominar o vinagre e o bicarbonato de sódio.

Procedimento

- Peça ajuda ao professor para furar a tampa da garrafa de refrigerante. O furo deve ter o mesmo diâmetro do conta-gotas a ser utilizado, o mais justo possível.
- Se o conta-gotas for vedado de um lado, abra um buraco nessa parte. Não modifique a parte que tem o furo menor.
- Fixe o conta-gotas na tampa com cola quente ou fita veda rosca.
- Meça, com o auxílio de uma proveta ou de um recipiente de graduação conhecida, 450 mL de vinagre e transfira-o para a garrafa de refrigerante.
- Com o auxílio de uma espátula, adicione o bicarbonato de sódio no tubo de ensaio, preenchendo-o até, mais ou menos, 2 dedos abaixo da capacidade total.

EM ABERTA

- Certifique-se de que o tubo tem altura necessária para que, uma vez inserido na garrafa, a abertura permaneça uns 2 cm acima do nível do vinagre. Se necessário, retire com cuidado parte do líquido que está na garrafa.
- A partir dessa etapa, o experimento deverá ser feito em local aberto e longe de outras pessoas. Espere o professor e insira o tubo de ensaio na garrafa de refrigerante. Nesse momento, tenha cuidado para que o bicarbonato não entre em contato com o vinagre, pois isso dará início imediato à reação.
- Feche o frasco de refrigerante com a tampa em que foi fixado o conta-gotas, apertando-a bem.
- Para que o extintor entre em funcionamento, tampe o furo de saída do conta-gotas e agite vigorosamente o extintor. A partir do momento em que o vinagre e o bicarbonato de sódio entrarem em contato, terá início a reação química.
- Incline o extintor para baixo, dirija-o para a região que deseja atingir e retire a vedação ao buraco do conta-gotas. Isso liberará a saída do líquido. Tome cuidado para não atingir outras pessoas.

Discuta com seus colegas

1. Sabendo que a reação que aconteceu entre o ácido acético (CH_3COOH), presente no vinagre, e o bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) pode ser representada pela equação química: $CH_3COOH(aq) + NaHCO_3(s) \longrightarrow CH_3COONa(s) + CO_2(g) + H_2O(l)$

a) Como podemos calcular a massa de CO_2 liberado nesse experimento? Suponha que tenham sido utilizados 1 mol do ácido e 1 mol de bicarbonato de sódio. Algum reagente está em excesso ou é limitante? Mostre como chegou a essa resposta.

b) Agora, calcule a massa liberada de CO_2 nesse experimento, supondo que tenham sido utilizados 2 mol do ácido acético e 1 mol de bicarbonato de sódio. Algum reagente está em excesso ou é limitante? Mostre como você chegou a essa resposta.

c) Considere que foram utilizados 84 g de $NaHCO_3$ com grau de pureza de 95% e 60 g de ácido acético. Calcule a massa do CO_2 produzido. Algum reagente está em excesso ou é limitante? Mostre como você chegou a essa resposta.

2. Qual é o funcionamento desse extintor de incêndio que vocês construíram? Explique o que causa a saída do líquido.
3. Quais são os cuidados que devemos tomar em caso de incêndio?

Fonte consultada: MELCHIOR, M.; CARDOSO, C. D.; SEBALHOS DAL MOLIN, V. T. Aprendendo a conhecer a química com segurança. *In*: 33º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química – EDEQ, n. 33. *Anais* [...] Ijuí: Unijuí, 2013.

• Resoluções da atividade complementar

Prepare-se!

1. Incêndios podem ser classificados em Classe A, B, C, D ou K. Aquele classificado como de Classe A se relaciona com a queima de materiais combustíveis sólidos, como papel, plástico e madeira, e que resultam em resíduos (cinzas, por exemplo). No incêndio da Classe B, o fogo ocorre em combustíveis sólidos ou líquidos, que evaporam para entrar em combustão, como gasolina, diesel, álcool, GLP, entre outros. Os incêndios da Classe C estão relacionados à eletricidade, nos quais o fogo ocorre em equipamentos ou instalações elétricas energizadas. Nesse caso, não se usa água para combatê-los, pois há risco de morte por descargas elétricas. Os incêndios da classe D ocorrem em metais classificados como pirofóricos, como alumínio, sódio e potássio. O último tipo, o da classe K, está relacionado a incêndios com óleos ou gorduras ocorridos em cozinhas domésticas ou industriais. Para o combate adequado a cada tipo de incêndio, utilizam-se extintores com a mesma classificação, ou seja, para o incêndio da Classe A, o extintor também será Classe A, e assim por diante. O extintor Classe A é composto de água pressurizada, o B, de pó químico (base de bicarbonato de sódio), o C, de gás carbônico, o D, de pó químico contendo NaCl e o K, de um agente saponificante, o acetato de potássio (CH_3COOK) em solução aquosa. Existe ainda o extintor ABC, que atende aos incêndios dos três tipos ao mesmo tempo. Ele é composto de di-hidrogenofostato de amônio, $NH_4(H_2PO_4)$.
2. A União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC, do inglês *International Union of Pure and Applied Chemistry*) padroniza as regras de nomenclatura das substâncias conforme indicado a seguir. O vinagre é uma solução que contém uma substância usualmente chamada de ácido acético, denominada ácido etanoico pela nomenclatura sistemática. Já o bicarbonato de sódio é chamado de hidrogenocarbonato de sódio, pelas regras sistemáticas.

Discuta com seus colegas

1. a) Podemos usar a estequiometria para isso. A proporção em mol de cada espécie é definida pelos coeficientes estequiométricos. Com base na equação dada (que já está balanceada), nota-se que, para cada 1 mol de CH_3COOH ou $NaHCO_3$, será produzido 1 mol de CO_2. Dessa forma, basta determinar a massa, em g, que equivale a 1 mol de CO_2, isto é, 44 g. Não há reagentes em excesso, todos seguem a estequiometria prevista para a reação e são limitantes para a reação.

b) Basta observar a relação estabelecida no item **1a** para perceber que as quantidades supostas não estão na proporção esperada. Nesse caso, 1 mol de $NaHCO_3$ (84 g) reage somente com 1 mol de CH_3COOH (60 g) para formar 1 mol de CO_2 (44 g). Logo, sobrará excesso de 1 mol de CH_3COOH (60 g) e o $NaHCO_3$ será o reagente limitante da reação.

c) Aqui deve-se observar a pureza de 95% do $NaHCO_3$. Isso significa dizer que, de 84 g de $NaHCO_3$, apenas 79,8 g são de hidrogenocarbonato de sódio; os outros 5% (4,2 g) são de impurezas. Logo, essa quantidade de $NaHCO_3$ reagirá apenas com 57 g de CH_3COOH dos 60 g iniciais (3 g não reagem e estão em excesso), produzindo 41,8 g de CO_2.

2. A reação entre o ácido acético presente no vinagre e o hidrogenocarbonato de sódio produz CO_2. Esse gás vai gerar pressão dentro da garrafa de refrigerante, causando, assim, a expulsão do líquido que está dentro dele.
3. Mantenha a calma, coloque-se em segurança e acione o alarme de incêndio. Ligue imediatamente para o Corpo de Bombeiros (193) e siga as instruções deles. Procure o Ponto de Encontro, estipulado pela Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) e faça um levantamento

MODERNA

para verificar se todos os colegas estão reunidos. Não retorne ao local em chamas para buscar alguém, aguarde a chegada do Corpo de Bombeiros. Caso esteja dentro de um local em chamas, há alguns procedimentos que podem ser adotados: 1) agache-se e engatinhe, isso minimiza a inalação de gases tóxicos, como o CO, e fuligem; 2) cubra a boca, o nariz e mantenha a respiração pelo nariz, isso pode filtrar as partículas de fumaça; 3) se a passagem estiver bloqueada, procure um local abrigado das fontes de calor e fumaça, permaneça abaixado, se possível, umedeça suas roupas com água até que os bombeiros cheguem.

Finalize o Tema incentivando os estudantes a refletirem sobre a questão do quadro **Reflita sobre seu aprendizado!**, favorecendo o desenvolvimento da subdimensão autoconhecimento da **Competência Geral 6**, como também da subdimensão metacognição da **Competência Geral 1**.

Tema 3 – Dilatação térmica e transformações gasosas

Objetivos de aprendizagem

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

- Avaliar os riscos envolvidos no emprego de dispositivos de uso cotidiano considerando o fenômeno da dilatação térmica para justificar comportamentos de segurança.
- Analisar os parâmetros de dilatação térmica de materiais para adequá-los ao uso em aplicações cotidianas, industriais e tecnológicas.
- Realizar previsões sobre sistemas gasosos considerando os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento.
- Analisar e descrever as transformações ocorridas em sistemas térmicos por meio do entendimento dos conceitos de energia interna, calor trocado e trabalho realizado por uma máquina térmica.

Subsídios para o planejamento

Este tema trata de dilatação térmica e transformações gasosas e deverá ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Física**. O tema será trabalhado em duas etapas; na primeira, focaremos na dilatação térmica e, na segunda, focaremos nas transformações gasosas considerando como variam a energia interna, o calor trocado com o meio e o trabalho realizado por uma máquina térmica.

1ª etapa – Dilatação térmica

Inicie a aula apresentando o tema "dilatação térmica e transformações gasosas" e perguntando aos estudantes qual será, na opinião deles, o assunto abordado e se conhecem algum fenômeno que acham que se relaciona ao tema. Pode ser que eles mencionem o funcionamento dos motores ou dos termostatos, que são mais comuns. Sugira o seguinte questionamento: "Por que uma garrafa PET com refrigerante deixada por muito tempo no congelador explode ou racha?". Provavelmente, essa é uma situação pela qual eles já passaram ou já viram acontecer. No entanto, nesse momento, eles ainda não terão plenas condições de responder à pergunta, pois a resposta depende do conhecimento sobre a dilatação de líquidos e sólidos. Retome a pergunta mais ao final desse Tema.

Para ampliar o repertório de fenômenos relacionados ao assunto, sugira a leitura do artigo: "No calor das ondas", indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. O artigo apresenta um estudo que concluiu que a dilatação térmica dos oceanos se estabilizou, mas o nível da água continua subindo (o que, segundo especialistas, pode ser devido ao derretimento das geleiras). Peça aos estudantes que anotem os pontos principais e façam uma breve síntese do texto. Após a leitura, questione-os sobre a relação entre a dilatação térmica dos oceanos e o nível do mar: "Com base no texto, responda: o que é dilatação térmica e o que pode causar esse fenômeno?". Se desejar, poderá ampliar as discussões a respeito da questão, relacionando-a ao aquecimento global.

Inicie uma discussão sobre o conceito de dilatação térmica, começando pela ideia de temperatura, que corresponde ao grau de agitação das moléculas. Caso julgue pertinente, sugira aos estudantes que pesquisem as três principais escalas de temperatura – Celsius, Fahrenheit e Kelvin – de que maneira elas foram criadas e como se relacionam. É interessante que eles percebam que se trata do uso de critérios diferentes para medir esse grau de agitação das moléculas; em cada caso, os criadores utilizaram parâmetros distintos, criando, assim, diferentes escalas. Em seguida, peça-lhes que façam a leitura do tópico **Dilatação e contração térmica**. Após a leitura, promova uma discussão sobre o conceito e a atuação desse fenômeno no dia a dia, por exemplo, em pontes que têm uma de suas extremidades livres sobre roletes para acomodar uma possível dilatação de sua estrutura de concreto.

Pergunte aos estudantes como o desconhecimento sobre dilatação e contração térmica pode impactar diversas áreas, como a construção civil ou a indústria. Mencione algumas situações do cotidiano, por exemplo, em linhas férreas, onde existem espaçamentos entre os trilhos para que, ao dilatarem devido ao aumento de temperatura em dias mais quentes, os trilhos se ajustem sem danificar a estrutura da linha férrea. O mesmo acontece com azulejos de uma cozinha ou de um banheiro, que, devido a temperaturas mais altas, sofrem dilatação (no caso dos banheiros, a dilatação também se dá pelo aumento da temperatura provocada pelo vapor de água quente do chuveiro), e, se não houver espaçamento entre eles, começam a se descolar da parede. Outro exemplo é o abaloamento que observamos nos fios de alta tensão; estes, em dias mais frios, tendem a se comprimir, podendo se romper caso não haja uma folga em sua instalação. Durante a apresentação desses e de outros exemplos de dilatação/contração, peça aos estudantes que utilizem a tabela de coeficientes de dilatação de alguns materiais, presente no Livro do estudante, e comente como esse dado é importante para a escolha adequada dos materiais para a fabricação de objetos, estruturas e ferramentas. Essa discussão ajuda a promover o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT306** e **EM13CNT307**, ao propor a avaliação do efeito da variação de temperatura em diferentes materiais e analisar os riscos envolvidos em dispositivos de atividades cotidianas suscetíveis aos fenômenos de dilatação e de contração para justificar comportamentos que tornam seu uso mais seguro.

Incentive os estudantes a explorarem a sugestão de material no boxe **Fique por dentro**, pois, além de complementar

MODERNA

o conteúdo abordado, favorece o uso de tecnologias digitais e o desenvolvimento da **Competência Geral 5**.

Após a discussão, sugira aos estudantes que estudem os exemplos mencionados no Livro do estudante para cada fenômeno da dilatação: linear, superficial e volumétrica. Para verificar o entendimento da turma sobre os exemplos apresentados, você pode fazer uma dinâmica organizando os estudantes em trios e pedir que façam uma rodada de exposição para que cada um explique um dos exemplos aos dois colegas do grupo. Se achar pertinente, proponha uma lista com um conjunto de exercícios sobre diferentes tipos de dilatação, a serem resolvidos em pequenos grupos.

Ainda em pequenos grupos de três ou quatro integrantes, você pode sugerir-lhes que escolham algum fenômeno entre os mencionados anteriormente ou outros que tenham relação com a dilatação térmica e, com base neles, criem uma notícia de jornal, relatando um evento em que os efeitos da dilatação podem ou não ter sido levados em consideração e avaliando as consequências disso. Esse momento aprofunda as habilidades **EM13CNT306** e **EM13CNT307**, pois os estudantes precisam escolher um material para analisar sua dilatação/contração, pensar onde o material pode ser usado e avaliar os riscos envolvidos no emprego de materiais ou estruturas conhecidas no cotidiano, além de justificar comportamentos de segurança que foram ou deveriam ser adotados na situação escolhida por eles. Além dessas habilidades, a criação da notícia de jornal favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 2**, uma vez que desperta nos estudantes a curiosidade intelectual para entender fenômenos explicados por meio do conhecimento científico. Ao fim da escrita, peça aos grupos que compartilhem as notícias criadas e comentem o que foi abordado por cada grupo.

Na sequência, solicite à turma que leia o tópico **Dilatação de sólidos e de líquidos** no Livro do estudante, anotando as principais ideias sobre o tema. Retorne à pergunta inicial: "Por que uma garrafa PET com refrigerante deixada por muito tempo no congelador explode ou racha?". Peça aos estudantes que respondam a essa pergunta, se necessário, voltando a ler o texto, e que apontem outros efeitos da dilatação dos líquidos. Nesse momento, os estudantes podem se referir ao artigo sugerido inicialmente, "No calor das ondas", e fazer a correlação com o aumento do nível dos oceanos.

Para finalizar a primeira parte, sugira aos estudantes que desenvolvam a atividade **Prática investigativa**. Organize a turma em grupos e peça que leiam o texto introdutório, o objetivo, o material necessário, e que executem o experimento seguindo as orientações dos procedimentos. Ao final da atividade, sugira aos estudantes que pesquisem o funcionamento do termostato em algum dispositivo usado no cotidiano, como o ar-condicionado. Espera-se que eles compreendam como o termostato faz o ajuste de temperatura. Comente que, no caso do ar-condicionado, conforme o ambiente no qual ele está esquenta, as lâminas do termostato irão se curvar e estabelecer a passagem de corrente elétrica, fazendo com que o motor funcione para refrigerar o ambiente. Essa atividade aprofunda o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT306**, ao propor a avaliação dos riscos envolvidos no emprego de dispositivos em atividades cotidianas para justificar comportamentos de segurança, e da habilidade **EM13CNT307**, ao analisar os parâmetros de dilatação térmica de materiais para adequá-los ao uso em aplicações cotidianas, industriais e tecnológicas. Além disso, o experimento proposto permite aos estudantes o desenvolvimento das **Competências Gerais 2, 4, 7 e 9**, uma vez que estimula a curiosidade intelectual e recorre a uma abordagem científica para formular hipóteses, argumentar e resolver problemas, de forma respeitosa, com empatia e em cooperação.

- **2ª etapa – Transformações gasosas**

Para a abordagem sobre transformações gasosas considerando como variam a energia interna, o calor trocado com o meio e o trabalho realizado por uma máquina térmica, você pode iniciar a discussão exibindo o vídeo "Motores e borracha", que explica o funcionamento de um motor automotivo. Uma alternativa é pedir aos estudantes que vejam o vídeo no período extraclasse e anotem as dúvidas para o trabalho em sala de aula. Outra sugestão é iniciar a abordagem pedindo que leiam o artigo "Mais energia", que traz os desafios dos carros elétricos em suprir os carros convencionais – movidos a gasolina, etanol e diesel. Os dois materiais estão indicados na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Depois de assistir ao vídeo e/ou ler ao artigo, promova uma discussão com a turma sobre o comportamento do gás dentro de um motor automotivo. Proponha duas perguntas para conduzir a discussão: "Qual fenômeno se observa no processo de combustão?"; "O que acontece em relação à quantidade de energia contida no combustível?"; "Ela é totalmente aplicada no funcionamento do motor?"; "Se não, para onde vai essa energia?". Com base no artigo, você pode destacar a eficiência dos motores de acordo com o tipo de combustível, bem como a diferença de consumo entre os combustíveis de acordo com o local onde se trafega. Por exemplo, nas estradas, motores a gasolina têm maior rendimento; por outro lado, dentro de cidades, motores movidos a etanol são mais econômicos. Ainda sobre o rendimento dos motores, explique que, para qualquer motor, ou sistema, a energia fornecida nunca é totalmente convertida em trabalho realizado, pois parte dela é perdida em consequência da variação de temperatura do sistema. Essa perda de energia é provocada pela troca de calor na forma de atrito, ocorrido tanto dentro do sistema como entre o sistema e o meio externo. Além do atrito, parte da energia liberada pela combustão é convertida em energia térmica, gerando troca de calor com o motor (razão pela qual o motor esquenta), contribuindo para perda de energia.

Faça uma discussão apresentando a primeira lei da termodinâmica, em que uma quantidade de energia (Q), gasta por um sistema, corresponde à variação da energia interna do sistema (ΔU) mais o trabalho ($\mathcal{C}$) realizado pelo sistema; ou seja, quando se fornece energia na forma de calor a um sistema, ele não só aumenta a sua energia interna como também realiza trabalho. Essa relação pode ser calculada pela fórmula: $Q = \Delta U + \mathcal{C}$.

Após a discussão, peça aos estudantes que leiam, em grupo, o tópico **Transformações gasosas**. Então, solicite a cada grupo que faça uma síntese das características das transformações gasosas, destacando situações cotidianas em que elas são observadas. Durante a leitura, circule entre os grupos, atentando às discussões e ao entendimento dos conceitos das

REPRODUÇÃO

transformações gasosas. Proponha uma dinâmica na qual os estudantes apresentem os pontos principais da discussão e organize-os no quadro de giz, colocando aspectos referentes a cada transformação gasosa. Destaque a diferença na representação gráfica para cada transformação.

Para ampliar as discussões, estimule os estudantes com perguntas investigativas, por exemplo: "Seria possível criar um motor ou sistema 100% eficiente? Por quê?"; "Qual deveria ser a principal característica do motor para não haver perda de energia?"; "De que forma é consumida a quantidade de energia que não é convertida nas rodas de um carro?". O estímulo da curiosidade através de perguntas favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 2**, por despertar nos estudantes o raciocínio científico e o uso dos conhecimentos abordados para responder às questões, além de aumentar o interesse por assuntos relacionados às ciências.

Como foi visto, não existe um motor 100% eficiente, pois, com a troca de calor (entre o motor e a fonte de energia) e o atrito, tanto no interior do motor como no exterior, sempre ocorrerá perda de energia. Para que fosse possível converter toda energia da combustão em trabalho, não poderia haver atrito dentro do motor nem entre o motor e o meio externo. O motor de um carro, além de converter energia para as rodas – fazendo-o andar –, é responsável pelo funcionamento de todos os recursos de que o carro necessita, como bomba de água, ventoinha, bomba de óleo e recarregamento de energia da bateria – fonte de energia elétrica para os sistemas elétricos e eletrônicos do carro.

Ainda sobre as transformações gasosas, proponha aos estudantes que relacionem a transformação isotérmica com um motor 100% eficiente, pois, uma vez que a variação da energia interna do motor é nula, toda a energia consumida se converte em trabalho. Demonstre essa afirmação matematicamente com a equação $Q = \Delta U + \mathcal{C}$. Essa condição é totalmente oposta quando se realiza uma transformação isocórica, em que a não variação de volume corresponde a um trabalho nulo. Nessa situação, toda a energia liberada na combustão será convertida em energia térmica.

Para as transformações isobáricas, ressalte a diferença entre trabalho motor e trabalho resistente. No trabalho motor, o sistema recebe uma quantidade de energia que promove aumento de temperatura e realiza trabalho; já no trabalho resistente, o sistema libera energia, diminuindo sua temperatura e comprimindo-se, ou seja, o trabalho é feito sobre o sistema.

Por fim, em transformações adiabáticas, o sistema não troca calor com o meio externo. Para essa transformação, destaque a relação inversamente proporcional entre volume e temperatura e entre volume e pressão. À medida que o volume aumenta, tanto a temperatura do sistema quanto a pressão diminuem da mesma forma; à medida que o volume diminui, a temperatura e a pressão do sistema aumentam.

Para abordar a questão da história da Ciência, no que diz respeito à elaboração da primeira lei da termodinâmica, o texto "Os experimentos de Joule e a primeira lei da termodinâmica" é indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Esse texto apresenta uma análise das diferentes formulações da primeira lei da termodinâmica resgatando informações históricas que poderão enriquecer a discussão. No entanto, se desejar que os estudantes leiam o artigo em sala, é importante que você faça uma adaptação, visto que no item 3 desse texto aparecem algumas deduções matemáticas, que se utilizam de derivadas parciais, assunto não trabalhado no Ensino Médio. Feito isso, sugira a leitura e promova uma discussão com a turma para compartilhar o entendimento do texto e destacar as informações mais interessantes. Em seguida, proponha a elaboração de um texto escrito que narre essa história, dando ênfase ao processo de construção do conhecimento científico, valorizando as etapas e a contribuição de diversos cientistas, como é esperado no desenvolvimento da **Competência Geral 1**.

Após as discussões, proponha o uso de uma das rotinas de pensamento apresentadas a seguir para a realização de um exercício de síntese do entendimento sobre a primeira lei da termodinâmica. Sugerimos aqui uma adaptação da *Headlines Routine* (Rotina Manchete, disponível em: <https://pz.harvard.edu/sites/default/files/Headlines_1.pdf>; acesso em: 24 ago. 2020.), juntamente com a rotina *Think pair share* (Pense e Compartilhe em pares). Nesse caso, depois de encerrar as discussões sobre o tema, você pode perguntar: "Se você tivesse de escrever um único parágrafo para explicar este tópico corretamente, qual seria o aspecto mais importante a ser lembrado?"; "Que título você lhe daria?". Depois de responder às questões individualmente, os estudantes podem trocar as respostas com os colegas, discutir e produzir um parágrafo de maneira coletiva, abrangendo as principais ideias dessa discussão. Num segundo momento, para que eles possam avaliar o próprio entendimento e o crescimento pessoal com a aquisição de novos conhecimentos, competências e habilidades, essas sínteses poderão ser lidas de forma coletiva para todos da turma. Então, você poderá questioná-los: "Como essa síntese mudou, com base nas aulas e na discussão?"; "Como vocês compreendiam esse assunto e interpretavam os fenômenos relacionados a ele antes das aulas?".

Por fim, peça aos estudantes que resolvam em duplas e no caderno os exercícios propostos no tópico **Atividades**. Se julgar pertinente, você pode elaborar com eles uma tabela indicando as variações da energia interna, o trabalho realizado pelo gás ou sobre o gás e o calor recebido ou cedido em cada transformação gasosa estudada. Com ela, você pode explorar o exercício para sintetizar o estudo sobre transformações gasosas. Os exercícios promovem o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT102**, ao realizar previsões sobre sistemas térmicos considerando os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre o seu funcionamento, e **EM13CNT301**, ao analisar questões, elaborar hipóteses e previsões e interpretar modelos de sistemas térmicos por meio do entendimento dos conceitos de energia interna, calor e trabalho realizado por uma máquina térmica.

Depois da resolução dos exercícios, proponha uma correção coletiva, pedindo a diferentes duplas que apresentem seu caminho para a resolução de cada questão. Aproveite esse momento para novamente verificar a compreensão dos conteúdos trabalhados e se restaram lacunas em relação a eles. Depois, sugira aos estudantes que preencham o quadro **Reflita sobre seu aprendizado!**, favorecendo assim o aprimoramento da subdimensão autoavaliação da **Competência Geral 6** e da subdimensão metacognição da **Competência Geral 1**. Recomende-lhes que utilizem os textos que construíram durante o desenvolvimento do

MANUAL DO PROFESSOR

tema, além das anotações pessoais no caderno, e pensem nas dificuldades que sentiram no trabalho com dilatação térmica e transformações gasosas, incluindo as equações, os conceitos e os exemplos trabalhados.

Tema 4 – Ciclos termodinâmicos e entropia

Objetivos de aprendizagem

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

- Analisar transformações e conservações em sistemas que envolvem quantidade de energia, principalmente em atividades cotidianas.
- Avaliar intervenções em sistemas térmicos considerando os efeitos da mudança nas variáveis termodinâmicas.
- Prever o funcionamento de motores elétricos considerando a eficiência energética.
- Interpretar o funcionamento de ciclos termodinâmicos com base em modelos científicos.

Subsídios para o planejamento

Este tema deverá ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Física**. Na primeira etapa, vamos tratar dos ciclos termodinâmicos e do funcionamento dos motores; na segunda etapa, trataremos de rendimento das máquinas térmicas e da segunda lei da termodinâmica. Este tema apresenta diversos aspectos que poderão se relacionar com os assuntos tratados no Tema 3 – sobre dilatação térmica e a primeira lei da termodinâmica – por isso, a sugestão é que se comece fazendo uma retomada por meio das questões: "Por que, nos automóveis, determinado tipo de combustível tem maior rendimento que outros?"; "É impossível criar um motor com 100% de eficiência? Por quê?". Faça uma roda com toda a turma e peça a alguns estudantes que respondam. Se possível, instigue-os a usar os conceitos e o vocabulário científico já aprendidos e faça uma síntese das respostas no quadro de giz.

• 1ª etapa – Ciclos termodinâmicos e o funcionamento das máquinas térmicas

Terminada a discussão, mencione que, para compreender o funcionamento das máquinas térmicas, o que inclui os motores, é necessária a compreensão sobre o que são os ciclos termodinâmicos. Em seguida, sugira a leitura no Livro do estudante do tópico **Ciclos termodinâmicos**. Após a leitura, proponha uma discussão visando aprofundar o entendimento sobre o funcionamento de um motor de quatro tempos, também conhecido como ciclo de Otto, que ocorre em um ciclo de quatro etapas: admissão, compressão, expansão e exaustão. Primeiro, peça a alguns estudantes que expliquem cada uma das etapas. Com base nisso, no caderno, a turma poderá criar um esquema de funcionamento. Na sequência, é importante entender como a junção, na sequência apresentada, de cada etapa faz o motor funcionar, tendo a visão do todo. Novamente, os estudantes podem criar o esquema no caderno. Solicite que um ou dois estudantes levem esse esquema ao quadro de giz e o expliquem. Nesse momento, faça a relação das etapas com o fenômeno de dilatação térmica e das transformações gasosas estudadas no Tema 3.

Para facilitar a visualização do fenômeno, você pode recorrer a uma animação. Nesse caso, recomendamos a que está disponível no *site* do professor Stefanelli (2019), indicada na seção de *Apoio ao trabalho pedagógico*. Você tanto pode trabalhar com a projeção da simulação, e promover uma discussão coletiva, como pode reservar o laboratório de Informática, e sugerir aos estudantes que leiam em duplas o conteúdo do *site* e explorem a simulação, fazendo a discussão coletiva em seguida.

Em cada etapa as transformações são:

- Admissão (isobárica) – a pressão se mantém constante enquanto ocorre aumento de volume do gás no interior do pistão;
- Compressão (adiabática) – o gás tem seu volume diminuído pelo pistão e, com isso, sofre aumento de pressão e temperatura;
- Expansão (adiabática e isocórica) – devido à faísca gerada pela vela, a temperatura e a pressão do gás aumentam, fazendo com que o gás sofra dilatação e se expanda, provocando queda da temperatura e da pressão;
- Exaustão (isobárica) – o gás é expelido por causa da diferença de pressão fora do pistão, facilitando a saída do gás residual com o movimento do pistão para cima; nesse momento o volume no interior do pistão diminui, enquanto a pressão se mantém constante.

Além de explicar, nomear e visualizar o fenômeno, é importante que se usem os diagramas de transformações, apresentados no Livro do estudante, nas **figuras 4.3**, **4.4**, **4.5, 4.6** e **4.7**, que exemplificam as transformações gasosas ocorridas em um ciclo. Nesses diagramas, é interessante destacar o sentido do ciclo termodinâmico: o sentido horário indica que o trabalho realizado pelo gás, na sua expansão, é maior que o trabalho realizado sobre o gás na sua compressão, resultando em um trabalho total positivo ($\mathcal{C} > 0$ e $Q > 0$), ou seja, ocorre conversão de energia térmica em trabalho; já o sentido anti-horário indica que o trabalho realizado pelo gás, na sua expansão, é menor que o trabalho realizado sobre o gás na sua compressão, resultando em um trabalho total negativo ($\mathcal{C} < 0$ e $Q < 0$), ou seja, ocorre conversão de trabalho em energia térmica.

Sobre os ciclos termodinâmicos, destaque a importância da diferença de temperatura: para que o gás contido no interior do pistão de um motor a combustão seja dilatado, sua temperatura deve ser aumentada, o que não aconteceria se a temperatura do gás no momento da explosão fosse a mesma do meio que o rodeia. Para que haja essa diferença de temperatura, o motor deve ser constantemente resfriado durante seu funcionamento; uma vez que parte da energia liberada pelo gás não é convertida em trabalho, mas em energia térmica do próprio gás, ocorre o aumento da temperatura do motor (lembrando que a variação da energia interna foi discutida no Tema 3). Uma vez aquecido, o motor necessitará que o calor recebido do gás seja dissipado ou retirado, para que possa retornar às condições iniciais e recomeçar um novo ciclo.

Para a abordagem de ciclos com trabalho total negativo, utilize como exemplo os refrigeradores, também conheci-

EM OBRA

dos como máquinas frigoríficas. Ao contrário das máquinas térmicas convencionais, os refrigeradores trocam calor da fonte quente para a fonte fria. No entanto, é muito importante salientar que esse processo não é espontâneo – como ocorre com as máquinas que trocam calor da fonte fria para a fonte quente. No caso dos refrigeradores, é necessária uma substância de operação, capaz de manter seu interior frio e o seu exterior quente; na maioria das vezes é uma mistura de clorofluorcarbonos (comumente apelidada de gás freon) ou amônia, também conhecidos por fluido refrigerante, que percorre um tubo que passa tanto no interior do refrigerador quanto fora dele. Quando a substância passa pelo interior do refrigerador, ela é submetida a uma menor pressão que acarreta queda na temperatura, fazendo com que o interior do refrigerador fique frio e com isso consiga trocar calor, espontaneamente, com o que estiver dentro dele. Porém, quando ela passa pelo exterior do refrigerador, sua pressão aumenta, acarretando aumento na temperatura, maior que a temperatura ambiente, permitindo também a troca de calor espontânea. Dessa forma, o refrigerador consegue absorver o calor do seu interior e dissipá-lo no meio externo, assim como as demais máquinas térmicas, que precisam retomar sua condição inicial para recomeçar o ciclo.

Sugira que estudem o exemplo apresentado no tópico **Ciclos termodinâmicos** e, em seguida, peça-lhes que resolvam em duplas o exercício 9 da seção **Atividades**. O estudo sobre os ciclos termodinâmicos desenvolve as habilidades **EM13CNT101**, quando permite que o estudante analise transformações e conservações em sistemas que envolvem quantidade de energia, de modo que possa realizar previsões sobre o seu funcionamento em atividades cotidianas; **EM13CNT102**, ao permitir realizar previsões e avaliar intervenções em sistemas térmicos considerando os efeitos da mudança nas variáveis termodinâmicas; e **EM13CNT301**, ao propor a análise de questões e a interpretação de modelos explicativos por meio do entendimento do funcionamento de ciclos termodinâmicos, visando ao desenvolvimento de aplicações de uma perspectiva científica.

Se julgar pertinente, proponha um trabalho de pesquisa sobre o funcionamento detalhado de um refrigerador e seu importante papel como agente na modificação dos hábitos sociais. Nesse caso, peça aos estudantes que destaquem os principais componentes responsáveis pelo processo de refrigeração, bem como a eficiência dessas máquinas em regiões de alta temperatura, acima de 40 °C, além de apresentarem informações do modo com que era feita a conservação dos alimentos antes da invenção dos refrigeradores e como foram os seus processos de invenção e comercialização. Esse trabalho pode lhe servir de objeto para avaliar a capacidade de buscar fontes confiáveis de pesquisa, de sintetizar as informações encontradas, de compreender e articular informações com os conceitos trabalhados em sala de aula, utilizando o conhecimento científico para compreender a sociedade e sua transformação ao longo do tempo.

Para tratar da questão do rendimento de uma máquina térmica, retome a discussão sobre quantidade de calor absorvida por um motor e quantidade de calor convertida em trabalho, ou seja, a quantidade de calor efetivamente usada no funcionamento de um motor e a quantidade de calor descartada, porque, uma vez que um motor em funcionamento tem sua temperatura elevada (no caso do motor a combustão), parte da energia consumida está sendo convertida em energia térmica e não em trabalho, como desejaríamos. Além disso, por haver necessidade de resfriamento do motor, parte da energia é convertida em trabalho e também usada no resfriamento do próprio motor, justificando-se a impossibilidade de obter um motor com 100% de eficiência. Mesmo em motores elétricos – que convertem energia elétrica em energia mecânica – uma parte da energia elétrica consumida é convertida em energia térmica, graças ao seu efeito resistivo. O mesmo acontece com os refrigeradores, em que o compressor, cuja função é fazer com que o fluido refrigerante percorra todo o circuito, também sofre aumento de temperatura, em decorrência do trabalho realizado sobre o fluido.

Além do motor a combustão, cite o exemplo da turbina a vapor (outra máquina térmica), cujo funcionamento se dá através de uma caldeira que aquece a água até o ponto de ebulição, seguindo até o ponto de evaporação. Os vapores de água a alta pressão são então conduzidos da caldeira até um conjunto de hélices, convertendo parte da energia térmica em energia cinética e produzindo rotação no eixo da turbina. Do mesmo modo que o motor a combustão necessita de resfriamento, o vapor de água também precisa ser resfriado para que o vapor seja condensado para o estado líquido e seja bombeado de volta para a caldeira.

A invenção das máquinas térmicas trouxe, de maneira geral, um grande impacto para a sociedade e teve influência direta no desenvolvimento da Revolução Industrial. Você pode desenvolver esse tema mais profundamente sugerindo aos estudantes que utilizem a rotina de pensamento *Agora aqui, lá então* (do inglês *Here now, there then*). Peça-lhes que comecem fazendo uma lista com duas colunas. Na coluna A, eles devem listar posições, valores e julgamentos atuais sobre o uso de máquinas na indústria; e na coluna B, devem "viajar no tempo" e listar posições, valores e julgamentos das pessoas que viviam antes da Revolução Industrial – antes da segunda metade do século XIX – sobre o uso de máquinas para a produção. Além de considerar as ideias prévias, você pode sugerir a leitura do artigo "Termodinâmica e Revolução Industrial: uma abordagem por meio da história cultural da ciência", de Silva e Errobidart (2019), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Construa uma lista coletiva, no quadro de giz, usando os pontos que eles levantaram e peça-lhes que, em duplas, reflitam e elaborem um texto procurando responder às seguintes questões: "Por que você acha que as coisas mudaram?"; "Por que as pessoas no passado não pensavam da maneira como pensamos hoje?"; "Como poderíamos descobrir mais sobre as ideias e as crenças das pessoas naquela época?"; "Quais seriam os aspectos positivos e negativos se ainda hoje não tivéssemos usado as máquinas na produção industrial?".

Nessa atividade, além das habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, listadas quando abordamos os ciclos termodinâmicos, também é trabalhada 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, e a habilidade **EM13CHS302**, ao analisar e avaliar criticamente os impactos econômicos e socioambientais de cadeias produtivas ligadas à exploração de recursos naturais em diferentes ambientes e escalas de análise, considerando o modo de vida das populações locais.

EM OBRA

A mesma metodologia pode ser empregada como fechamento do conteúdo, mas, para além do enfoque histórico, você pode pedir à turma que estabeleça uma comparação entre as primeiras máquinas térmicas e as máquinas térmicas atuais, no intuito de explorar como esse conhecimento da Física foi sendo transformado ao longo da história da humanidade e dando, portanto, oportunidade aos estudantes de aplicar o conteúdo dos ciclos termodinâmicos nesses contextos. Dada a necessidade de pesquisa, você pode sugerir-lhes que a façam em período extraclasse e a entreguem na aula seguinte.

- **2ª etapa - Segunda lei da termodinâmica e rendimento das máquinas térmicas**

Com base no que foi discutido sobre troca de calor e eficiência das máquinas térmicas, inicie a aula apresentando no quadro de giz os dois enunciados da segunda lei da termodinâmica:

- É impossível construir um dispositivo que, sem interferência externa, transfira calor espontaneamente de um corpo de menor temperatura a um corpo de maior temperatura – enunciado de Rudolf Clausius.
- É impossível que uma máquina térmica operando em ciclos remova a energia de um sistema e a converta integralmente em trabalho – enunciado de Kelvin-Planck.

Pergunte aos estudantes se eles percebem as relações desses enunciados com as máquinas térmicas, estudadas inicialmente. Peça-lhes que leiam os tópicos **Segunda lei da termodinâmica**, **Ciclo de Carnot** e **Entropia**, no Livro do estudante. Após a leitura, proponha a discussão do tema a partir dos dois exemplos apresentados no tópico **Segunda lei da termodinâmica**, destacando a diferença entre o rendimento de uma máquina térmica, que idealmente seria 100%, e a eficiência de uma máquina frigorífica. Peça-lhes que quanto maior o seu valor, maior a sua eficiência. Você pode resolver os exemplos com os estudantes ou sugerir que eles estudem e, depois, expliquem a resolução à turma. Em seguida, peça-lhes que definam, com suas palavras, o que é o ciclo de Carnot e que listem quais seriam as melhores condições para alcançar o rendimento máximo de uma máquina térmica e a eficiência máxima de um refrigerador. Destaque a relação de proporcionalidade entre as trocas de calor – da fonte quente com a da fonte fria – e entre as temperaturas – da fonte quente com a da fonte fria. Em seguida, resolva com eles o exemplo apresentado no tópico **Ciclo de Carnot**.

Usando a equação de rendimento de uma máquina térmica, mostre que, para obter 100% de eficiência, não poderia haver troca de calor entre as fontes, isto é, a máquina deveria operar com temperatura constante, o que é impossível, pois a segunda lei da termodinâmica nega essa condição (retome os enunciados, sobretudo o de Kelvin-Planck). No caso da equação para calcular a eficiência do refrigerador, a troca de calor deveria ocorrer de forma espontânea, o que também é impossível, de acordo com a segunda lei da termodinâmica (enunciado de Rudolf Clausius). A discussão sobre rendimento e eficiência é importante para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT107**, pois permite ao estudante realizar previsões sobre o funcionamento de motores elétricos considerando a eficiência energética.

Explore as duas situações mencionadas – que violam a segunda lei da termodinâmica – para apresentar o conceito de "entropia", começando com a definição do que são os processos reversíveis e os irreversíveis. Para promover a visualização dos temas, você pode usar os vídeos "Fenômenos reversíveis e irreversíveis", "Gelo derretendo" e "Máquina térmica", disponíveis no *site* indicado no quadro **Fique por dentro**. O uso dessa ferramenta favorece o trabalho com a **Competência Geral 5**, proporcionando ao estudante uma nova forma de aprendizagem. Projete os vídeos em sala e, em seguida, proponha uma discussão, colocando questões como: "O que vocês viram?"; "Qual foi o fenômeno que serviu para identificar processos reversíveis e irreversíveis?"; "O que caracteriza uma máquina térmica?", entre outras que julgar pertinentes. Lembre-se de comentar, caso os estudantes não mencionem, que todo processo que ocorre na natureza de forma espontânea é um processo irreversível, e mesmo aqueles que ocorrem de forma induzida também são irreversíveis, pois sempre haverá alguma perda de energia útil, em forma de calor dissipado. Para um sistema ser considerado reversível, a variação de calor e temperatura deve ser mínima, resultando em variações mínimas com a sua vizinhança, mantendo-se praticamente em equilíbrio térmico. Ou seja, um processo reversível é um processo quase estático, considerado uma idealização, como o ciclo de Carnot, que, embora esteja em acordo com as leis da termodinâmica, é impossível de ser alcançado na realidade. A entropia, por sua vez, é a grandeza cuja variação corresponde à razão entre a troca de calor ocorrida em um sistema e sua temperatura absoluta.

Após a discussão, retome a segunda lei da termodinâmica fazendo relação com a entropia, destacando o seguinte aspecto: para qualquer processo, a entropia de um sistema ou aumenta (se o processo é irreversível) ou permanece a mesma (se o processo é reversível). Em um sistema isolado, a entropia nunca diminui. Ela só pode diminuir em situações locais, e nunca de maneira espontânea, o que implica que, se ela diminuir em determinada situação local, deverá aumentar quando observada a situação global.

Se julgar pertinente, resolva o exemplo do tópico **Entropia**. Após a discussão, peça aos estudantes que resolvam os exercícios: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 10 da seção **Atividades**. Discuta a resolução das questões, dando destaque ao significado dos valores encontrados e à relação deles com o conteúdo estudado. Ao final, proponha aos estudantes que preencham o quadro **Reflita sobre seu aprendizado!**, atentando às habilidades e às competências desenvolvidas neste tema e como eles as perceberam. O trabalho com esse quadro colabora para o desenvolvimento da subdimensão autoavaliação da **Competência Geral 6** e da subdimensão metacognição da **Competência Geral 1**.

A questão da entropia, para além da Física, pode nos levar a discussões mais amplas, e de certa forma filosóficas, sobre o sentido do tempo, por exemplo. Ela nos ajuda a compreender por que não é possível voltar no tempo, uma vez que existe um sentido privilegiado no passar do tempo, que aponta sempre para o futuro, chamado "Seta do Tempo". Para ajudar a levantar essas questões e fazer a relação com os conceitos trabalhados, sugerimos que proponha à turma a leitura do artigo "Por que o tempo sempre anda para a frente, nunca para trás", da BBC, indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Peça aos estudantes que organizem questões, após a leitura,

REPRODUÇÃO PROIBIDA

que se relacionem à entropia e à questão do tempo. Selecione as que mais se ajustam a um pequeno projeto de pesquisa e proponha-lhes que, em duplas ou trios, procurem formular a resposta para essas perguntas, utilizando fontes de consulta confiáveis. As respostas podem ser apresentadas no formato de um *podcast*, como se simulassem uma entrevista. Nesse aspecto, a atividade poderá contribuir para o desenvolvimento da **Competência Geral 4**, ao propor a utilização de diferentes linguagens, os 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.

Se desejar abordar a evolução do Universo e como a entropia colabora com a sua morte térmica, você poderá propor, nesse momento, a realização da atividade complementar. Comece sugerindo a leitura do trecho "A última pergunta" (1956), de Isaac Asimov, transcrito adiante. Em seguida, há algumas perguntas que podem ser respondidas em duplas ou trios, que terminam com a proposta do desenvolvimento de um texto que responda à pergunta: "A quantidade total de entropia no Universo pode ser revertida?". Sugira aos estudantes que pesquisem o que é a teoria da morte térmica do Universo e escrevam suas respostas embasados pelos conhecimentos científicos. Faça uma discussão sobre essas respostas. Com essa atividade será possível desenvolver a **Competência Geral 2**, pois ela se propõe a 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 com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

Por fim, proponha aos estudantes que façam uma pesquisa para comparar os modelos de morte térmica do Universo e o Universo inflacionário, nesse caso, desenvolvendo a habilidade **EM13CNT201**, ao propor aos estudantes que analisem e discutam modelos e teorias para comparar distintas explicações sobre a evolução do Universo, baseando-se nas teorias científicas aceitas atualmente, além de desenvolver 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.

Atividade complementar

Leia o trecho abaixo, do conto "A última pergunta" (1956), de Isaac Asimov:

> A última pergunta foi feita pela primeira vez, meio que de brincadeira, no dia 21 de maio de 2061, quando a humanidade dava seus primeiros passos em direção à luz. A questão nasceu como resultado de uma aposta de cinco dólares movida a álcool, e aconteceu da seguinte forma.
>
> Alexander Adell e Bertram Lupov eram dois dos fiéis assistentes de Multivac. Eles conheciam melhor do que qualquer outro ser humano o que se passava por trás das milhas e milhas da carcaça luminosa, fria e ruidosa daquele gigantesco computador. Ainda assim, os dois homens tinham apenas uma vaga noção do plano geral de circuitos que há muito haviam crescido além do ponto em que um humano solitário poderia sequer tentar entender.
>
> Multivac ajustava-se e corrigia-se sozinho. E assim tinha de ser, pois nenhum ser humano poderia fazê-lo com velocidade suficiente, e tampouco da forma adequada. Deste modo, Adell e Lupov operavam o gigante apenas sutil e superficialmente, mas, ainda assim, tão bem quanto era humanamente possível. Eles o alimentavam com novos dados, ajustavam as perguntas de acordo com as necessidades do sistema e traduziam as respostas que lhes eram fornecidas. Os dois, assim como seus colegas, certamente tinham todo o direito de compartilhar da glória que era Multivac.
>
> Por décadas, Multivac ajudou a projetar as naves e enredar as trajetórias que permitiram ao homem chegar à Lua, Marte e Vênus, mas para além destes planetas, os parcos recursos da Terra não foram capazes de sustentar a exploração. Fazia-se necessária uma quantidade de energia grande demais para as longas viagens. A Terra explorava suas reservas de carvão e urânio com eficiência crescente, mas havia um limite para a quantidade de ambos.
>
> No entanto, lentamente Multivac acumulou conhecimento suficiente para responder questões mais profundas com maior fundamentação, e em 14 de maio de 2061, o que não passava de teoria tornou-se real.
>
> A energia do sol foi capturada, convertida e utilizada diretamente em escala planetária. Toda a Terra paralisou suas usinas de carvão e fissões de urânio, girando a alavanca que conectou o planeta inteiro a uma pequena estação, de uma milha de diâmetro, orbitando a Terra à metade da distância da Lua. O mundo passou a correr através de feixes invisíveis de energia solar.
>
> Sete dias não foram o suficiente para diminuir a glória do feito e Adell e Lupov finalmente conseguiram escapar das funções públicas e encontrar-se em segredo onde ninguém pensaria em procurá-los, nas câmaras desertas subterrâneas onde se encontravam as porções do esplendoroso corpo enterrado de Multivac. Subutilizado, descansando e processando informações com estalos preguiçosos, Multivac também havia recebido férias, e os dois apreciavam isso. A princípio, eles não tinham a intenção de incomodá-lo.
>
> Haviam trazido uma garrafa consigo e a única preocupação de ambos era relaxar na companhia do outro e da bebida.
>
> "É incrível quando você para pra pensar…," disse Adell. Seu rosto largo guardava as linhas da idade e ele agitava o seu *drink* vagarosamente, enquanto observava os cubos de gelo nadando desengonçados. "Toda a energia que for necessária, de graça, completamente de graça! Energia suficiente, se nós quiséssemos, para derreter toda a Terra em uma grande gota de ferro líquido, e ainda assim não sentiríamos falta da energia utilizada no processo. Toda a energia que nós poderíamos um dia precisar, para sempre e eternamente."
>
> Lupov movimentou a cabeça para os lados. Ele costumava fazer isso quando queria contrariar, e agora ele queria, em parte porque havia tido de carregar o gelo e os utensílios. "Eternamente não," ele disse.

REPRODUÇÃO

"Ah, diabos, quase eternamente. Até o sol se apagar, Bert."

"Isso não é eternamente."

"Está bem. Bilhões e bilhões de anos. Dez bilhões, talvez. Está satisfeito?"

Lupov passou os dedos por entre seus finos fios de cabelo como que para se assegurar de que o problema ainda não estava acabado e tomou um gole gentil da sua bebida. "Dez bilhões de anos não é a eternidade."

"Bom, vai durar pelo nosso tempo, não vai?"

"O carvão e o urânio também iriam."

"Está certo, mas agora nós podemos ligar cada nave individual na Estação Solar, e elas podem ir a Plutão e voltar um milhão de vezes sem nunca nos preocuparmos com o combustível. Você não conseguiria fazer isso com carvão e urânio. Se não acredita em mim, pergunte ao Multivac."

"Não preciso perguntar a Multivac. Eu sei disso."

"Então trate de parar de diminuir o que Multivac fez por nós," disse Adell nervosamente, "Ele fez tudo certo".

"E quem disse que não fez? O que estou dizendo é que o sol não vai durar para sempre. Isso é tudo que estou dizendo. Nós estamos seguros por dez bilhões de anos, mas e depois?" Lupov apontou um dedo levemente trêmulo para o companheiro. "E não venha me dizer que nós iremos trocar de sol."

Houve um breve silêncio. Adell levou o copo aos lábios apenas ocasionalmente e os olhos de Lupov se fecharam. Descansaram um pouco, e quando suas pálpebras se abriram, disse, "Você está pensando que iremos conseguir outro sol quando o nosso estiver acabado, não está?"

"Não, não estou pensando."

"É claro que está. Você é fraco em lógica, esse é o seu problema. É como o personagem da história, que, quando surpreendido por uma chuva, corre para um grupo de árvores e abriga-se embaixo de uma. Ele não se preocupa porque quando uma árvore fica molhada demais, simplesmente vai para baixo de outra."

"Entendi," disse Adell. "Não precisa gritar. Quando o sol se for, as outras estrelas também terão se acabado."

"Pode estar certo que sim", murmurou Lupov. "Tudo teve início na explosão cósmica original, o que quer que tenha sido, e tudo terá um fim quando as estrelas se apagarem. Algumas se apagam mais rápido que as outras. Ora, as gigantes não duram cem milhões de anos. O sol irá brilhar por dez bilhões de anos e talvez as anãs permaneçam assim por duzentos bilhões. Mas nos dê um trilhão de anos e só restará a escuridão. A entropia deve aumentar ao seu máximo, e é tudo."

"Eu sei tudo sobre a entropia," disse Adell, mantendo a sua dignidade.

"Duvido que saiba."

"Eu sei tanto quanto você."

"Então você sabe que um dia tudo terá um fim."

"Está certo. E quem disse que não terá?"

"Você disse, seu tonto. Você disse que nós tínhamos toda a energia de que precisávamos, para sempre. Você disse 'para sempre'."

Era a vez de Adell contrariar. "Talvez nós possamos reconstruir as coisas de volta um dia," ele disse.

"Nunca."

"Por que não? Algum dia."

"Nunca."

"Pergunte a Multivac."

"Você pergunta a Multivac. Eu te desafio. Aposto cinco dólares que isso não pode ser feito."

Adell estava bêbado o bastante para tentar, e sóbrio o suficiente para construir uma sentença com os símbolos e as operações necessárias em uma questão que, em palavras, corresponderia a esta: a humanidade poderá um dia sem nenhuma energia disponível ser capaz de reconstituir o sol a sua juventude mesmo depois de sua morte?

Ou talvez a pergunta possa ser posta de forma mais simples da seguinte maneira: A quantidade total de entropia no universo pode ser revertida?

Multivac mergulhou em silêncio. As luzes brilhantes cessaram, os estalos distantes pararam.

E então, quando os técnicos assustados já não conseguiam mais segurar a respiração, houve uma súbita volta à vida no visor integrado àquela porção de Multivac. Cinco palavras foram impressas: "DADOS INSUFICIENTES PARA RESPOSTA SIGNIFICATIVA."

Na manhã seguinte, os dois, com dor de cabeça e a boca seca, já não lembravam do incidente.

Fonte: ASIMOV, I. A última pergunta, 1956. *Nove amanhãs: Contos do futuro próximo*. Mem Martins: Publicações Europa-América Ltda., 1990.

A pergunta proposta ao Multivac: "A quantidade total de entropia no Universo pode ser revertida?" tem relação com uma das teorias que explicam o fim no Universo, conhecida como a morte térmica do Universo. Diante disso, discuta com os colegas e responda:

1. Por que o Multivac teria dado, a princípio, a seguinte resposta: "DADOS INSUFICIENTES PARA RESPOSTA SIGNIFICATIVA."?
2. Quais dados seriam necessários para que uma resposta significativa pudesse ser dada?
3. Supondo que, passado algum tempo, o Multivac tenha conseguido acumular os dados que faltavam, escreva uma possível resposta que ele poderia dar aos amigos Adell e Lupov.

• Resolução da atividade complementar

1. Multivac era um supercomputador e, pela descrição do conto, tinha muitas informações armazenadas – o que teria possibilitado até a utilização da energia solar como a única fonte de energia da Terra. No entanto, ao ser questionado sobre a reversão da entropia, disse que seus dados eram insuficientes para dar essa resposta. A reversão da entropia

REPRODUÇÃO

é possível considerando uma situação local, garantindo que em outra parte do sistema a entropia aumente. Desse modo, uma diminuição da entropia do Universo só seria possível se ele fosse apenas parte de um sistema maior, o que Multivac parecia não saber. Fora isso, não seria possível, uma vez que seria uma violação da segunda lei da termodinâmica.

2. Seria necessário conhecer se o Universo é uma parte de um sistema maior, e, nesse caso, a diminuição da entropia ocorreria apenas de maneira local; ou, ainda, se haveria outra condição em que seria possível violar a segunda lei da termodinâmica, o que até agora não foi encontrado.
3. Resposta pessoal. Os estudantes podem supor uma situação de violação da segunda lei da termodinâmica, ou propor um cenário em que o Universo seja apenas parte de um sistema maior.

Tema 5 - Combustíveis fósseis e chuva ácida

Objetivos de aprendizagem

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

- Relacionar os gases emitidos pela queima de combustíveis fósseis ao agravamento de fenômenos como o efeito estufa e a chuva ácida.
- Avaliar as consequências decorrentes desses fenômenos por meio de discussões políticas, econômicas e socioambientais.
- Justificar a utilização de combustíveis fósseis atualmente com base em contextos histórico-econômicos contemporâneos e naquele em que eles começaram a ser utilizados.
- Conceituar hidrocarbonetos e óxidos.
- Reconhecer hidrocarbonetos e óxidos com base em suas formulações.
- Nomear hidrocarbonetos e óxidos.
- Utilizar diferentes formas de representação estrutural de hidrocarbonetos.
- Explicar métodos de separação de misturas com base nas propriedades das substâncias componentes.
- Descrever formas de medição de acidez ou basicidade das substâncias.

Subsídios para o planejamento

O Tema 5 deve ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Química**. Nele, é discutido como a queima de combustíveis fósseis se relaciona com o agravamento do efeito estufa e a chuva ácida.

A sugestão de sequência didática para abordar este Tema se baseia na dinâmica denominada Três Momentos Pedagógicos (3MP) e será dividida em três etapas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Na problematização inicial, será motivada uma discussão com base em questões reflexivas que geram debates na sociedade. Dessa forma, os estudantes podem explorar o cenário motivador dessas indagações e mobilizar seus conhecimentos prévios. O professor deve conduzir a discussão explorando as controvérsias e as limitações nos argumentos, bem como direcioná-los à necessidade de busca por possíveis soluções usando o pensamento científico, a ser realizada na etapa de organização do conhecimento. Na segunda etapa, serão disponibilizados materiais e diferentes estratégias que possibilitam aos estudantes organizar o conhecimento. Por fim, na aplicação do conhecimento, utiliza-se o conhecimento construído anteriormente para nova discussão do problema inicial e em futuras situações-problema que envolvam a temática.

• 1ª etapa - Problematização inicial

Para conduzir as discussões, inicie a contextualização do tema pedindo aos estudantes que realizem a leitura do primeiro parágrafo e observem a **figura 5.1**. Há questões muito importantes abordadas nesse trecho e figura, e elas serão utilizadas para o desenvolvimento do Tema. Instrua-os a formar grupos para que possam partilhar as interpretações acerca das questões norteadoras sugeridas a seguir.

- A **figura 5.1** mostra que o uso de combustíveis fósseis (petróleo, carvão e gás natural) representava 81,22% da matriz energética mundial em 2017. Por que ainda os usamos, se são tão prejudiciais para a vida e o ambiente, em vez de explorar, por exemplo, fontes de energia renováveis, que são menos prejudiciais?
- Quais substâncias derivadas dos combustíveis fósseis alteram o ambiente ao meu redor e prejudicam a vida? De que maneira elas provocam o agravamento do efeito estufa, a chuva ácida e outros impactos ambientais?
- De que forma conhecer a "linguagem química", as reações e as propriedades dessas substâncias me ajudará a compreender as discussões socioambientais, econômicas e políticas que se relacionam com a problemática da dependência mundial dos combustíveis fósseis?

Peça aos estudantes que discutam entre o grupo as respostas para essas questões e anotem em tópicos as conclusões a que chegaram. Eles devem realizar a discussão sem consulta prévia ao material, para que percebam a necessidade da aquisição de novos conceitos. O uso dessa metodologia possibilita que exercitem a curiosidade intelectual e recorram à abordagem própria da ciência para investigar e resolver os problemas sugeridos inicialmente, favorecendo assim o desenvolvimento da **Competência Geral 2**.

• 2ª etapa - Organização do Conhecimento

Para dar prosseguimento à sequência didática, peça aos estudantes que, em grupos, realizem a leitura do Tema 5, anotando as ideias principais de cada tópico. Eles devem realizar a leitura guiada, ou seja, buscando informações que lhes permitam responder às perguntas norteadoras. Em seguida, solicite que respondam a cada uma dessas perguntas, apresentadas na 1ª etapa. Fique atento para esclarecer possíveis dúvidas e equívocos que possam surgir e oriente-os a complementar o texto do Tema por meio de pesquisas em fontes confiáveis, como Scielo, Google Acadêmico, *Revista Pesquisa FAPESP*, entre outras. A busca por dados científicos e informações confiáveis para pautar argumentos contempla a habilidade **EM13CNT303** e a **Competência Geral 7**. Incentive os estudantes a explorarem a sugestão de material no boxe **Fique por dentro**, pois, além de complementar o conteúdo abordado, favorece o trabalho com a **Competência Geral 5**, proporcionando aos estudantes a utilização de recurso multimídia para apoiar a aprendizagem.

MODERNA

Ao final das discussões, cada grupo deverá compartilhar suas respostas com a turma. Para conduzir a apresentação dessas respostas, sugerimos a rotina de pensamento *Domino discover* (*Rotina do dominó*). Inicie pedindo a cada grupo que apresente as ideias principais acerca do que foi questionado. Anote no quadro de giz as palavras-chave das respostas de cada grupo. Ao final, desafie os estudantes a encontrar padrões e diferenças nas respostas. Havendo imprecisões, não deixe de pontuá-las ou conduzir a turma de modo que os estudantes as identifiquem e corrijam. Mostre a importância do respeito aos outros, ressaltando que há, muitas vezes, unidade na diversidade. É importante, também, reforçar para a turma a necessidade de sempre confrontar essas ideias, mesmo quando uníssonas, com o conhecimento científico, especialmente ao se deparar com imprecisões. Essa dinâmica exercita a empatia e o respeito ao outro, ajudando no desenvolvimento da **Competência Geral 9**. Na sequência, esclareça os conceitos envolvidos, não deixando de atentar às concepções alternativas desenvolvidas pelos estudantes, mostrando seus limites e suas possibilidades. Ao longo desta seção, sugerimos materiais para utilizar na dinâmica ou para consulta das concepções alternativas, além de relacionar conceitos importantes a serem desenvolvidos pelas questões norteadoras que possibilitarão o desenvolvimento de competências e habilidades. Todos os materiais e trabalhos sugeridos estão indicados na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Neste Tema, é extremamente importante possibilitar aos estudantes que avaliem as consequências do uso dos combustíveis fósseis à vida, com base no contexto histórico e por meio de discussões políticas, econômicas e socioambientais, favorecendo o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT106** e **EM13CNT309**. Recomendamos como complemento a matéria da revista *Pesquisa Fapesp* "Moléculas, problema e solução" e o vídeo do canal Nerdologia no *YouTube* "O Brasil e as mudanças climáticas", para auxiliar no desenvolvimento da perspectiva histórica sobre o crescimento da demanda energética com o passar dos anos (aumento significativo a partir da Revolução Industrial), além de permitir apresentar uma comparação breve da eficiência e da densidade energética entre as diferentes fontes de energia (outras fontes demandam mais material para produzir a mesma quantidade de energia que os combustíveis fósseis) e do custo-benefício para a substituição dos combustíveis fósseis pelas fontes alternativas (o custo de produção e transporte da energia gerada pela fonte alternativa ainda é maior que o dos combustíveis fósseis e emite CO_2). Esses materiais também fornecem informações acerca de políticas ambientais adotadas para limitar o aumento da temperatura global a 2 °C, as quais abordam a necessidade da alteração da matriz energética e do limite de emissão de 500 bilhões de toneladas de carbono imposto ao mundo até 2021.

Quanto à alteração do ambiente e aos riscos à vida gerados pela queima de combustíveis fósseis, como o agravamento do efeito estufa e a chuva ácida, os estudantes costumam apresentar concepções alternativas em relação a esses fenômenos. Leite *et al.* (2010) relatam que os estudantes podem desconhecer que a chuva já é naturalmente ácida e acreditam que ela é constituída por água pura (pH = 7 a 25 °C), propícia para consumo e uso (o que pode ter consequências graves, uma vez que a chuva é ligeiramente ácida e pode conter substâncias nocivas à saúde humana). Quanto ao efeito estufa, os autores Souza, Oliveira e Menezes (2016) mostraram que os estudantes podem caracterizá-lo como um fenômeno exclusivamente maléfico ao ambiente causado pelo ser humano quando, na verdade, ocorre naturalmente. Muitas vezes, eles também confundem esses fenômenos com o buraco na camada de ozônio e ignoram a contribuição do metano para o agravamento do efeito estufa, levando em conta apenas a contribuição do dióxido de carbono. Dessa forma, atente a possíveis imprecisões que possam surgir a respeito desses fenômenos.

Em relação às substâncias provenientes de combustíveis fósseis, como o dióxido de carbono, óxidos de enxofre e óxidos de nitrogênio, muitos estudantes podem não atentar à semelhança no nome "óxido" entre as substâncias citadas e à razão de possuírem esse nome. Também podem ignorar a importância da nomenclatura como forma de padronização ao redor do mundo e da classificação de substâncias com propriedades semelhantes. Talvez uma abordagem contextual histórica do conteúdo possa ajudar. Para auxiliar em seu planejamento, refira-se à pesquisa de Oki (2007), em que a pesquisadora discorre sobre aquele que pode ter sido o primeiro momento na comunidade química em que se considerou coletivamente a padronização de definição e nomenclatura. Verifique se eles compreenderam a classificação dos óxidos e seus exemplos. Ressalte a importância de ficarem atentos às diferenças e semelhanças do óxido molecular e do óxido covalente, pois esses nomes podem gerar dúvidas. Se julgar necessário, revisite os conceitos sobre ligações iônicas.

Depois disso, discuta como ocorre a chuva ácida. Você pode utilizar experiências que possibilitem à turma entender como cada óxido (de carbono, nitrogênio ou enxofre) age na acidificação da chuva com os seus respectivos equacionamentos, como a sugerida por Bittencourt (2018). A respeito da acidez das substâncias, Figueira *et al.* (2009) relatam que muitos podem conceituar ácido como uma substância corrosiva, com gosto azedo ou cítrico, que está presente em nosso organismo. Por essa razão, enfatize que o seguro é identificar um ácido usando indicadores e pHmetros que se baseiam na escala de pH e na concentração em quantidade de matéria de íons H^+ na solução. Se considerar necessário, retome os conceitos de soluto, solvente e solução para explicar como varia o pH em função da quantidade de matéria de íons H^+ na solução. Cabe ressaltar também que a medida de pH é apenas um fato experimental, que não se enquadra, portanto, como justificativa teórica para classificação de um material enquanto ácido ou base. As discussões sobre os indicadores estimulam as habilidades **EM13CNT301** e **EM13CNT306**, uma vez que possibilitam ser empregados como instrumento de medição do caráter ácido-base de forma segura. Use a **figura 5.15** para estimular a discussão sobre as consequências da chuva ácida, como a lixiviação do solo, o aumento do pH das águas prejudicando a fauna e a flora, e a corrosão de monumentos históricos e de prédios. Isso permite aos estudantes avaliar o efeito da intervenção humana nos ecossistemas e a importância da sua preservação, estimulando assim a habilidade **EM13CNT206**.

Outros tipos de composto muito importantes no estudo dessa temática são os hidrocarbonetos. O metano, outro gás de efeito estufa, pertence a essa classe de substâncias orgânicas. Além disso, o petróleo é caracterizado como uma mistura de hidrocarbonetos que leva milhões de anos para se formar e apresenta contaminações variadas de nitrogênio, enxofre, oxigênio e metais. Então, conhecer essas substâncias, assim como os óxidos, com relação a suas identificações químicas, reações e propriedades possibilita o uso dessas informações

REPRODUÇÃO PROIBIDA

para prever o comportamento dessas substâncias, suas aplicações e seus riscos à vida, desenvolvendo muito mais que mera memorização. Dessa forma, para facilitar o entendimento desse tema, eles podem utilizar *softwares,* como o ChemSketch® Freeware, um *software* gratuito da ACD Labs que permite a representação de qualquer substância. No entanto, apesar de completo, ele não apresenta versões em português. Isso dificulta, mas não impede, seu uso pelos estudantes, e ainda ajuda a estimular a aprendizagem da língua inglesa, promovendo o desenvolvimento da habilidade **EM13LGG403**. Caso queira utilizá-lo, ensine passo a passo como representar as substâncias e auxilie os estudantes nas traduções. Se tiver dificuldades em utilizá-lo, você pode ler o "Guia prático de utilização do ChemSketch" criado por Santos (2016).

Com esse *software,* você pode guiar os estudantes a comparar as classificações de hidrocarbonetos quanto a saturado/insaturado, cadeia aberta/fechada, cadeia ramificada/não ramificada, alifático/aromático. Além dessas comparações, é interessante que representem os hidrocarbonetos usando a fórmula molecular, de Lewis ou estrutural plana, além da representação estereoquímica, pelo modelo de esferas e bastões ou de espaços preenchidos. Por exemplo, você pode começar utilizando a **tabela 5.1** para classificar o hidrocarboneto como alcano, alceno ou alcino. Aproveite para explicar a nomenclatura de cada um quanto à quantidade de átomos de carbono, à quantidade e presença do tipo de ligação, e à presença do sufixo "o" (referente a hidrocarboneto), como mostrado na **tabela 5.6**. Se achar conveniente, para trabalhar a nomenclatura de cadeias em que se deve levar em consideração a posição de substituintes e insaturações, você pode usar o quadro da página 55 e as questões 1 e 2 da seção **Atividades**. Aproveite para abordar os processos que envolvem o processo de craqueamento do petróleo, pedindo aos estudantes que representem de diferentes formas no *software* as moléculas envolvidas e então resolvam as questões 3, 4 e 5 da seção **Atividades**. Paralelamente, você pode trabalhar o conceito de octanagem e de cadeias ramificadas/não ramificadas, usando como exemplo o 2,2,4-trimetilpentano (iso-octano) e o heptano, além de explicar o que é o pré-sal e as *commodities* (**figura 5.8**). Para exemplificar cadeias abertas/fechadas, utilize a **tabela 5.2**, atentando às concepções alternativas que igualam as cadeias fechadas aos compostos aromáticos. Por isso, compare os compostos alifáticos e os aromáticos, definindo que os alifáticos podem ser tanto hidrocarbonetos de cadeia aberta quanto cíclicos. Se julgar conveniente, apresente, neste momento, exemplos de outros compostos aromáticos, como o naftaleno e o antraceno. Esclareça que o termo *aromático* não significa que esses compostos têm necessariamente odor.

Cabe também cuidado com a associação direta da aromaticidade com a presença de um ou mais anéis benzênicos na estrutura do composto ou com a dedução imediata de que todo derivado do benzeno é aromático. Aromaticidade não é uma propriedade dada pela composição estrutural, mas pela estrutura eletrônica do constituinte do material. Em compostos monocíclicos planares, uma estrutura é tida como aromática se, e somente se, apresentar $4n + 2$ elétrons associados aos orbitais π, como é enunciado pelo método de Hückel. Não é à toa, portanto, que existem muitas espécies não benzenoides, como o ânion ciclopentadienil e o cátion ciclo-heptatrienil, aromáticas.

Em relação às propriedades dos hidrocarbonetos, enfatize que podemos separá-los quando misturados usando processos que se fundamentam nas diferentes propriedades que eles apresentam, como: polaridade, temperatura de ebulição, densidade e solubilidade. Por exemplo, conhecer a temperatura de ebulição dos hidrocarbonetos presentes no petróleo possibilita separá-los por meio da destilação fracionada, como mostrado na **figura 5.7** e na **tabela 5.4.** Outro exemplo: em derramamentos de petróleo, presume-se que esse material ficará acima da superfície da água e que não será solúvel, com base no conhecimento de sua apolaridade (devido ao momento dipolar nulo), da densidade (500-800 kg m^{-3}) menor que a da água do mar (1.020-1.030 kg m^{-3}, dependendo do oceano) e da insolubilidade caracterizada pelas fracas interações intermoleculares entre os hidrocarbonetos em sua composição e a água. Ao abordar o conceito de forças intermoleculares, fique atento às concepções alternativas que igualam esse conceito ao de ligações químicas, como relatado por Miranda, Braibante e Pazinato (2017), incluindo aqueles que consideram que as mudanças de fase ocorrem em consequência da quebra de ligações químicas e não pela diminuição da intensidade das interações intermoleculares.

- **3ª etapa - Aplicação do conhecimento**

Na etapa de aplicação do conhecimento, peça aos estudantes que se organizem em grupos e escolham um dos temas a seguir: "Extração, refino e destilação fracionada do petróleo"; "Fontes de energia renováveis como alternativas aos combustíveis fósseis"; "Aquecimento global"; "Lixiviação do solo e acidificação das águas"; "Manchas de óleo nas praias do Nordeste"; "Aplicações dos hidrocarbonetos no dia a dia" e "Adulteração da gasolina". Se quiserem usar outros temas pertinentes acerca do conteúdo trabalhado, avalie com eles a possibilidade de troca.

Após a escolha do tema, os estudantes devem criar *podcasts* usando o trabalho de Leite e Leão (2008) como guia. A elaboração passará pelas etapas de pré-produção (tema, objetivos e direcionamento para o ensino), produção com a realização do trabalho (seleção de material necessário e *softwares* de edição) e pós-produção com edição (edição e apresentação do conteúdo). O uso dessa tecnologia de comunicação como forma de aplicação do conhecimento favorece o desenvolvimento das **Competências Gerais 4 e 5**, uma vez que possibilita utilizar diferentes linguagens e conhecimentos acerca delas para se expressar e partilhar informações sobre o tema estudado. Instrua a turma a realizar a busca em *sites* confiáveis, como Scielo, revista *Pesquisa Fapesp*, Google Acadêmico, Teses USP, entre outros. Combine um dia para a apresentação dos *podcasts* em sala de aula. Todos os estudantes devem participar ativamente do trabalho. Uma vez que a avaliação envolve um acompanhamento cujo objetivo reside na melhora do processo de aprendizagem e do processo de ensino, é imperativo acordar critérios de avaliação previamente com a turma, centrando os referidos critérios nos conteúdos de química abordados na aula. Esses critérios nortearão as equipes na construção do episódio de *podcast* e, já que precisam ser discutidos com a turma, dificilmente restarão muitas dúvidas ou imprecisões ao longo dessa atividade avaliativa.

Ao fim da sequência didática, avalie se ainda restam dúvidas sobre os conceitos, resolvendo com os estudantes as questões da seção **Atividades**. Incentive também que eles avaliem sua aprendizagem utilizando o quadro **Reflita sobre seu aprendizado!**, que colabora com o desenvolvimento da subdimensão autoavaliação, da **Competência Geral 6** e da subdimensão metacognição da **Competência Geral 1**.

OBRA DE USO EXCLUSIVO

Tema 6 - Padrões climáticos e balanço térmico da Terra

Objetivos de aprendizagem

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

- Reconhecer o papel da atmosfera no efeito estufa e a importância desse fenômeno para a vida na Terra.
- Explicar que o aumento do efeito estufa está relacionado, entre outros fatores, a alterações no ciclo do carbono provocadas principalmente pelo uso de combustíveis fósseis.
- Descrever os fatores que interferem no aquecimento global, reconhecendo que diversas atividades humanas colaboram para aumento da temperatura do planeta.
- Reconhecer que ações antrópicas afetam o equilíbrio térmico da Terra e colaboram para o aquecimento global e suas consequências.

Subsídios para o planejamento

Este tema deverá ser abordado pelo professor do componente curricular **Biologia**.

Inicie o estudo do tópico **Atmosfera e efeito estufa** perguntando aos estudantes como a Terra é aquecida e de que maneira essa temperatura é mantida. Espera-se que eles recapitulem o conhecimento de que o Sol é a fonte de calor da Terra e que reconheçam que a temperatura do planeta só se mantém em uma faixa favorável à vida como a conhecemos devido à presença da atmosfera. Essa discussão inicial permite o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT102**. Depois, proponha aos estudantes, o experimento a seguir, para que observem na prática como ocorre o efeito estufa. Para o estudo desse Tema, será simulado o que ocorre em estufa de plantas, que utilizam o vidro para manter a radiação infravermelha em seu interior. Esse experimento é um bom exemplo de método hipotético-dedutivo, uma vez que se parte de uma hipótese teórica – o efeito estufa depende do material que recobre a superfície sobre a qual incide a radiação solar e usa-se a experimentação para corroborar ou refutar a hipótese. Além disso, o experimento permite o desenvolvimento da **Competência Geral 2**, visto que os estudantes vão utilizar a curiosidade intelectual para realizá-lo por meio da abordagem própria das ciências. O experimento pode ser feito em grupos ou com toda a turma, sob a orientação do professor.

Objetivo

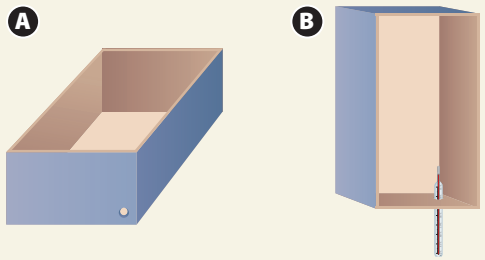
- Testar a hipótese de que a ocorrência do efeito estufa depende do material que recobre a superfície.

Material

- 1 termômetro. Caso haja disponibilidade, podem ser usados 3 termômetros
- 3 caixas de sapatos de mesmo tamanho
- filme plástico transparente
- 1 placa de vidro transparente, um pouco maior que a tampa da caixa de sapato

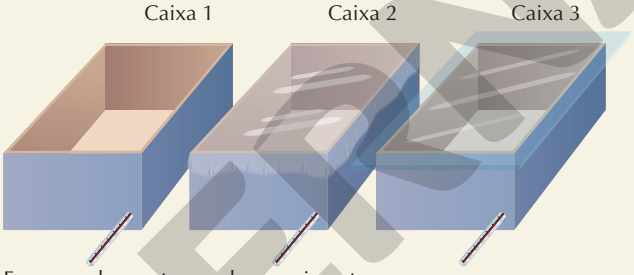
Procedimento

1. Faça um furo na lateral de cada caixa, próximo ao fundo, com tamanho suficiente para a introdução do termômetro (A). Coloque o termômetro com o bulbo para dentro da caixa (B). Observe a figura abaixo para realizar a atividade.



Esquema para montagem das caixas com termômetro.

2. Deixe uma das caixas sem cobertura (caixa 1). Cubra a segunda caixa com filme plástico de forma que não haja frestas que permitam a ventilação. Cubra a terceira caixa com a placa de vidro, cuidando também para que não haja frestas. A montagem deve ficar parecida com o esquema a seguir.



Esquema de montagem do experimento.

3. Coloque as três caixas sob a luz do sol, lado a lado, e meça a temperatura interna de cada uma delas, em intervalos de 5 minutos, durante pelo menos meia hora. Assegure-se de que a medida no termômetro tenha se estabilizado antes de registrar a temperatura. No caso de serem utilizados três termômetros, cada um adaptado permanentemente a uma das caixas, este cuidado não será necessário a não ser na primeira medida. Se for usado um termômetro para as três caixas, ao passá-lo de uma caixa para outra, feche os orifícios que estiverem abertos com um pedacinho de fita-crepe ou com uma "rolhazinha" de papel. Todas as medidas deverão ser organizadas em uma tabela semelhante ao modelo a seguir:

Tempo	Caixa 1 (descoberta)	Caixa 2 (plástico)	Caixa 3 (vidro)
Início			
5 minutos			
10 minutos			

4. Terminada a coleta de dados, utilize as informações da tabela para construir um gráfico de linhas que represente a variação de temperatura em função do tempo nas três caixas.

Discuta com seus colegas

1. O que é observado nesse experimento?
2. Nesse experimento, qual é a função da caixa sem cobertura?
3. Em qual das caixas o interior ficou mais aquecido?
4. Como esse experimento poderia ser melhorado?

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

MODERNA

5. O que seria esperado se as caixas fossem de isopor (material bastante isolante)?
6. A hipótese foi corroborada?

Respostas

1. Podemos dizer que parte da energia da luz solar que atinge a caixa é convertida em calor no seu interior. Esse calor dissipa-se por toda a superfície das três caixas; porém, na caixa descoberta, a energia que sai é maior que nas caixas que estão cobertas com filme plástico e com vidro e, nesta última, é a menor de todas.
2. A caixa sem cobertura deve servir de controle, já que, como o regime de insolação é o mesmo em todas as caixas, ela informa a variação da temperatura do meio interno da caixa sem a influência de nenhum material de cobertura.
3. Na caixa 3.
4. O experimento pode ser melhorado aplicando-se um desenho experimental em blocos: em alguns lugares diferentes, monta-se todo o experimento com as três caixas. Cada conjunto desses é um bloco. Se forem cinco blocos, haverá replicações dos tratamentos. Esse desenho é usado muito frequentemente em pesquisas científicas. Outras opções seriam repetir o experimento e calcular a média de temperaturas amostradas ou utilizar uma lâmpada como iluminação constante para cada uma das caixas.
5. As temperaturas dentro das caixas seriam mais elevadas, já que a perda de calor pela superfície da caixa seria praticamente nula.
6. Sim. O experimento corrobora a hipótese de que a ocorrência do efeito estufa depende do material que recobre determinada superfície.

Depois de realizar essa atividade, exiba o vídeo sugerido no quadro **Fique por dentro** do Livro do estudante, pedindo à turma que tome nota de informações novas e das dúvidas que surgirem. 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**. Utilize essas anotações para fomentar uma discussão sobre o efeito estufa, integrando as observações da atividade prática com os dados do vídeo. É importante que os estudantes percebam que o efeito estufa é essencial para a existência e a manutenção da vida na Terra e que reconheçam que a intensificação desse fenômeno é causada por ações humanas e resulta em problemas ambientais, como o aquecimento global. As estratégias utilizadas nesse momento permitem o aprofundamento da habilidade **EM13CNT102**.

Em relação ao tópico **Os grandes padrões climáticos**, é importante começar verificando se os estudantes compreendem a diferença entre clima e tempo. Por envolver diversos fatores, primeiro solicite que analisem o clima da região onde vivem para apenas depois avaliarem as demais regiões do mundo. Questione os estudantes sobre "Em que época do ano chove mais na cidade em que vivem?"; "Quais são as temperaturas atmosféricas durante o verão e o inverno?" ou "Quais mudanças marcam a passagem das estações do ano em sua cidade?". Esses questionamentos ajudam a instigá-los a refletir sobre o tema e a partilhar seus conhecimentos. Esse momento também favorece o desenvolvimento das **Competências Gerais 1 e 7**, uma vez que eles podem utilizar conhecimentos construídos para argumentar de forma empática e respeitosa. Depois, pergunte por que há no planeta áreas em que predomina o clima frio, como as regiões polares, e áreas em que há predomínio de temperaturas mais elevadas, como as regiões próximas ao equador. Pergunte também por que ocorrem as estações do ano. Anote as respostas e as ideias dos estudantes no quadro de giz. Peça, então, que se organizem em duplas e leiam o tópico **Os grandes padrões climáticos** do Livro do estudante, até a parte da **figura 6.5**. Oriente-os a redigir um pequeno texto explicando os fatores que influenciam os grandes padrões climáticos do planeta e por que ocorrem as estações do ano. Peça também que eles anotem possíveis dúvidas quanto ao tema. Quando todas as duplas tiverem finalizado os textos, peça que os troquem com outra dupla para lerem e avaliarem. Oriente-os, então, a trocar ideias, tirar dúvidas e sugerir melhorias para o texto dos colegas. Na sequência, solicite que retomem os próprios textos e façam as adequações que julgarem necessárias. Para finalizar a atividade, promova uma conversa com toda a classe, incentivando algumas duplas a lerem seus textos e tirando as dúvidas que eventualmente persistam. Aproveite para comentar que é um equívoco comum acreditar que no verão as temperaturas são mais elevadas porque a Terra está mais próxima ao Sol, enquanto no inverno as temperaturas são mais baixas porque a Terra está mais distante do Sol. Explique que uma das evidências de que essa explicação é errônea é o fato de que, enquanto é verão em um hemisfério da Terra, é inverno no outro. Essa abordagem permite o desenvolvimento da **Competência Geral 1**, pois os estudantes utilizam o conhecimento para explicar a realidade, a **Competência Geral 4**, ao estimular os estudantes a comunicar e a expressar suas ideias e informações, e a **Competência Geral 6**, incentivando os estudantes a refletirem sobre o texto que produziram, considerando as devolutivas dos colegas, buscando aprimorar o aprendizado.

O entendimento do clima global pode ser facilitado utilizando a **figura 6.5** do Livro do estudante, ao mostrar a causa básica do gradiente de temperatura que se vê da linha do equador para os polos. Explique que, em uma época do ano, o clima é mais quente em determinada latitude e, em outra época, mais frio (especialmente nas regiões não equatoriais). Ao abordar as estações do ano, chame a atenção dos estudantes para a influência dos movimentos de rotação e translação da Terra, bem como para a inclinação do eixo de rotação em relação ao plano da órbita e à área da Terra que recebe luz na ocorrência das variações na duração do dia e da noite e das variações térmicas entre as estações do ano. Destaque ainda os conceitos de solstício e equinócios tem se a impressão de que o Sol. Explique por que a altura aparente do Sol, em relação à linha do horizonte (também chamada de elevação), ao meio-dia, associada à data, é um indicador da latitude – e, então, relacione com a orientação dos antigos navegadores nas viagens leste-oeste (ao longo de paralelos). O instrumento usado para medir a altura do Sol entre os navegadores é o sextante. Caso julgue conveniente, peça aos estudantes que pesquisem como é construído e como funciona esse aparelho óptico. A inclinação dos raios solares incidentes relaciona-se com a intensidade da radiação que chega por unidade de área da superfície. Nos polos, onde a elevação do Sol é menor, a concentração de partículas de luz por unidade

EDIÇÃO PROVISÓRIA

de área (por exemplo, por centímetro quadrado) é menor. Se pensássemos em uma área coberta por vegetação, ela receberia luz mais concentrada quando iluminada perpendicularmente (caso da linha do equador) do que quando iluminada obliquamente (caso das maiores latitudes).

Se julgar oportuno, marque um ponto no globo que mostre aproximadamente onde está a escola. Para um indivíduo em qualquer ponto da superfície terrestre – o ponto de localização da escola, por exemplo –, com a Terra girando em torno de seu eixo e ao redor do Sol fixo, terá o amanhecer correspondendo à sua entrada na zona iluminada e o anoitecer à entrada na zona escura, sempre oposta ao Sol. Uma pessoa no trópico de Capricórnio, no solstício de inverno (junho), tem a impressão de que o Sol "passa" entre ela e o polo norte. Traçando nessa oportunidade uma linha vertical entre o Sol do meio-dia e o horizonte, o ponto onde ela encontra o horizonte marca o rumo norte geográfico. No solstício de verão (dezembro), para a mesma pessoa, o Sol do meio-dia vai se encontrar no alto do céu. Na linha do equador, nos equinócios, tem-se a impressão de que o Sol "passa" no alto do céu; no solstício de junho, de que "passa" um pouco ao norte; e no solstício de dezembro, um pouco ao sul. No solstício de dezembro, quem está no círculo polar Ártico não vê o Sol em nenhuma hora do dia; enquanto no círculo polar Antártico, vê-se o Sol próximo do horizonte durante todas as 24 horas do dia. No solstício de junho, essa situação se inverte. Quanto mais baixo o Sol "passar" pelo céu ao longo do dia, mais fria será a região onde isso acontecer. Quando os raios incidem perpendicularmente à superfície em um hemisfério (Sol no alto do céu ao meio-dia), inevitavelmente incidirão inclinados no hemisfério oposto: assim, quando é verão em um hemisfério, é inverno no outro. Na linha do equador, em vez de a altura em que o Sol "passa" variar desde o alto do céu até determinado ponto acima do horizonte, ela varia de um pouco ao norte do alto do céu até um pouco ao sul. Assim, tem-se a impressão de que ele sempre "passa" pelo menos próximo do alto do céu e, portanto, o Sol nunca fica tão baixo ao meio-dia como ocorre nos invernos dos trópicos ou de latitudes maiores em direção aos polos. Além disso, há a duração do período claro do dia: quanto mais longe da linha do equador, na direção dos trópicos, maior será a diferença de duração entre o dia e a noite que se observa entre o solstício de junho e o de dezembro. Assim, não é só a intensidade da iluminação, mas também a duração do período claro que varia, dependendo da latitude e da estação do ano.

Nessa abordagem há o desenvolvimento da **Competência Geral 1**, ao valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos para entender os padrões climáticos do planeta Terra e os fatores que afetam seu balanço térmico. Assim, os estudantes podem colaborar para a construção de uma sociedade mais preocupada com as questões ambientais, utilizando os conhecimentos para tomar decisões na vida cotidiana.

Depois dessa visão geral, os estudantes poderão se aprofundar nos aspectos específicos que afetam o clima/ temperatura e o balanço térmico do planeta. Para isso, organize-os em grupos de três a cinco componentes e distribua entre eles os seguintes tópicos: "Efeito dos oceanos"; "Efeitos da altitude"; "Radiação solar"; "Gases estufa"; "Albedo"; "Aerossóis naturais e antropogênicos" e "Atividades antrópicas". A atividade em equipe permite aprimorar a autonomia, a empatia e a capacidade de argumentação dos estudantes desenvolvendo assim as **Competências Gerais 7, 9 e 10**.

Os grupos deverão pesquisar, no Livro do estudante e em outras fontes confiáveis, se o tópico abordado afeta a temperatura e o clima locais e/ou globais explicando como isso acontece. Depois, deverão organizar uma apresentação para a turma. Após as apresentações, promova uma discussão com base nos aspectos antrópicos das mudanças climáticas. Questione, inicialmente, como a queima de combustíveis fósseis está afetando o clima global e permita que os estudantes recapitulem os problemas causados pelos gases estufa. Aprofunde a discussão contrapondo os aspectos benéficos do efeito estufa na manutenção de uma temperatura compatível com a existência de vida na Terra. Depois questione como diferentes usos do solo (urbanização, desmatamento e queimadas) podem alterar o balanço térmico global. Neste momento, as habilidades **EM13CNT105**, **EM13CNT203**, **EM13CNT306** e **EM13CNT309** são favorecidas, pois abordam conceitos relacionados à camada de ozônio, ao fluxo de energia nos ecossistemas, à poluição atmosférica e ao aquecimento global. A **Competência Geral 7** é mobilizada ao trabalhar a temática do aquecimento global provocada por fatores antrópicos, com base em argumentos, dados e informações confiáveis. Assim, os estudantes podem defender ideias e pontos de vista que promovam a consciência socioambiental, bem como mostrar atitudes e engajamento no cuidado com os seres vivos e com o planeta.

Finalize o estudo realizando uma dinâmica para que os estudantes reflitam sobre o próprio papel no aquecimento global. Peça aos grupos formados anteriormente que se reúnam e distribua entre eles algumas das ações da lista de eventos descrita a seguir. Desenhe no quadro de giz um diagrama de Venn, composto de dois círculos. Identifique o círculo da esquerda com o termo "Mitigação" e o da direita com o termo "Adequação". Depois, esclareça aos estudantes que eles deverão analisar as sentenças recebidas e designá-las a uma das regiões do diagrama. Explique que o termo *mitigação* se refere às ações que reduzem a emissão de gases de efeito estufa e o termo *adequação*, às ações necessárias para lidar com as consequências do aquecimento global. Complemente informando que na intersecção dos círculos devem ser colocadas as ações que promovem tanto a mitigação quanto a adequação. Lembre-os de que a resposta escolhida deverá ser representativa da opinião do grupo e que será necessário justificá-la para a turma.

Lista de eventos

1. Governo federal reduz impostos e passa a subsidiar a compra de carros elétricos. (*Resposta: Mitigação.*)
2. Recorde de calor na cidade do Rio de Janeiro faz com que os bairros do Leblon e Copacabana fiquem sem energia devido à alta demanda dos aparelhos de ar-condicionado. (*Resposta: Adequação.*)
3. A cidade de Piracicaba atualiza sua distribuição de esgoto e melhora o sistema de captação da água da chuva para evitar enchentes (*Resposta: Adequação.*)
4. Os garis da cidade de Salvador recebem uniforme atualizado com camiseta regata em *dry-fit* e casaco e calça em *tactel* para utilizar no verão (*Resposta: Adequação.)*
5. A cidade de São Paulo amplia a frota de ônibus elétrico. (*Resposta: Mitigação.*)

REPRODUÇÃO PROIBIDA

6. Duas fontes de água para crianças se molharem são instaladas na praça central da cidade de Americana. (*Resposta: Adequação.*)
7. Cuiabá passa a oferecer atividades recreativas em locais fechados nos dias de extremo calor. (Resposta: Adequação.)
8. Dez hectares de floresta Amazônica são transformados em um Parque Nacional. (*Resposta: Mitigação e Adequação.*)
9. Árvores são plantadas na marginal do rio Tietê em São Paulo. (*Resposta: Mitigação e Adequação.*)
10. Empresa cria chuveiro com temporizador para ajudar as pessoas a economizarem água. (*Resposta: Mitigação.*)
11. Porto Alegre instala sistema de aquecimento solar em creches municipais. (*Resposta: Mitigação.*)

Depois de discutir os resultados da primeira parte da atividade, peça aos grupos que desenhem, em uma folha de papel avulsa, o diagrama de Venn que foi desenhado no quadro de giz e proponham três iniciativas pessoais que podem contribuir para mitigar a produção de gases de efeito estufa e três ações que podem adequar, ou seja, reduzir o impacto do aquecimento global sobre os organismos. Ressalte que as ações mitigatórias devem ser o mais específicas possível; por exemplo, ir a pé para a escola ou fechar a torneira do chuveiro ao se ensaboar durante o banho. Na intersecção deve-se propor uma ação que tenha poder para mitigar e reduzir o dano já causado. Essas ações geralmente envolvem tornar o ambiente mais natural ou proteger áreas naturais.

Para acompanhar a aprendizagem dos estudantes, solicite-lhes que resolvam os exercícios do tópico **Atividades** e o quadro **Reflita sobre seu aprendizado!**. Incentive-os a registrar a reflexão proposta no quadro com a finalidade de auxiliá-los a concretizar os aprendizados e a identificar as lacunas de compreensão, estabelecendo estratégias para saná-las. O trabalho com o quadro favorece o desenvolvimento da subdimensão autoavaliação da **Competência Geral 6** e 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:

- Identificar as principais conferências internacionais sobre temas ambientais.
- Reconhecer a influência do pensamento científico na proposição de políticas públicas nas conferências ambientais.
- Identificar a influência de fatores socioeconômicos na tomada de decisões para o ambiente por órgãos internacionais.

Subsídios para o planejamento

Essa seção traz as principais conferências internacionais realizadas pela Organização das Nações Unidas (ONU), além de reuniões anuais do Fórum Econômico Mundial (FEM), para discutir as relações entre ciência, indústria e política. Para isso, são apresentados alguns temas debatidos durante essas conferências, como clima, meio ambiente e desenvolvimento sustentável. A seção pode ser conduzida pelos professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e pode contar com o apoio do professor do componente curricular **Geografia** para contribuir com o debate geopolítico do tema.

Antes de iniciar a leitura do texto, utilize o questionamento que abre a seção para verificar quais conferências mundiais são conhecidas pelos estudantes e, com base nas respostas obtidas, solicite-lhes que reflitam sobre o papel das Ciências nas tomadas de decisão, sem a necessidade de mencionar exemplo específico como os citados no texto. Peça-lhes que escrevam as ideias iniciais no caderno, para que ao final do trabalho da seção elas possam ser debatidas novamente à luz do que foi aprendido.

Pode-se realizar com os estudantes uma rotina de pensamento com perguntas de reflexão e provocação. Solicite que façam uma leitura individual do texto e listem ao menos seis perguntas sobre o tema. Escreva no quadro de giz pronomes interrogativos para auxiliá-los a pensar em questões como: "Por que...?"; "Quais as razões..?"; "E se...?"; "Qual o propósito...?"; "Como se organiza...?"; "Qual é a importância...?"; "O que seria diferente se..?"; entre outros que julgar pertinentes. Comente que eles podem fazer perguntas diferentes das colocadas. Se houver acesso fácil a um dispositivo com internet, os estudantes podem procurar mais informações sobre as conferências para ajudar na elaboração das questões. Peça então que, em duplas, selecionem, entre as questões que escreveram, as quatro que julgarem mais pertinentes e que debatam entre si, retomando o texto e pensando nas respostas.

A leitura atenta do texto de divulgação científica e a extração de informações, visando construir estratégias para a seleção dessas informações de forma confiável, trabalham a habilidade **EM13CNT303**. Ao final do debate em duplas, promova um debate coletivo com toda a sala, pedindo a cada dupla que apresente as questões formuladas e a resposta a que chegaram na discussão em dupla. Encoraje as outras duplas a opinar sobre as respostas, caso tenham alguma divergência ou queiram acrescentar algo. Ao analisar o próprio conhecimento e as respostas para suas questões e a dos colegas, os estudantes desenvolverão a **Competência Geral 7**, trabalhando a argumentação de forma prática.

Durante a leitura, os estudantes serão apresentados a diferentes exemplos de problemas e propostas de soluções debatidas nas conferências, como o aumento da poluição atmosférica. Peça-lhes que estabeleçam relações entre os problemas citados e a área científica que auxilia na tomada de uma decisão a respeito do tema. A reflexão sobre o modo como o saber científico influencia a visão de questões ambientais e impacta diretamente nas decisões políticas trabalha a **Competência Geral 2**. A atividade trabalha também a **Competência Geral 10**, ao abordar as conferências mundiais sobre o clima e os acordos provenientes delas, proporcionando a percepção da importância da consideração de fatores objetivos e subjetivos por trás da tomada de decisão de forma colaborativa e consciente, visando ao bem-estar individual e coletivo. Após os debates, peça aos estudantes que analisem e respondam individualmente à primeira questão da atividade proposta no Livro do estudante e, então, promova uma rodada para debate com a turma sobre as impressões do papel das ciências nos acordos internacionais. Ao final, peça que escrevam no caderno qual nova ideia, conceito ou entendimento eles obtiveram após o debate.

MOREIRA

Uma forma de trabalho que pode auxiliar os estudantes a compreender as mudanças políticas descritas no texto é a confecção de linhas do tempo *on-line* com os principais acontecimentos descritos. Na seção *Apoio ao trabalho pedagógico,* há duas sugestões de *sites* gratuitos que fornecem esse tipo de ferramenta (*Flippity timeline* e *Time Graphics*). Deixe que os estudantes explorem a ferramenta escolhida e anotem primeiramente no caderno as datas e características dos eventos mais importantes presentes no texto. A exploração inicial vai auxiliá-los no planejamento, levando-os a refletir sobre o resultado do produto final e as informações que devem ser destacadas. Nesse momento, é importante direcionar os estudantes a observar quais problemas/soluções foram discutidos e propostos nas conferências e não apenas as datas ou a sequência em que ocorreram.

Após a organização da linha do tempo, debata com a turma como as políticas foram mudando e como os problemas ambientais tem sido vistos de formas distintas ao longo do tempo. Avalie com os estudantes, durante o debate, como a tecnologia foi essencial para a identificação e para a compreensão de novos problemas ambientais, além das soluções e dos acordos propostos para minimizar ou eliminar os danos ao ambiente. Em seguida, peça aos estudantes que respondam individualmente à questão final, buscando exemplos no texto e utilizando as discussões em aula para traçar relações entre as práticas científicas e as novas políticas públicas e industriais.

O artigo de Pessini e Sganzerla (2016), denominado "Evolução histórica e política das principais conferências mundiais da ONU sobre o clima e meio ambiente", indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, trata das mudanças de concepções políticas ao longo das diferentes convenções mundiais da ONU sobre o clima e o ambiente. O texto pode ser utilizado pelo professor como aprofundamento para melhor condução do debate em sala de aula durante a discussão dialogada das respostas à atividade.

De forma complementar, há outros aspectos que podem ser trabalhados em discussões com os estudantes, além dos propostos nas questões finais. Por exemplo, as ideias e as propostas que resultaram das Conferências da ONU para o Meio Ambiente e Sustentabilidade têm um caráter muito mais sugestivo do que efetivo no que tange à construção das políticas dos países-membros. Uma das explicações para a não obrigatoriedade de cumprir os acordos pode ser a ausência de compensações financeiras, à exceção das disposições do Protocolo de Kyoto e do Acordo de Paris, visto que o Protocolo de Kyoto introduziu o mercado de Créditos de Carbono e o Acordo de Paris prevê o repasse de verbas dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento. Essa mesma premissa permite concluir sobre a efetividade na implementação das ações propostas nas reuniões em Davos, Suíça; afinal, além dos líderes de governo, participam ativamente das reuniões os líderes econômicos globais. O debate sobre políticas públicas e de como as visões ambientais foram se modificando ao longo do tempo, bem como sobre as limitações econômicas e sociais para a implementação de políticas que visam mitigar os danos ao ambiente, trabalha diretamente a habilidade **EM13CNT309**.

Outra proposta de discussão é o aumento da consciência global sobre a necessidade de proporcionar crescimento e estabilidade econômica sem renunciar à preservação e à gestão racional dos recursos naturais. Aprofunde o debate com os estudantes nesse ponto específico, conversando sobre a importância de acordos globais e não apenas iniciativas regionais para a preservação de ecossistemas. A compreensão da necessidade de pensar na biosfera como um todo, uma vez que todos sofrem com a redução da biodiversidade, o aquecimento global, entre outros problemas ambientais, trabalha a habilidade **EM13CNT203**. Nessa discussão podem ser retomados um dos temas discutidos em Davos em 2015, antecipadamente à COP-21, e as inclusões, cada vez mais frequentes, dos temas ambientais nas pautas das reuniões seguintes. Ressalte principalmente a importância de medidas que coloquem metas de longo prazo e que estas se mantenham. Reforce na discussão a meta para 2100. Esclareça que essas metas focam no bem-estar, em especial, das gerações futuras, visto que elas sofrerão caso as gerações atuais não freiem a exploração predatória do ambiente. Faça projeções sobre as idades dos estudantes e de seus descendentes por volta do início do próximo século. Ao refletir sobre a situação atual de exploração do ambiente, seus desafios e perspectivas, os estudantes trabalham a habilidade **EM13CNT207**, em especial ao debater como as consequências dos problemas ambientais recaem especialmente nos mais jovens, pois as ações devem ser a longo prazo e, se não tomadas, geram danos acumulativos. O aquecimento global, por exemplo, já causa desequilíbrios em ecossistemas no mundo, porém seus efeitos serão ainda mais devastadores em algumas décadas se nada for feito para atacar suas causas e mitigar seus efeitos. O trabalho preditivo, analisando as questões do presente e seus desafios e pensando em efeitos futuros, também trabalha a habilidade **EM13CNT301** de forma interdisciplinar com a habilidade **EM13CHS306**, pois debate de forma contextualizada os impactos dos diferentes modelos econômicos no uso dos recursos naturais, estimulando a promoção da sustentabilidade.

Se houver tempo disponível, organize a turma em grupos e solicite seminários com informações e discussões mais aprofundadas sobre cada uma das conferências. Oriente os estudantes a buscar os pontos finais acordados em cada uma delas e a apresentar e discutir sua efetividade, limitações e propostas. Realize um debate final crítico sobre os desafios ambientais do século e solicite aos estudantes que reflitam sobre como a geração deles pode auxiliar na construção de um ambiente mais saudável.

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.
- Interpretar mídias de divulgação científica considerando a consistência e coerência de seus argumentos e suas informações.
- Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência de combustíveis fósseis com base em textos e mídias de divulgação científica.
- Reconhecer as características e a estrutura de uma resenha crítica.
- Selecionar e referenciar informações para a produção de resenha crítica aprofundada e com posicionamento claro.

Subsídios para o planejamento

A seção pode ser conduzida por um dos professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Os conceitos-chave relacionados à resenha crítica e explorados ao longo da

REPRODUÇÃO PROIBIDA

seção possibilitam um trabalho conjunto com o componente curricular **Língua Portuguesa**. O tema trabalha a ideia da resenha crítica perpassando por debates sobre desenvolvimento sustentável e educação ambiental e, por isso, é também uma rica oportunidade para o trabalho com a área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas.

Inicie a atividade organizando a turma em pequenos grupos. Peça a cada um deles que elabore uma definição, baseada nas concepções que já tem, para o termo "crítica". Na sequência, solicite a cada grupo que compartilhe oralmente as definições elaboradas com o restante da turma e procure organizar as respostas no quadro de giz, agrupando palavras-chave. Faça uma síntese da definição da turma e selecione alguns estudantes para fazer a leitura do texto introdutório da seção. Ao longo da leitura procure checar a compreensão deles sobre as ideias lidas e estabelecer diferenças entre o gênero resumo e resenha crítica. Prossiga com esse modelo de leitura coletiva (em que cada estudante lê um trecho do texto para o restante da turma) para o enunciado da primeira questão e para os Fragmentos A e B. Combine um tempo com a turma para a resolução dos itens da questão 1 e siga com a correção, tendo como base as respostas esperadas e o diálogo constante. Para seu aprofundamento e preparo com o tema da seção, indicamos a leitura do texto sobre resenha de Machado, Lousada e Abreu-Tardelli (2004), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Durante o desenvolvimento da questão 1, alternativa "a", é possível discutir onde as críticas podem ser publicadas e qual é a importância da checagem das informações relativas a uma publicação. Chame a atenção para as diferenças nas datas de publicação, o que pode ser discutido em questões posteriores, visto que a data é relevante para o conteúdo do Fragmento B, por exemplo. Para as alternativas "b" e "c", peça a alguns estudantes que indiquem suas respostas, apontando as passagens dos fragmentos sempre que possível.

Ao trabalhar a alternativa "d", amparado pelas discussões orientadas pelas respostas esperadas, é possível visualizar as diferentes formas de fazer uma resenha crítica do ponto de vista estrutural. Auxilie os estudantes durante o desenvolvimento dessa questão, chamando a atenção deles para o que é apresentado ao longo de cada parágrafo, identificando, por exemplo, se há um resumo do documentário, a articulação com outras ideias, um posicionamento do autor etc. Após esse exercício de desfragmentar os trechos analisados, a alternativa seguinte, "e", será mais fácil de ser respondida.

A questão 1, alternativa "f", pode ajudar a refletir sobre o posicionamento, evidente ou não, das críticas apresentadas nos fragmentos. Ainda que uma crítica traga pontos positivos e negativos de uma obra/produção, espera-se que ela tenha uma conclusão clara para o leitor, que tem a expectativa de conhecer o posicionamento do autor. Assim, faça com os estudantes uma lista no quadro de giz com as palavras e/ou expressões que foram usadas nos fragmentos para valorizar o documentário ou apontar pontos negativos dele. Para a questão 1, alternativa "g", peça a alguns estudantes que compartilhem suas respostas com a turma e indiquem os trechos que os deixaram interessados ou não no documentário. Ouvir os diferentes posicionamentos e as justificativas é uma forma de promover o diálogo entre a turma para trabalhar a **Competência Geral 9**.

As atividades de análise proporcionadas pelos itens da primeira questão permitem exercitar as habilidades **EM13LGG103** e **EM13LP07**, relacionadas ao reconhecimento da resenha enquanto um gênero textual importante. As justificativas pedidas ao longo dos itens permitem explorar a **Competência Geral 7**. A leitura dos fragmentos utilizados para essas análises possibilita o trabalho com a habilidade **EM13CNT303**.

Organize as duplas para prosseguir com a questão 2 e combine o tempo que a turma terá para completar a tarefa. Na sequência, prossiga com a correção, pautada pelas respostas esperadas e estimulando a participação de todos. Durante a correção e discussão da alternativa "a", retorne à questão 1, alternativas "c", "d" e "f". Esses itens mostram que os fragmentos trouxeram diferentes caminhos para a construção da crítica, e essa reflexão é importante. A questão 2, alternativa "b", complementa essa discussão, que é, por fim, sumarizada no último item da questão 2.

Ao discutir a alternativa "c", pode ser interessante montar critérios com a turma para a elaboração de futuras resenhas. Esse é um ponto de retomada do que foi explorado ao longo da seção. O trabalho com a questão 2 mobiliza algumas características da **Competência Geral 10**, na medida em que estimula os estudantes a refletir sobre seus interesses e disposição para lidar com problemas do mundo real e a ter consciência de que podem ser agentes transformadores na construção de uma sociedade sustentável.

Após a elaboração desses critérios, pode ser interessante tentar incorporá-los para a análise de uma nova resenha. A de Da Costa; Gore Jr. (2016), sobre o livro inspirado no documentário "Uma verdade inconveniente", indicada na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, é uma opção de análise. Além das diferenças e das características citadas ao longo das reflexões possibilitadas pelas perguntas desta seção, o livro de Machado, Lousada e Abreu-Tardelli (2004), sobre resenha, indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, é de grande valia para essa formalização e fechamento. As análises fomentadas pelos itens da segunda questão favorecem o desenvolvimento das habilidades **EM13LGG103**, **EM13LP07** e **EM13CNT303** e da **Competência Geral 7**.

Para finalizar a seção, apresente o documentário "Uma verdade inconveniente", indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, ou o livro originado dele, para que os estudantes possam fazer a própria resenha crítica e aprofundar o desenvolvimento dessa atividade, incorporando tanto os critérios que foram sistematizados pela turma quanto as discussões sobre a temática ambiental. A discussão do documentário possibilitará explorar as habilidades **EM13CNT309** e **EM13CNT303**. Já o momento para a elaboração das resenhas autorais, além de permitir o uso das habilidades exploradas ao longo da Unidade, possibilita trabalhar a habilidade **EM13LP10** e a **Competência Geral 4**, visto que auxilia na compreensão da estrutura do gênero textual resenha crítica, possibilitando aos estudantes se expressarem por meio escrito com domínio dos aspectos estruturais desse gênero textual.

Valores e atitudes

Objetivos de aprendizagem

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

- Reconhecer o aquecimento global como impacto ambiental gerado por atividades antrópicas.

PROFESSOR

- Identificar atividades que contribuem para a emissão de gases de efeito estufa (GEEs).
- Identificar outros impactos ambientais causados pela atividade agropecuária.
- Refletir sobre os impactos dos próprios hábitos de vida e consumo.
- Propor mudanças que diminuam o impacto causado por atividades antrópicas.

Subsídios para o planejamento

O objetivo geral dessa seção concentra-se em analisar os limites e as possibilidades dos processos de produção, no que diz respeito às contribuições para as mudanças climáticas. Assim, é proposta aos estudantes uma reflexão acerca do próprio impacto no meio ambiente, por meio da análise da pegada de carbono. Em razão das discussões mais voltadas às questões inerentes à Ecologia, sobretudo às mudanças climáticas, o professor do componente curricular **Biologia** poderá ter maior familiaridade com a temática. Entretanto, enlaces interdisciplinares são possíveis e extremamente bem-vindos: tanto da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias como da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Algumas dessas contribuições são indicadas ao longo deste texto.

Inicie a aula retomando os conceitos de aquecimento global e efeito estufa. Faça uma breve discussão com os estudantes para sondar o que eles sabem sobre o tema. Muitas vezes a visão sobre a emissão de gases de efeito estufa está restrita a atividades que queimam combustíveis. Retome debates sobre linha de produção e distribuição de produtos. Utilize um produto da sala de aula para ilustrar a cadeia produtiva para os estudantes, por exemplo, o quadro de giz. Ele é feito de madeira, que foi extraída de algum lugar e transportada por caminhões; pintado com tinta à base de petróleo que também foi extraído, transportado e refinado. Se o quadro tiver uma base de metal, relembre as cadeias produtivas da mineração e seus impactos. Ao analisar as cadeias produtivas, o estudante tem um panorama mais amplo dos impactos causados pela produção industrial e pode, assim, refletir sobre a própria pegada com mais elementos para a análise.

Solicite aos estudantes que leiam o texto disponível no início da seção e reforce a ideia de que os resíduos que poluem o ambiente, entre eles os gases de efeito estufa, não são gerados apenas no momento do descarte de um produto, mas ao longo de toda a cadeia produtiva. Peça, em seguida, a um estudante que leia em voz alta o segundo parágrafo e debata com a turma cada um dos impactos listados, trabalhando, assim, a habilidade **EM13CNT203**. A área desmatada é um dos impactos mais evidentes para os estudantes e um dos primeiros que vêm à mente quando falamos de impactos ambientais. Relembre que a área desmatada muitas vezes é substituída por plantações de monocultura, como soja, cana-de-açúcar ou eucalipto, e que, apesar de não ser uma área improdutiva, há grande perda da biodiversidade.

A escassez de água, por sua vez, pode ser gerada por diversos motivos. O desmatamento de matas ciliares e em volta de nascentes é uma das principais causas. O desmatamento de outras áreas afeta o regime de chuvas, muitas vezes em locais bastante distantes daquele de onde a mata nativa foi tirada, causando impactos em grandes áreas. Os gases de efeito estufa, como já debatido inicialmente, podem ser gerados em inúmeras atividades e atualmente são um dos principais problemas ambientais. A acidificação do solo é outro problema de áreas agricultáveis, em especial pelo uso de adubos.

Por fim, a eutrofização ocorre quando matéria orgânica é lançada em um corpo d´água, aumentando inicialmente a quantidade de produtores que podem crescer tanto a ponto de impedir a entrada de luz. Com a morte desses produtores, a maior quantidade de biomassa será decomposta e, com isso, ocorre o aumento das bactérias decompositoras, o que diminui o teor de oxigênio da água e causa a mortandade de peixes. Na seção *Apoio ao trabalho pedagógico,* há um infográfico produzido pelo coletivo "Água, sua linda" (CHERUBINI, 2017) e disponibilizado pelo *site* EcoKids EcoTeens do Ministério Público da Bahia. O debate sobre a eutrofização com base na análise do infográfico pode ser usado para discutir os ciclos biogeoquímicos, em especial o do nitrogênio e o do fósforo, favorecendo assim o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT105**.

Para aprofundar os conteúdos, pode-se apresentar o infográfico aos estudantes e pedir que façam trabalhos parecidos que mostrem as causas e as consequências dos outros impactos ambientais mencionados. O infográfico pode ser feito à mão ou com recursos digitais e é uma excelente forma de avaliar a compreensão dos estudantes. A análise das consequências dos impactos ambientais favorece o trabalho das habilidades **EM13CNT203** e **EM13CNT206**, ao motivar reflexões sobre ações antrópicas que causam o desequilíbrio e de que maneira elas afetam a sustentabilidade do planeta.

Em seguida, peça aos estudantes que analisem o gráfico. Esclareça que o impacto tem relação com a origem (se a área de produção foi desmatada, por exemplo) e a distribuição dos alimentos. A pecuária de alto impacto, por exemplo, é aquela feita de forma extensiva em áreas desmatadas, já a pecuária intensiva, com bois confinados, é de menor impacto. Essa estratégia proporciona o trabalho com a **Competência Geral 7**, uma vez que os estudantes são levados a analisar dados em fonte confiável para poder argumentar.

Peça, então, aos estudantes que respondam à questão 1 individualmente. Neste caso, como os conhecimentos acerca do tema já foram previamente apresentados à turma, é fundamental que a correção aconteça de modo dialogado para que se possa, em certa medida, acompanhar os processos de apropriação dos conteúdos. Você pode retomar a discussão feita na seção **Reflexões sobre a ciência**, desta mesma Unidade, sobre as conferências internacionais para relembrar que o aumento do efeito estufa é um problema de dimensão global. Assim, se alguns países continuarem a emitir muitos gases de efeito estufa, a consequência será para todo o planeta, portanto, é essencial que as discussões envolvam os países com o compromisso de todos. Daí a necessidade de refletir, em nível coletivo, políticas públicas que visem diminuir a contribuição por nação à catástrofe climática, uma vez que medidas individuais contribuem de modo ínfimo para redução desses problemas.

Os desmatamentos visando à produção desenfreada da agricultura e da pecuária têm sido os maiores contribuintes para o efeito estufa. Para aprofundar o conhecimento sobre esses fenômenos sociais, cabe uma parceria com docentes dos componentes curriculares **Geografia** e/ou **Sociologia**. O artigo de Garbulho *et al.* (2016) e o livro organizado por Simonetti (2011) (ambos indicados na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*) podem ajudar a aprofundar essas reflexões, principalmente como apoio para o seu planejamento. As discussões socioambientais são vitais para o decorrer de

MANUAL DO PROFESSOR

uma aula com vistas ao desenvolvimento das habilidades **EM13CHS302** e **EM13CHS304**.

Sugira o item 2 como tarefa extraclasse. Avise os estudantes de que eles precisarão ter em mãos os dados do consumo de energia elétrica e de gás, principalmente a quantidade de kWh consumida em média em um mês. Essa informação encontra-se na conta de luz, que em geral traz também a média dos meses anteriores. Você pode construir um roteiro de orientação que indique como fazer o preenchimento do formulário da pegada ecológica, com todas as informações necessárias, complementando o enunciado da questão 2. As informações que eles obtiverem deverão ser trazidas para discussão na aula seguinte.

Na aula seguinte, se julgar interessante, oriente a turma a comparar os próprios resultados com os dos colegas por meio da construção de um gráfico ou da disposição dos resultados no quadro de giz. De todo modo, nesse momento, incentive-os a exercitar a empatia e o diálogo, fazendo com que eles se respeitem, evitando qualquer tipo de preconceito. O diálogo aberto e respeitoso favorece o trabalho com a **Competência Geral 9**. Incentive os estudantes a ler e refletir sobre a avaliação feita pela ferramenta do *site*. Para facilitar a compreensão, essa ferramenta oferece também a quantidade de árvores necessária para mitigar a pegada de carbono. O ciclo do carbono pode ser debatido em toda a discussão sobre o efeito estufa e o aquecimento global, trabalhando assim a habilidade **EM13CNT105**. É importante relembrar os estudantes do impacto causado pelas emissões oriundas de combustíveis fósseis, reforçando que os átomos de carbono presentes nas substâncias que compõem o petróleo e o carvão mineral são transferidos para a atmosfera durante a queima, desequilibrando o ciclo. Reforce a importância do reflorestamento para a remoção de átomos de carbono da atmosfera, retomando assim conceitos de produtividade primária de florestas.

Proponha aos estudantes que comparem sua pegada ecológica com a média da pegada ecológica do Brasil, que é de cerca de 2,9 hectares globais/habitante e analisem se estão próximos dela, debatendo então os motivos da semelhança ou da diferença encontrada. Para esse momento, você pode acessar ou pedir que os estudantes acessem essa informação no *site* The Carbon Map, que mostra a emissão de carbono por pessoa nos diversos países do mundo. O *site* está indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

A questão 3 deve ser inicialmente refletida de modo individual e depois em grupo para que os estudantes compararem seus dados. A compreensão de como suas práticas individuais e coletivas de produção impactam o ambiente trabalha a habilidade **EM13CHS301**. Solicite que organizem os dados em tabelas, comparando como cada item do formulário altera a quantidade de GEEs emitida. A utilização da ferramenta, aliada à leitura do gráfico, à reflexão sobre os próprios hábitos e à organização de seus impactos em tabelas, favorece o trabalho em diferentes linguagens, estimulando assim o desenvolvimento da **Competência Geral 4**. Alguns fatores mudam substancialmente a pegada, é o caso do transporte individual e do transporte aéreo. Mesmo que os estudantes não os utilizem, peça-lhes que insiram valores para analisar a emissão desses meios de transporte. As questões propostas na seção favorecem o trabalho com a **Competência Geral 10**, pois incentivam os estudantes a refletir sobre os próprios interesses e disposição para lidar com problemas do mundo real e a ter consciência de que podem ser agentes transformadores na construção de uma sociedade sustentável.

Por fim, para não perder o caráter mais geral dessas discussões, debata com os estudantes as médias dos países, solicitando que formulem hipóteses que expliquem as diferenças entre as nações e discutam essas hipóteses com a turma. Você pode indicar o vídeo "Um caminho para fora da crise é descarbonizar", indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, sobre a política de descarbonização (Novo Acordo Verde) como política pública nacional e global contra a mudança climática, e como uma contribuição para superar crises econômicas, dada a produção de empregos que um acordo como esse pode gerar. Esse acordo foi recomendado por uma miríade de periódicos científicos internacionais, como a Cell, por meio do trabalho de Jenkins e colaboradores (2018). Espera-se, portanto, que os estudantes relacionem a pegada média ao estímulo ao consumo e aos hábitos individuais, como utilizar meio de transporte individual em detrimento de coletivos não perdendo de vista que as contribuições mais incisivas a esse problema provêm de organizações maiores, como o agronegócio e polos industriais. O trabalho com a ferramenta de cálculo da pegada de carbono desperta a curiosidade dos estudantes e trabalha diretamente com a **Competência Geral 2**. A ferramenta também favorece o trabalho com a **Competência Geral 5** ao utilizar a tecnologia digital de forma significativa.

Para finalizar, peça aos estudantes que levantem e discutam os hábitos que foram mais significativos para a mudança da pegada de carbono. Eles devem utilizar os dados obtidos com as análises tanto do gráfico e da ferramenta quanto dos próprios hábitos. Essa reflexão, utilizando embasamento científico, permite aos estudantes propor ideias que promovam efetivamente a consciência socioambiental, trabalhando assim a habilidade **EM13CHS304**, e de forma mais ampla favorece a argumentação, desenvolvendo a **Competência Geral 7**.

Se julgar pertinente, peça aos estudantes que, em grupo, elaborem um texto que relate as descobertas para divulgação nas redes sociais da escola a um público mais amplo, como forma de conscientização.

Para encerrar o trabalho com a Unidade, proponha a reflexão sobre as duas questões do quadro **Revise e amplie!**. Essas questões, que são metacognitivas, têm por objetivo a autoavaliação da aprendizagem e o aprofundamento sobre a temática estudada, favorecendo assim as subdimensões metacognição e autoavaliação das **Competências Gerais 1 e 6**, respectivamente. Incentive os estudantes 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 saná-las.

Apoio ao trabalho pedagógico

- ACD. *ChemSketch Freeware*. Disponível em: <https://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/>. Acesso em: 7 ago. 2020.

Esse *software* gratuito permite a manipulação e representação de substâncias.

- ALEXANDRINO, J. No calor das ondas. *Revista Pesquisa FAPESP*. 147 ed., 2008. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/no-calor-das-ondas/>. Acesso em: 7 ago. 2020.

Matéria em que o autor apresenta conclusões sobre a dilatação térmica dos oceanos.

- AMATO, M. S. Estudo compara as emissões de CO_2 entre etanol e gasolina. *Portal Biossistemas Brasil*. USP, 2010. Disponível em: <http://www.usp.br/portalbiossistemas/?p=557>. Acesso em: 6 ago. 2020.

Reportagem que apresenta estudo comparativo das emissões de CO_2 pelos combustíveis etanol e gasolina.

- ASIMOV, I. A última pergunta, 1956. *Nove amanhãs*: contos do futuro próximo. Mem Martins: Publicações Europa-América Ltda., 1990. Disponível em: <http://stoa.usp.br/lucianovf/files/2609/14554/A+%C3%BAltima+pergunta.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2020.

Mesclando conceitos da Física e teorias ou propostas, como a morte térmica do Universo, o autor aborda nesse livro o futuro do nosso próprio Universo baseado no conceito físico de entropia.

- BITTENCOURT, F. R. Enxofre nos combustíveis fósseis: uso do conhecimento químico na melhoria do meio ambiente como tema motivador do ensino de Química. *Monografia* (Licenciatura em Química), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/5609>. Acesso em: 7 ago. 2020.

A monografia relata uma aula temática sobre a presença de enxofre nos combustíveis fósseis, incluindo a proposta de um experimento que simula a ação da chuva ácida.

- BRAATHEN, Per C. Desfazendo o mito da combustão da vela para medir o teor de oxigênio no ar. *Química Nova na Escola*, v. 12, p. 43-45, 2000. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc12/v12a10.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2020.

O artigo busca desfazer o entendimento de que é possível medir a quantidade aproximada de oxigênio no ar por meio da combustão de uma vela inserida em um cilindro invertido num recipiente com água. Também apresenta um método acessível para realizar essa quantificação.

- CHERUBINI. K. *Você sabe o que é eutrofização?* Ecokids Eco Teens; Ministério Público do Estado da Bahia. 10 fev. 2017. Disponível em: <http://www.ecokidsecoteens.mpba.mp.br/voce-sabe-o-que-e-eutrofizacao/>. Acesso em: 7 ago. 2020.

Infográfico e texto informativo do canal "Água, sua linda" mostrando o que é eutrofização (ou eutroficação).

- DA COSTA, A. P. A.; GORE JR., A. A. Uma verdade inconveniente – o que você precisa saber (e fazer) sobre o aquecimento global. *Revista de Geografia* (Recife), n. 1, 2016.

Resenha crítica do filme *Uma verdade inconveniente* (dirigido por Davis Guggenheim e apresentado pelo ambientalista e ex-vice-presidente dos Estados Unidos, Al Gore), que retrata de forma realista as consequências do aquecimento global mostrando mitos e equívocos em torno do tema e também possíveis saídas para que o planeta não passe por uma catástrofe climática.

- FERNANDES, S. *Um caminho para fora da crise é descarbonizar*. YouTube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Ze4h6WSFHQo>. Acesso em: 7 ago. 2020.

Vídeo com apresentação geral de medidas em nível nacional e global para a descarbonização do planeta, como também uma alternativa para sair de crises econômicas.

- FIGUEIRA, A. C. M.; OLIVEIRA, A. M.; SALLA, L. F.; ROCHA, J. B. T. Concepções alternativas de estudantes do ensino médio: ácidos e bases. *VII ENPEC,* Florianópolis, 2009. Disponível em: <http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/366.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2020.

Nesse trabalho os autores relatam um estudo de caso que investiga, por meio de um questionário, as concepções alternativas de estudantes do Ensino Médio sobre ácidos e bases.

- FINZI, S. N.; PAIVA, A. G.; FALJONI-ALARIO, A. Um estudo sobre as concepções de um grupo de estudantes a respeito de transformações químicas. Atas do V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, n. 5, p. 377-379. São Paulo: Bauru, 2005. Disponível: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/3/pdf/p828.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2020.

O artigo relata as concepções alternativas de estudantes do Ensino Médio sobre transformação química.

- FIORAVANTI, C. 2019 foi o ano mais quente já registrado no Brasil: temperaturas máxima e mínima anuais sobem de modo contínuo desde 1961. *Revista Pesquisa FAPESP*, 2020. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2019-foi-o-ano-mais-quente-ja-registrado-no-brasil/>. Acesso em: 6 ago. 2020.

O artigo relaciona, entre outros fatores, o aumento da emissão de gases estufa como uma das principais razões da elevação da temperatura média no país e no mundo, além de mostrar as consequências que esse fenômeno acarretará à saúde humana e ao meio ambiente.

- FIRMO, H.; FINAMORE, R. O novo coronavírus e a hipótese de Gaia. Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://conexao.ufrj.br/2020/04/02/o-novo-coronavirus-e-a-hipotese-de-gaia/>. Acesso em: 28 ago. 2020.

Nesse texto é apresentada uma possível relação entre o novo coronavírus e a hipótese de Gaia com base nos distúrbios ambientais causados pelos seres humanos desde a adoção do modo de vida sedentário e o seu consequente crescimento e ocupação do planeta.

- FLIPPITY timeline. Disponível em: <https://flippity.net/>. Acesso em: 7 ago. 2020.

O *site* traz diversas ferramentas gratuitas para a construção de recursos educacionais com base em planilhas do Google.

- G1. Entenda os riscos do monóxido de carbono, gás que pode ter provocado a morte de seis brasileiros no Chile. *Ciência e Saúde G1*, 24 maio 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2019/05/24/entenda-os-riscos-do-monoxido-de-carbono-gas-que-pode-ter-provocado-a-morte-de-seis-brasileiros-no-chile.ghtml>. Acesso em: 6 ago. 2020.

Notícia sobre os riscos de inalação do CO, que após um vazamento do aquecedor a gás matou seis turistas brasileiros no Chile.

- GARBULHO, A. N. *et al*. Ciaden: luz e ciência na reflexão sobre o aquecimento global e as mudanças climáticas no Ensino Médio e Técnico. *JC na escola – luz, ciência e vida*, 2. ed., p. 139-146, 2016. Disponível em: <https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/LivroSNCT2016-2ed/LivroSNCT2016-2ed-23.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2020.

O artigo traz reflexões acerca das mudanças climáticas dentro da educação básica.

- GUIMARÃES, M. Moléculas, problema e solução. *Revista Pesquisa FAPESP*, 183. ed., 2012. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/moleculas-problema-e-solucao/>. Acesso em: 7 ago. 2020.

A matéria discute a dependência humana dos combustíveis fósseis e o emprego de fontes alternativas de energia.

- HOFFMANN, M. B.; SCHEID, N. M. J. Analogias como ferramenta didática no ensino de Biologia. *Revista Ensino*, n. 1, p. 21-37, jan.-jun. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v9n1/1983-2117-epec-9-01-00021.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2020.

O artigo apresenta algumas analogias usadas como ferramenta didática no ensino de Biologia, ressaltando a importância e os cuidados que devemos ter ao usá-las na construção do conhecimento.

- JENKINS, J.; LUKE, M.; THERNSTROM, S. Getting to Zero Carbon Emissions in the Electric Power Sector. *Joule 2 (Cell Press)*, p. 2487-2510, dez. 2018.

O artigo em inglês traz a revisão acerca das condições para reduzir as emissões de carbono por meio de iniciativas no setor da eletricidade.

- JHA, A. Por que o tempo sempre anda para frente, nunca para trás. *News Brasil – BBC*. 1º dez. 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-50546323>. Acesso em: 7 ago. 2020.

Embora as leis da Física expliquem fenômenos que andam para a frente ou para trás no tempo, parece que não podemos voltar no tempo com tanta facilidade. O artigo mostra um pouco sobre como foi o processo de compreensão dessa questão e de que modo ela se relaciona com os motores a vapor e os estudos sobre o conceito de entropia.

- LEITE, B. S.; LEÃO, M. B. C. Projeto Quimicasting – Uma ferramenta didática no processo de ensino-aprendizagem de Química. *XIV Encontro Nacional de Ensino de Química*, v. 14, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0411-1.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2020.

O trabalho exemplifica a produção de um *podcast* de Química e mostra como ele foi realizado.

- LEITE, L. *et al.* Chuva e chuva ácida: um estudo comparativo das concepções de estudantes minhotos e galegos. *XXIII Congreso de ENCIGA, Asociación dos Ensinantes de Ciencias de Galicia*, n. 71, p. 149-151, 2010. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/11444>. Acesso em: 7 ago. 2020.

O trabalho mostra as concepções alternativas de estudantes acerca da chuva ácida.

- MACHADO, A. R. (coord); LOUSADA, E.; ABREU-TARDELLI, L. S. *Resenha.* São Paulo: Parábola, 2004. (Leitura e produção de textos técnicos e acadêmicos; 2).

O livro faz parte de uma coleção destinada à orientação pedagógica pela explicação de elementos dos vários gêneros textuais presentes na academia. O volume sobre resenhas traz exercícios e esclarece as diferenças entre o resumo e a resenha.

- MARCONDES, M. E. R.; LOURENÇO, I. M. B. Um plano de ensino para mol. *Química Nova na Escola*, n. 18, p. 22-25, 2003. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc18/A05.PDF>. Acesso em: 6 ago. 2020.

O artigo relata várias atividades para ensinar o conceito de quantidade de matéria do ponto de vista quantitativo.

- MIRANDA, A. C. G.; BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S. Concepções alternativas sobre forças intermoleculares: um estudo a partir das publicações da área de ensino. *Enseñanza de las ciencias*, p. 1807-1812, 2017. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/337430/428271>. Acesso em: 7 ago. 2020.

O artigo relata as concepções alternativas de estudantes sobre forças intermoleculares.

- NERDOLOGIA. O Brasil e as mudanças climáticas. *YouTube,* 20 jun. 2017. (9 min 43 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=eurz_TPwxIw&>. Acesso em: 7 ago. 2020.

O vídeo narra os aspectos políticos, socioambientais e econômicos das mudanças climáticas provocadas pelo agravamento do efeito estufa.

- NEXO JORNAL. *Aquecimento global:* por que ele acontece e de quem é a culpa? 2 dez. 2016. (4 min 24 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Ho52cg7Q3Xk>. Acesso em: 5 ago. 2020.

O vídeo apresenta um panorama geral da situação da temperatura do planeta no último século. Além de destaques sobre a questão histórica no uso do termo *aquecimento global* e a síntese das principais causas antrópicas e naturais do aquecimento, destacando a COP-21 como exemplo de atitude humana para reduzir os efeitos do aquecimento.

- O MUNDO DE BEAKMAN. *Canal o mundo de Beakman* – Motores e borracha. 2020. (4 min 35 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7awnvtzjVpU> Acesso em: 6 ago. 2020.

Episódio de "O Mundo de Beakman" em que ele explica o funcionamento de um motor de carro, relacionando-o com a primeira lei da termodinâmica.

- OKI, M. C. M. O congresso de Karlsruhe e a busca de consenso sobre a realidade atômica no século XIX. *Química Nova na Escola*, n. 26, p. 24-28, nov. 2007.

O artigo aborda a importância do congresso de Karlsruhe para a padronização de definições, como também da nomenclatura.

- ORTIZ, D. A. Conheça 10 formas de colaborar com o combate ao aquecimento global. *BBC Brasil*, 10 dez. 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/vert-fut-46357597>. Acesso em: 5 ago. 2020.

O texto apresenta um panorama geral do cenário do aquecimento global até a data da publicação da matéria, com reflexões e dados que podem ajudar na tomada de decisão para repensar atitudes cotidianas de consumo.

- PASSOS, J. C. Os experimentos de Joule e a primeira lei da termodinâmica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. v. 31, n. 3, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172009000300013&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 7 ago. 2020.

O artigo apresenta uma análise das diferentes formulações da primeira lei da termodinâmica resgatando fatos e análises históricas que contribuem para o ensino com abordagem histórica.

- PhET Interactive Simulation. Balanceamento de equações químicas. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations_pt_BR.html>. Acesso em: 27 jun. 2020.

Simulador gratuito PhET para ensino do balanceamento de equações químicas.

- PhET Interactive Simulation. Reagentes, produtos e excesso. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/reactants-products-and-leftovers/latest/reactants-products-and-leftovers_pt_BR.html>. Acesso em: 7 ago. 2020.

Simulador gratuito PhET para ensinar se a verificação do reagente está em excesso ou limita a reação.

EM MODERNIA

- PESSINI, L.; SGANZERLA, A. Evolução histórica e política das principais conferências mundiais da ONU sobre o clima e meio ambiente. *Revista Ibero-Americana de Bioética*, n. 1, p. 1-14, 2016. Disponível em: <https://revistas.comillas.edu/index.php/bioetica-revista-iberoamericana/article/view/6772>. Acesso em: 5 ago. 2020.

Artigo científico que conta as mudanças de concepções políticas ao longo das diferentes convenções mundiais da Organização das Nações Unidas sobre ambiente.

- QUADROS, T. O histórico dos principais encontros e acordos climáticos mundiais. *Nexo Jornal*, 17 nov. 2017. Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/grafico/2017/11/17/O-hist%C3%B3rico-dos-principais-encontros-e-acordos-clim%C3%A1ticos-mundiais>. Acesso em: 5 ago. 2020.

Infográfico que apresenta uma breve descrição de encontros e acordos climáticos que marcaram a história ambiental, começando com a conferência de Estocolmo em 1972 e terminando com a vigência do Acordo de Paris, em 2016.

- PESQUISA FAPESP. No calor das ondas. Revista *Pesquisa Fapesp,* 147. ed., 2008. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/no-calor-das-ondas/>. Acesso em: 6 ago. 2020.

A matéria traz conclusões sobre a dilatação térmica dos oceanos.

- ROGADO, J. A grandeza quantidade de matéria e sua unidade, o mol: algumas considerações sobre dificuldades de ensino e aprendizagem. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 1, p. 63-73, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n1/05.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2020.

O artigo trata das dificuldades que os estudantes enfrentam para compreender os conceitos de quantidade de matéria e de mol, além de resgatar historicamente a origem e o contexto desses conceitos.

- SANTOS, A. F. Ensino de Estequiometria: uma proposta de formação continuada. *Dissertação* (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/27116/10/EnsinoEstequiometriaProposta.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2020.

Nessa dissertação de mestrado, a autora propõe uma sequência de atividades para o ensino de estequiometria e narra os resultados obtidos.

- SANTOS, A. L. Guia prático de utilização do *chemsketch*. *Produto educacional* (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática), Universidade Federal do Acre, 2016. Disponível em: <http://www2.ufac.br/mpecim/menu/produtos-educacionais/2014/produto-educacional-alcides-loureiro-santos.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2020.

Esse produto educacional auxilia a utilização do *software ChemSketch*.

- SILVA, G. R.; ERROBIDART, N. C. G. Termodinâmica e Revolução Industrial: uma abordagem por meio da História Cultural da Ciência. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces,* v. 19, p. 71-97, 2019. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/41758>. Acesso em: 7 ago. 2020.

O artigo apresenta em uma de suas seções um material didático em forma de texto narrativo histórico mostrando as contribuições culturais e científicas da Revolução Industrial para o desenvolvimento da Termodinâmica.

- SIMONETTI, M. (org.). *A (in)sustentabilidade do desenvolvimento: meio ambiente, agronegócio e movimentos sociais*. São Paulo: Cultura Acadêmica; Marília: Oficina Universitária, 2011. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/leb/aulas/lce1302/A_In_Sustentabilidade_do_Desenvolvimento.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2020.

Essa coletânea de ensaios visa discutir a contribuição do agronegócio para as crises socioambientais e as mudanças climáticas.

- SOUZA, E. V.; OLIVEIRA, M. S. M. L.; MENEZES, C. S. Concepções alternativas sobre o efeito estufa: implicações para o ensino de Ciências na educação básica. *In*: CONGRESSO Nordestino de Biólogos – Congrebio, Paraíba: João Pessoa, 2016 v. 6. *Anais* [...]. Disponível em: <http://congresso.rebibio.net/congrebio2016/trabalhos/pdf/congrebio2016-et-06-008.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2020.

O artigo relata os resultados obtidos acerca das concepções alternativas de estudantes e professores da educação básica a respeito do efeito estufa.

- STEFANELLI, E. *Motor de quatro tempos à centelha ou fagulha – Ciclo Otto*. 2019. Disponível em: <https://www.stefanelli.eng.br/ciclo-otto-motor-quatro-tempos/>. Acesso em: 7 ago. de 2020.

O *site* apresenta uma simulação do funcionamento do motor de quatro tempos, fazendo uma relação entre suas etapas de funcionamento com os ciclos termodinâmicos e suas apresentações gráficas.

- THE CARBON MAP. Disponível em: <http://www.carbonmap.org/#Area>. Acesso em: 20 ago. 2020.

Site apresenta um mapa-múndi interativo que mostra as emissões de carbono *per capita* por país, além de outras informações.

- TIME GRAPHICS – <https://www.time.graphics/pt/editor> – Página principal, 2020. Acesso em: 7 ago. 2020.

Site com ferramenta fácil e intuitiva de construção de linhas do tempo *on-line*.

- UMA VERDADE Inconveniente (*An Incovenient Truth*). Direção: Davis Guggenheim. Produção: Lawrence Bender, Scott Burns, Laurie Lennard e Scott Z. Burns. Elenco: Albert Arnold Gore Júnior. Estados Unidos: Lawrence Bender Productions/Participant Productions, 2006. Documentário (1 h 58 min).

O documentário aborda a temática ambiental, focando-se em apresentar evidências que corroboram a explicação de que o aquecimento global está sendo acelerado por ações antropogênicas.

- VASCONCELOS, Y. Mais energia. Revista *Pesquisa Fapesp*. 261. ed., 2017. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/mais-energia/>. Acesso em: 6 ago. 2020.

A matéria faz uma comparação entre diferentes fontes de energia e seus rendimentos para os carros.

- WOLFFENBÜTTEL, A. *O que é? IPCC*. *IPEA* – Desafios do Desenvolvimento, ano 4, 34. ed., 2007. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2134:catid=28&Itemid=23>. Acesso em: 5 ago. 2020.

Nesse breve artigo, a autora descreve a história e a estrutura do Painel Intergovernamental para a Mudança de Clima.

MODERNA

UNIDADE 2

Esportes

Abertura

Objetivos de aprendizagem

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

- Analisar e representar as transformações de energia e movimento ocorridas em atividades esportivas paraolímpicas.
- Explorar e refletir sobre as condições ambientais e os possíveis fatores limitantes das condições de vida às quais pessoas com deficiência que usam ou não próteses estão sujeitas.
- Identificar e analisar as dificuldades e as situações de vulnerabilidade que cercam as pessoas com deficiência no Brasil, problematizando a falta de condições relativas aos direitos humanos na qual essas pessoas estão imersas.
- Identificar e avaliar as propriedades dos materiais usados em próteses, considerando questões de segurança e respeito à integridade física das pessoas com deficiência.
- Interpretar criticamente gráficos que trazem variáveis associadas às Ciências da Natureza, realizando conversões e interpretando as relações de grandeza neles expressas.
- Analisar criticamente estereótipos e preconceitos associados às pessoas com deficiência, possibilitando intervir na realidade de forma respeitosa e amparada nos direitos humanos.

Subsídios para o planejamento

Esta abertura tem o papel de fomentar reflexões sobre o esporte em suas múltiplas dimensões e como importante atividade de inclusão. As atividades podem ser conduzidas com facilidade pelos professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Um planejamento conjunto com as equipes das áreas de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, Matemática e suas Tecnologias e Linguagens e suas Tecnologias poderá contribuir para um aprofundamento na temática de inclusão e nas implicações sociais atreladas a ela.

Inicie a abertura realizando uma conversa introdutória com os estudantes sobre os esportes paraolímpicos. Faça questionamentos como: "Vocês já ouviram falar nas Paraolimpíadas?"; "Já assistiram a competições paraolímpicas?"; "Quais sãos os esportes praticados?"; "O que mais chamou a atenção de vocês ao assistirem a esse tipo de competição?"; "Conhecem algum atleta paraolímpico?". Essa conversa permite iniciar o desenvolvimento dos conhecimentos associados às habilidades **EM13CNT202**, **EM13CNT207** e **EM13CHS502**, pois chama a atenção dos estudantes para a questão da inclusão nos esportes, como os desafios, os fatores limitantes e a discussão sobre participação de pessoas com deficiências em eventos esportivos. Depois dessa conversa exploratória para introdução do tema e levantamento de conhecimentos prévios, passe o vídeo do canal do Comitê Paraolímpico Brasileiro. (Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=lsgSt-Chr4o>. Acesso em: 24 ago. 2020.) Sugira aos estudantes que tomem nota de informações importantes para discussão. Após o vídeo, abra uma nova discussão com a turma para explorar pontos que foram abordados ali, como: "Quais são os tipos de próteses que aparecem ou são mencionadas no vídeo?"; "Quais são as características dessas próteses?"; "Por que, no caso do atleta entrevistado, ele usa dois tipos diferentes de próteses?"; "Do ponto de vista da Física, qual é a justificativa que o atleta menciona quando apresenta e descreve suas próteses?"; "Qual é o material da prótese de corrida usada pelo atleta?". As reflexões coletivas oportunizadas por essas questões possibilitam o trabalho com as habilidades **EM13CNT101**, **EM13CNT306** e **EM13CNT307**, pois favorecem uma análise do movimento do corpo humano em diferentes situações do cotidiano, além de fazer pensar nas características e propriedades dos materiais, no caso, das próteses, avaliando sua adequação ao movimento. As questões são respondidas de forma explícita ao longo do vídeo. Caso julgue conveniente, após a discussão com a turma, passe novamente o vídeo para que os estudantes confiram as informações e obtenham outros elementos.

O vídeo e a discussão iniciada são ótimas oportunidades para conversar abertamente sobre a realidade das pessoas com deficiência. Algum estudante pode perceber e apontar a audiodescrição no vídeo. Caso não surja nenhum comentário a esse respeito, chame a atenção para esse fato e aproveite para discutir sua importância no vídeo e o papel dela para a acessibilidade audiovisual. Para se aprofundar no tema, peça aos estudantes que leiam individualmente o texto de Sassaki (2014) sobre o histórico das terminologias usadas para se referir às pessoas com deficiência. Para guiar essa leitura, antes de entregar os textos, oriente-os a ler o texto tendo em mente as seguintes questões: Quais são as justificativas para considerar adequado o uso da expressão "pessoas com deficiência"? Cite dois termos que já foram usados no passado e justifique o porquê de eles não serem mais considerados adequados. Para ajudar você em eventuais questionamentos sobre a temática da inclusão que permeia a abertura desta Unidade, recomendamos a leitura dos documentos produzidos pela Gadim Brasil (sem ano) e pela Assembleia Legislativa do Rio Grande do Sul (2001), indicados no *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Depois do tempo de leitura e trabalho individual dos estudantes, propicie uma discussão com a turma. Abordar explicitamente essa temática ajuda a desenvolver as habilidades **EM13CNT207**, **EM13CHS502**, **EM13LGG102** e **EM13LGG502**, através da avaliação de vulnerabilidades e dos desafios contemporâneos, considerando aspectos físicos, psicoemocionais e sociais, e refletindo sobre preconceitos, estereótipos e formas de intervir na sociedade com respeito às diferenças, além de possibilitar um trabalho mais alinhado às questões de acessibilidade no restante das atividades. Caso considere oportuno e queira se aprofundar ainda mais nesse assunto, há vários canais no YouTube protagonizados por pessoas com deficiência, nos quais há episódios que abordam a temática do preconceito e do uso da linguagem inadequada. Avalie a possibilidade de usar um dos vídeos produzidos pelos canais indicados na matéria de Fabro (2017), apontado no *Apoio ao trabalho pedagógico*, que sejam mais adequados a sua realidade escolar.

EDITORIA

Depois dessa conversa, faça a leitura coletiva do texto, pedindo a diferentes estudantes que leiam em voz alta trechos do texto de abertura da unidade presente no Livro do estudante. Na sequência, oriente-os a ler e analisar os gráficos individualmente. Peça, então, que alguns estudantes se voluntariem para explicar o que entenderam dos gráficos, como as informações dos diferentes eixos estão relacionadas e o que é possível interpretar da comparação entre os dados presentes neles. Dessa forma, ao longo dessa etapa será possível explorar a habilidade **EM13MAT101**, ao trazer uma situação que exige interpretação e análise de dados por meio de gráficos que trabalham o desempenho dos atletas nas provas de atletismo.

Após esse momento, organize a turma em, pelo menos, seis grupos contendo de 3 a 6 estudantes para a realização de um painel integrado. Cada grupo deverá receber um dos seis textos jornalísticos:

- Texto 1 – "Esporte paraolímpico: simbiose entre ciência e tecnologia?" (Disponível em: <https://www.dicyt.com/noticia/esporte-paralimpico-simbiose-entre-ciencia-e-tecnologia>. Acesso em: 24 ago. 2020.)
- Texto 2 – "Esporte paraolímpico: tecnológico e inclusivo." (Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/esporte-paralimpico-tecnologico-e-inclusivo/>. Acesso em: 24 ago. 2020.)
- Texto 3 – "A corrida da inovação." (Disponível em: <https://exame.com/brasil/a-corrida-da-inovacao/>. Acesso em: 24 ago. 2020.)
- Texto 4 – "Prótese para paratleta no Brasil: artigo de luxo?" (Disponível em: <https://www.ativo.com/corrida-de-rua/papo-de-corrida/protese-paratleta-brasil-luxo/>. Acesso em: 24 ago. 2020.)
- Texto 5 – "Como a inovação revolucionou o esporte paraolímpico?" (Disponível em: <https://www.istoedinheiro.com.br/como-inovacao-revolucionou-o-esporte-paralimpico/>. Acesso em: 24 ago. 2020).
- Texto 6 – "A evolução (tecnológica) das próteses." (Disponível em: <http://jornalismojunior.com.br/a-evolucao-tecnologica-das-proteses/>. Acesso em: 24 ago. 2020.)

Esses textos, em conjunto, abordam diferentes aspectos dos avanços científicos e tecnológicos das próteses, trazendo dados, reflexões e opiniões sobre esses avanços sob diferentes perspectivas. O acesso e a leitura desses materiais promove a busca de informações e a aplicação de conhecimento para a realização do painel integrado, favorecendo o desenvolvimento da **Competência Geral 1**. Para a realização do painel integrado, cada grupo inicial deverá discutir entre si o texto que recebeu, buscando responder à pergunta da abertura: Como as tecnologias utilizadas nas próteses esportivas impactam o dia a dia de pessoas com deficiência física? Depois de um tempo de leitura e discussão nos grupos, os estudantes deverão formar novos grupos. O novo grupo deverá ser composto de estudantes que leram os outros textos. Para facilitar essa tarefa de organização, sugerimos que você atribua números de 1 a 6 aos estudantes. Os números dizem respeito aos textos a serem lidos no começo do painel integrado. Todos os que receberem o número 1 deverão começar a discussão com os estudantes que também receberam o número 1 e que, portanto, leram o mesmo texto. Na sequência, ao iniciar a etapa de mistura dos grupos, cada grupo deverá ter sempre um estudante de cada número, para garantir a diversidade das leituras dos textos iniciais. Ao trocar de grupo, os estudantes devem apresentar ao novo grupo quais informações eles leram e discutiram no grupo de origem e nos demais grupos pelos quais passaram e de que forma eles acreditam que essas informações podem ajudar a responder à pergunta. O trabalho de Inocente, Castaman e Vieira (2017), sugerido no *Apoio ao trabalho pedagógico*, traz considerações sobre o uso do painel integrado e suas possibilidades no ensino. Ao longo dessa intensa socialização de conteúdos relativos às várias dimensões da temática da acessibilidade, será possível aprofundar as habilidades **EM13CNT202**, **EM13CNT207** e **EM13CHS502** pela discussão dos desafios e das soluções tecnológicas em torno das próteses enquanto uma possibilidade de promoção de melhora para o bem-estar das pessoas com deficiência.

Após o painel integrado, quando os estudantes retornarem aos seus grupos de origem, abra uma discussão com a turma, pedindo aos estudantes que se voluntariem para fornecer uma resposta à pergunta de abertura. Ao longo dessa discussão, certifique-se de ressaltar a importância de pontos como a diversidade gerada pela evolução tecnológica e os custos elevados das próteses, quando se falar em acessibilidade. A discussão precisa contemplar que a tecnologia da qual se está falando tem relação com o desenvolvimento de novos materiais, desenhos/*design*, produtos, treinamentos e serviços, englobando, portanto, um mercado bastante diverso. Esses pontos são trazidos explicitamente ao longo dos textos e permitem um aprofundamento das habilidades **EM13CNT202**, **EM13CNT307**, **EM13CNT306** ao se discutirem mais especificamente as propriedades dos materiais utilizados nas próteses, bem como as características que favorece\m o movimento (contribuindo para a qualidade de vida das pessoas com deficiência) tanto para uso no cotidiano quanto para funções específicas no esporte. O destaque desses pontos é importante para enriquecer a etapa seguinte da atividade.

Depois da discussão, os estudantes deverão produzir um texto autoral contendo entre 15 e 20 linhas que responda à pergunta da abertura da unidade. Para tanto, eles deverão estabelecer relações entre o texto de abertura, os gráficos apresentados, a questão da acessibilidade de pessoas com deficiência e os avanços científicos e tecnológicos impulsionados pelos esportes paraolímpicos que foram discutidos no painel integrado. Para a elaboração do texto, as habilidades exploradas ao longo das atividades poderão ser mobilizadas, todavia possivelmente as habilidades **EM13CNT202**, **EM13CNT307**, **EM13CNT306**, que foram trabalhadas no desenvolvimento da abertura, serão mais intensamente acionadas pelos estudantes. A atividade, por incentivar a expressão escrita, também favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 4**.

• Objetivos e avaliação diagnóstica

O trabalho com as questões do boxe **Pense nisso!** pode ajudar a levantar os conhecimentos prévios dos estudantes. Elas estão relacionadas às habilidades do Ensino Fundamental referentes aos temas abordados ao longo desta Unidade. Dessa forma, o trabalho com essas questões poderá fornecer informações sobre as dificuldades dos estudantes e mapeá-las para auxiliar não apenas na avaliação diagnóstica mas também no planejamento e no compartilhamento dos obstáculos enfrentados por eles com outros professores da área de Ciências da Natureza.

A questão proposta para o **Tema 1** tem como foco investigar se os estudantes compreendem as relações entre os diferentes sistemas do corpo, em particular dos sistemas respiratório e cardiovascular, foco das habilidades **EF05CI06** e **EF05CI07**. Esses conhecimentos são fundamentais para compreender os aspec-

MANUAL DO PROFESSOR

tos anatômicos e funcionais dos níveis de organização celular e tecidual do corpo humano, conteúdo abordado neste Tema.

De forma complementar, o **Tema 2** visa identificar se os estudantes entendem as relações que se estabelecem entre os sistemas muscular estriado esquelético, ósseo e nervoso, o que se relaciona diretamente com a habilidade **EF06CI09**, cujos conhecimentos são pré-requisitos para o estudo do Tema.

O **Tema 3** traz consigo conceitos associados à ideia de tempo e movimento, conhecimentos atrelados às habilidades **EF01CI05** e **EF01CI06**. Reconhecer as diferentes escalas de tempo e a noção da passagem dele para determinar o ritmo de eventos cotidianos, mas também em escala espacial, é fundamental para os estudantes aprofundarem os conceitos da Física que descrevem os movimentos, seja de atletas ou objetos, durante as práticas esportivas.

A pergunta destinada ao **Tema 4** está associada às habilidades **EF04CI09** e **EF04CI10** e tem como objetivo averiguar a compreensão dos estudantes acerca dos conceitos físicos relacionados à orientação espacial, como pontos cardeais, uso de registros das diferentes posições da Terra e leitura de instrumentos destinados a isso, como gnômon e a bússola. Tais conhecimentos são pré-requisitos para o entendimento do conteúdo do Tema, que focaliza a decomposição dos movimentos, além de relacionar movimentos circulares a alguns esportes.

A questão do **Tema 5** permite levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre algumas das consequências do desenvolvimento científico e de novas tecnologias para o esporte, objeto de conhecimento relacionado à habilidade **EF07CI06**. A compreensão da relação entre esporte e desenvolvimento tecnológico auxiliará os estudantes no entendimento das propriedades físico-químicas de alguns materiais usados em produtos e tecnologias esportivas, um dos focos do Tema.

Tema 1 – Níveis de organização e tipos de tecido

Objetivos de aprendizagem

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

- Descrever os níveis de organização da vida e como estes se relacionam.
- Explicar alguns dos tecidos que formam os órgãos e os sistemas do corpo humano.
- Relacionar os conhecimentos de alguns tecidos com atitudes para manter a saúde do corpo.

Subsídios para o planejamento

O Tema 1 aborda os diferentes níveis de organização dos seres vivos, em especial, os níveis celular e tecidual e, portanto, deve ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Biologia**. Sugerimos o estudo em três etapas a fim de favorecer a condução durante as aulas e evidenciar o protagonismo dos estudantes.

- **1ª etapa**

O foco desta etapa é incentivar os estudantes a construir e incorporar estratégias para obter informações confiáveis e a conquistar autonomia, subdimensões importantes da **Competência Geral 1**. Assim, explique a eles que, no período extraclasse, devem estudar o conteúdo teórico do Tema 1, tomando o Livro do estudante como material principal, e que o espaço de sala de aula será utilizado para a resolução de exercícios, discussões e atividades complementares.

Evidencie que o foco do estudo está nas formas e funções das células, nas principais funções dos tecidos e em como eles se constituem nos órgãos para compreender a organização do corpo humano. Sugira que pesquisem em plataformas confiáveis, como SciELO, portal de periódicos Capes e Google Acadêmico, sobre os quatro tipos de tecido do corpo humano: epitelial (ou epitélio), conjuntivo, muscular e nervoso.

Instrua os estudantes a realizar a leitura por meio de questionamentos a respeito do assunto tratado, anotando as ideias principais, as dúvidas e os conhecimentos que eles têm, mas que não foram narrados em nenhum desses materiais. Peça-lhes que registrem quatro novos aprendizados e elaborem duas perguntas.

- **2ª etapa**

Inicie esta etapa por meio da rotina de pensamento *Think pair share* (Pense e compartilhe em pares) seguindo os passos abaixo.

1. Individualmente, os estudantes devem responder aos questionamentos: "Como foi o estudo extraclasse?"; "Quais foram as dificuldades encontradas?"; "Quais são as dúvidas que ainda permanecem após esse processo?".
2. Os estudantes devem formar duplas e compartilhar as respostas às questões anteriores, apresentar os quatro novos aprendizados e as duas perguntas, respondendo a elas. Dessa forma, poderão discutir, exercitar o respeito mútuo, o diálogo e o acolhimento dos diferentes pontos de vista, além de elaborar o raciocínio lógico para expor um pensamento, o que favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 9**.
3. As duplas devem responder aos exercícios da seção **Atividades**.
4. Os estudantes devem formar uma roda de conversa para a discussão dos aprendizados.

Durante os passos 1 a 3, sua atuação como mediador é fundamental para sustentar a aprendizagem dos estudantes. Circule entre eles e fique atento para dirimir as prováveis dúvidas, principalmente sobre os conceitos estudados no Tema, procurando, sempre que possível, incentivá-los a refletir sobre o que estão questionando e aprendendo. Esses três passos trabalham as subdimensões metacognição e aprendizagem ao longo da vida, da **Competência Geral 1**, uma vez que, por meio deles, os estudantes desenvolvem a capacidade de entender e avaliar o conhecimento construído e a de regular a própria aprendizagem. Esta última também favorece a subdimensão autoavaliação da **Competência Geral 6**.

Inicie o passo 4 pedindo aos estudantes que compartilhem com a turma como foi o processo de aprendizagem, destacando o que os surpreendeu. Em seguida, promova uma discussão com base na pergunta: "Como uma única célula, formada a partir da união de um óvulo com um espermatozoide, dá origem a um organismo multicelular, com toda a sua complexidade?". O levantamento de conhecimentos é um momento essencial para obter informações que poderão nortear toda a discussão. Ao longo da exposição das respostas, verifique se os estudantes relacionam o processo

MODERNA

de diferenciação celular que ocorre nos estágios iniciais do desenvolvimento embrionário à ativação diferencial de genes.

Esclareça que o estudo dos tecidos inclui analisar: as células e suas formas e funções, a organização delas em diferentes tecidos, os tecidos que se organizam em diversos órgãos e, por fim, os órgãos que formam os sistemas. É importante esclarecer que as imagens de tecidos que aparecem no Livro do estudante, como as **figuras 1.3** e **1.4**, são representações esquemáticas. Nesse sentido, é interessante complementar esse conteúdo apresentando figuras de cortes histológicos que correspondam à visualização, ao microscópio de luz, das estruturas no plano de corte feito no tecido ilustrado.

Para isso, recomendamos as figuras que estão disponíveis no *Atlas de histologia em cores* criado pela UFMG, cujo endereço do *site* está no quadro **Fique por dentro** do Livro do estudante. Incentive os estudantes a utilizar recursos digitais adequados para apoiar a aprendizagem, salientando que tais recursos favorecem o desenvolvimento da **Competência Geral 5**. O passo 4 propicia o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT202** e também da **Competência Geral 1**, pois trabalha a subdimensão aplicação do conhecimento.

Em seguida, questione se ainda lhes restam dúvidas. Assim, promova a discussão sobre as questões da seção **Atividades**, discutindo uma a uma e, a cada questão, convidando um estudante para explicá-la.

De modo a complementar a mobilização do conhecimento construído, também é possível sugerir aos estudantes a realização da prática investigativa disposta na *Atividade complementar*. Nela, busca-se avaliar a importância do cálcio e das fibras colágenas para a rigidez e a flexibilidade dos ossos, respectivamente. Além de favorecer o aprofundamento em relação a esse tecido, que será mais bem explorado no Tema 2 desta Unidade, o qual aborda o sistema esquelético, a realização da prática investigativa trabalha aspectos do fazer científico propiciando a mobilização da **Competência Geral 2**.

Após a discussão das atividades e a eventual realização da *Atividade complementar*, peça aos estudantes que retornem à organização em duplas e proponha que elaborem um infográfico que represente os diferentes níveis de organização. Se quiser se aprofundar na importância pedagógica de infográficos no contexto educacional, consulte o trabalho de Alvarez (2012) indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Evidencie que, na produção dos infográficos, eles devem priorizar as espécies nativas do Brasil que ocorrem na região onde vivem. Comente que podem ser tanto espécies animais quanto vegetais.

Quando cada dupla tiver criado seu infográfico, estabeleça uma discussão com toda a turma para que os estudantes apresentem seus trabalhos e compartilhem a experiência na criação desse material. Utilize algumas perguntas para nortear a socialização das produções, como: "Qual é o tema do infográfico?"; "Quais são as informações veiculadas?"; "De que forma as imagens complementam os textos?". Essa estratégia é fundamental para o desenvolvimento das subdimensões da **Competência Geral 4**, pois estimula os estudantes a se comunicar por meio de linguagens verbais, textuais e científicas, além de propiciar-lhes o desenvolvimento da criatividade, do pensamento crítico e da inovação. Essa atividade, por propiciar o estudo da organização biológica, também permite a mobilização da habilidade **EM13CNT202**.

Como forma de avaliação continuada do processo de ensino-aprendizagem sobre o conteúdo, explore a **figura 1.1** do Livro do estudante com os estudantes, dando luz para o fato de que a espécie em destaque é o mono-carvoeiro (*Brachyteles hypoxanthus*). Solicite a cada dupla que compare o infográfico criado por ela com a representação do livro do estudante, identificando similaridades e diferenças. A discussão do resultado dessa comparação pode auxiliá-lo a perceber as lacunas de compreensão e, com base nelas, buscar estratégias alternativas para dirimir dúvidas e desfazer eventuais concepções alternativas.

- **3ª etapa**

Para aprofundar o trabalho com o Tema 1, sugerimos nessa etapa a apresentação de seminário com foco na relação entre alguns tecidos e atitudes para manter a saúde do corpo, o que favorece o desenvolvimento das subdimensões autoconsciência e cuidados com saúde, da **Competência Geral 8**, e das subdimensões multiletramento, expressão e contextualização sociocultural do conhecimento, da **Competência Geral 4**.

Organize a turma em três 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 seguintes temas: i) Dietas voltadas para práticas esportivas e a manutenção do organismo; ii) A ação de estimulantes no organismo durante a prática de esportes; iii) Células-tronco: presente e futuro para atletas lesionados. Optamos por temas contemporâneos e transversais, pois, conforme evidencia Moraes (2002), eles têm se mostrado potentes na construção de uma imagem mais real e humana do fazer científico e na promoção da alfabetização científica, imprescindível para a formação de uma cidadania responsável, o que favorece o desenvolvimento das **Competências Gerais 2 e 10**, assim como das habilidades **EM13CNT202** e **EM13CNT207**. Se desejar consultar o artigo mencionado, verifique a referência completa na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Com relação à dieta esportiva, é importante que os estudantes compreendam que, durante uma competição, há o aumento do gasto energético do organismo. Assim, a dieta deve ser adaptada às necessidades nutricionais e energéticas do organismo. É fundamental que pensem sobre a origem dos alimentos que consomem no dia a dia e a relevância de fazer escolhas saudáveis para manter a saúde do corpo. Complementar à alimentação, a atividade física é essencial para aumentar a qualidade de vida. A literatura científica demonstra como a prática frequente de atividade física evita doenças e melhora a disposição para a realização das atividades diárias. Por isso, é importante que os estudantes entendam os benefícios de praticar atividades físicas e os riscos de ter uma vida sedentária. Mais detalhes sobre alimentação saudável alinhada a atividades físicas serão abordados na Unidade **Vida saudável** desta Coleção. A discussão sobre a ação dos estimulantes no organismo e no desempenho dos atletas em competições esportivas deve ser apresentada em função do conhecimento dos efeitos dessas substâncias e dos problemas relacionados ao consumo delas. Desse modo, o ideal é uma abordagem reflexiva, que trabalhe em um tom informativo e do ponto de vista da autonomia dos estudantes, favorecendo que dúvidas e questionamentos possam ser tratados nessas atividades. Procure incentivar os estudantes a pensar a respeito dos comportamentos que levam ao consumo desses produtos e suas consequências. Espera-se que a discussão seja pautada nos efeitos causados no corpo e na mente,

demonstrando a importância de manter hábitos saudáveis. Os aspectos químicos dos estimulantes serão discutidos com maior profundidade no Tema 5 desta Unidade. A compreensão do tema das células-tronco é essencial para que os estudantes acompanhem os resultados de pesquisas e novos tratamentos relacionados a esse tipo de terapia em atletas lesionados, que são divulgados frequentemente pela mídia. As pesquisas com células-tronco estão em desenvolvimento, com muitas discussões e novos conhecimentos sendo gerados, por isso é fundamental que os estudantes se baseiem em fontes confiáveis para construir a apresentação, conforme apontam Fujii e Corazza (2015). Se julgar necessário consultar esse artigo, veja a referência completa na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Oriente os grupos a construir uma apresentação baseada em roteiros planejados, fazendo esboços do conteúdo e da ordem da exposição, usando referências para sustentar as afirmações, e, sobretudo, a compartilhar as tarefas entre os integrantes. Essa abordagem pode contar com o apoio do professor do componente curricular **Língua Portuguesa** para o desenvolvimento das habilidades **EM13LP16** e **EM13LP35**, uma vez que os estudantes serão incentivados a utilizar ferramentas de apoio à apresentação oral, produzir textos orais e exercitar os elementos linguísticos relativos à fala, à expressão facial e à postura corporal. É importante evidenciar que todos os integrantes do grupo devem fazer parte da apresentação oral. Durante as apresentações, se julgar pertinente, faça interferências para corrigir eventuais erros ou complementar informações.

As apresentações devem ser avaliadas por todos os estudantes. Assim, elabore com a turma os critérios de avaliação, considerando os seguintes itens: conteúdo apresentado; cumprimento do tempo de apresentação; qualidade do material de apoio utilizado; participação dos integrantes e desenvoltura durante a apresentação (comunicação verbal e não verbal). Já no início, instrua os estudantes a tomarem notas sobre as apresentações dos colegas (observando os itens para avaliação mencionados anteriormente), importantes para circunstanciar e aprimorar a avaliação. Por fim, cada grupo deverá elaborar um parecer sobre as apresentações dos demais, ressaltando pontos positivos e negativos, com base nos critérios de avaliação.

Para dar fechamento ao trabalho com o Tema 1, proponha aos estudantes que, individualmente, utilizem o questionamento da seção **Reflita sobre seu aprendizado!** para averiguar quanto aprenderam. Essa estratégia busca incentivá-los a regular a própria aprendizagem, o que favorece o aprofundamento da subdimensão autoavaliação da **Competência Geral 6**, bem como da subdimensão metacognição da **Competência Geral 1**.

Atividade complementar

Para verificar as propriedades de dureza e flexibilidade dos ossos, sugerimos uma atividade que permita o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT202**.

Há flexibilidade óssea?

O tecido ósseo é um tecido conjuntivo especializado constituído de células e matriz extracelular, que é formada por uma parte orgânica, composta principalmente de fibras colágenas, e uma inorgânica, composta de fosfato de cálcio que forma cristais de hidroxiapatita.

Objetivos

- Verificar a importância da composição dos ossos para as características dos ossos.
- Avaliar como a deficiência nutricional pode afetar o tecido conjuntivo ósseo, alterando as características de rigidez e flexibilidade.

Material

- 3 ossos crus de coxa de galinha, lavados e sem nenhum resíduo de carne
- 3 recipientes iguais em que caibam os ossos (um osso em cada recipiente)
- Água da torneira
- Vinagre (ácido acético)
- Água sanitária (somente manipulada pelo professor);
- Luvas descartáveis

Prepare-se!

- Elabore uma hipótese sobre os efeitos da deficiência nutricional no tecido conjuntivo ósseo.

Procedimento

- Coloque água em um dos recipientes e vinagre no outro. No terceiro recipiente, o professor vai colocar a água sanitária. Atenção: somente o professor deve manipular esse recipiente. Os volumes dos três líquidos devem ser iguais e suficientes para cobrir toda a superfície dos ossos.
- Mergulhe um dos ossos no recipiente com água e o outro no recipiente com vinagre. O vinagre é ácido acético diluído, que dissolve o fosfato de cálcio. O professor vai mergulhar o terceiro osso no recipiente com água sanitária.
- Deixe as preparações em repouso por cerca de sete dias. Depois desse tempo, use luvas para retirar os ossos dos recipientes com água e com vinagre e, em seguida, lave-os em água corrente. O professor vai retirar o osso do recipiente com água sanitária e lavá-lo em água corrente.
- Verifique o que mudou em cada um dos três ossos e registre os resultados no caderno. Observe-os quanto ao seu aspecto geral, textura, dureza e flexibilidade.

Discuta com seus colegas

1. Quais foram os resultados obtidos? Explique.
2. Qual doença acomete esse tecido e pode ser associada a esse experimento?
3. Qual é o controle nesse experimento?

• Resoluções da atividade complementar

Prepare-se!

- Espera-se que os estudantes entendam a importância dos minerais e das proteínas para o corpo humano, especialmente para o tecido ósseo. Com o experimento e os resultados obtidos, eles devem perceber que a deficiência nutricional pode acarretar o desenvolvimento de doenças como o raquitismo e a osteoporose, além de facilitar fraturas nos ossos.

Discuta com seus colegas

1. O osso que ficou na água não teve seu aspecto modificado em relação ao inicial. O que ficou no vinagre tornou-se flexível, sendo possível dobrá-lo, o que indica que a parte dura do tecido ósseo foi dissolvida e restaram as fibras colágenas, que são flexíveis. O osso colocado na água sanitária ficou quebradiço, pois o colágeno foi destruído.

MODERNA

2. A osteoporose. Essa doença se caracteriza pela diminuição da densidade óssea. Ela torna os ossos frágeis, o que facilita a ocorrência de fraturas mesmo com traumas mínimos. Afeta principalmente mulheres na pós-menopausa.
3. O osso colocado em água.

Tema 2 – Fisiologia do movimento

Objetivos de aprendizagem

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

- Descrever a estrutura e o funcionamento dos sistemas esquelético, articular, muscular e cardiovascular.
- Compreender que a fisiologia do movimento integra diferentes sistemas do corpo, avaliando a função de cada um desses sistemas individualmente e em conjunto aos demais.
- Reconhecer a prática de atividade física como uma das formas de cuidar da saúde.
- Investigar a importância dos exercícios de aquecimento antes do esforço físico.
- Levantar dados da frequência cardíaca, elaborar gráficos e interpretá-los como representação de fenômenos e processos biológicos.
- Divulgar os dados e suas interpretações sobre a variação da frequência cardíaca durante a prática da atividade física em feiras de Ciências ou mídias digitais.

Subsídios para o planejamento

O Tema 2 deve ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Biologia** e permite uma integração com os professores dos componentes curriculares **Física** e **Educação Física**, em razão do caráter interdisciplinar do Tema.

O estudo deste Tema pode ser realizado por meio da dinâmica denominada Três momentos pedagógicos, que é caracterizada, de acordo com Muenchen e Delizoicov (2012), pelas seguintes etapas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Se achar necessário aprofundar seus conhecimentos sobre essa dinâmica, há a referência completa do artigo na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

• Problematização inicial

Nesse momento pedagógico, o foco é criar uma motivação para iniciar o estudo do conteúdo específico que tenha relação com situações que fazem parte da realidade dos estudantes. É importante desafiá-los a expor o que pensam sobre as situações, para que sintam a necessidade de adquirir conhecimentos que ainda não têm. Essa estratégia valoriza o trabalho com as subdimensões exploração de ideias e conexões da **Competência Geral 2**.

Inicie a aula reunindo a turma na própria sala, no pátio ou na quadra de esportes para realizar alguns movimentos que simulam exercícios praticados em academia, em aula de ioga, de pilates ou em algum esporte. Para a condução dos movimentos de forma segura, é fundamental o apoio do professor de **Educação Física**. Se houver na turma estudantes com deficiência, promova, junto ao professor de Educação Física, as adaptações necessárias a cada caso. Se o professor de Educação Física não puder participar diretamente, organize-se com antecedência, pedindo auxílio e supervisão dele ou de outro profissional da área para que saiba orientar os estudantes. O objetivo é fazê-los desfrutar desse momento ao acompanhar os diferentes movimentos que podem ser realizados, trabalhando assim a habilidade **EM13LGG501**.

Em seguida, proponha à turma a realização da **Prática investigativa**, que tem como objetivo pesquisar se a execução de exercícios de aquecimento afeta o tempo de recuperação da frequência cardíaca após atividades de esforço. Sob orientação do professor de Educação Física, indique alguns exercícios de aquecimento e de esforço para os estudantes realizarem. Indique também o tempo de execução de cada um dos tipos de exercício de aquecimento e de esforço. Organize a turma em duplas e peça que sigam as orientações descritas no Livro do estudante e que as realizem até o tópico **Procedimento**. Essa atividade, por permitir uma parceria com o professor do componente curricular **Educação Física**, promove o desenvolvimento da habilidade **EM13LGG501**. Além disso, favorece o desenvolvimento das **Competências Gerais 2, 4, 7 e 9**, uma vez que estimula a curiosidade intelectual e recorre a uma abordagem científica para formular hipóteses, argumentar e resolver problemas, de forma respeitosa, com empatia e em cooperação. Ainda, propicia a mobilização da habilidade **EM13CNT301** e a **Competência Geral 1**, na medida em que os estudantes são levados a investigar causas, elaborar e testar hipóteses, empregando instrumentos de medição em uma perspectiva científica.

Depois, anote no quadro de giz os questionamentos a seguir para que os estudantes possam, ainda em duplas, discutir e registrar suas ideias.

Questionamentos:

1. Como diferentes sistemas se integram para gerar um movimento?
2. De que modo o aquecimento promove o bem-estar corporal?

Conduza uma roda de conversa, solicitando às duplas que compartilhem com a turma os aprendizados adquiridos por meio das atividades e as conclusões a que chegaram sobre os questionamentos. Nesse momento, deixe-os expressar-se livremente, acolhendo os diferentes pontos de vista, mas atentando aos possíveis erros conceituais para apresentar, posteriormente, uma visão adequada e aceita pela Ciência. Destacamos que uma das possíveis dificuldades dos estudantes é pensar no corpo humano como um sistema integrado; portanto, esclareça que funções como caminhar ou correr envolvem diferentes sistemas que se relacionam entre si para executá-las.

Antes de passar para a próxima etapa, peça aos estudantes que, no período extraclasse, leiam o Tema 2 do Livro do estudante e elaborem, para cada tópico, um parágrafo com as principais ideias.

• Organização do conhecimento

Esse momento pedagógico é caracterizado pela utilização de diferentes estratégias para que os estudantes entrem em contato com os conhecimentos científicos que expliquem a problematização inicial. Assim, proponha aos estudantes que formem grupos de no máximo cinco integrantes para realizarem as tarefas a seguir, as quais buscam desenvolver o diálogo e a empatia, subdimensões da **Competência Geral 9**, bem como a capacidade de construir argumentos e conclusões

PROIBIDA

de maneira qualificada com base em informações confiáveis, atributos da **Competência Geral 7**.

Tarefas:

- Elaboração de esquemas dos tópicos do Tema 2, baseando-se na leitura extraclasse e no resumo das ideias principais, o que favorece a subdimensão busca de informação da **Competência Geral 1**.
- Resolução dos exercícios da seção **Atividades** do Livro do estudante, que colabora para o desenvolvimento da subdimensão aplicação do conhecimento da **Competência Geral 1**. Procure acompanhar os grupos para identificar as dificuldades e as dúvidas que permanecem, tentando solucioná-las.
- Resolução do tópico **Discuta com seus colegas** da seção **Prática investigativa**. Essa estratégia favorece o trabalho com a habilidade **EM13MAT101** e com elementos da habilidade **EM13CNT202**, ao levá-los a compreender a importância do sistema cardiovascular durante o exercício físico, sobretudo da frequência cardíaca e da oxigenação do sangue. Além disso, favorece o aprimoramento das **Competências Gerais 4, 7 e 9**.
- Discussão com a turma para sistematização dos conhecimentos adquiridos, colaborando para o trabalho da subdimensão diálogo e convivência da **Competência Geral 9**.

No momento da discussão, fundamental para aprimorar aspectos da habilidade **EM13CNT202**, considere algumas ações necessárias à manutenção da vida dos seres humanos, como a obtenção de alimento e do gás oxigênio, para estabelecer uma relação com a fisiologia do movimento e suas principais características.

Explique aos estudantes que, para um movimento ocorrer, não basta que um músculo se contraia; mas é necessário que esteja conectado a outra estrutura como ponto de apoio. No caso dos vertebrados, como o ser humano, a conexão entre músculo e osso ocorre por meio dos tendões. Explore também a função de músculos antagônicos (flexores e extensores). No exemplo do braço, o tríceps contrai-se estendendo o braço. Antagonicamente, o bíceps puxa o antebraço para cima, levantando a mão. Para os estudantes conseguirem visualizar as posições das proteínas no músculo relaxado ou contraído, exiba o vídeo sobre contração muscular indicado no quadro **Fique por dentro**. Essa abordagem incentiva os estudantes a utilizar recursos digitais para apoiar a aprendizagem, ampliando o conteúdo e, assim, favorecendo o trabalho com a subdimensão utilização de ferramentas digitais da **Competência Geral 5**.

Ainda acerca da fisiologia do movimento, comente com os estudantes que as articulações podem ser comparadas a alavancas, como bastões que giram em torno de determinado ponto chamado fulcro. No corpo humano, os ossos constituem as alavancas, os músculos fornecem o esforço e a carga é o peso das próprias partes do corpo ou os objetos que estão sendo carregados. Se julgar conveniente, convide o professor do componente curricular **Física** para verificar quais são as leis e os cálculos que podem ser trabalhados sobre o esforço e a identificação das alavancas do corpo humano. Nesse contexto, utilize as **figuras 2.1 e 2.4** do Livro do estudante para mostrar o esqueleto humano; se tiver disponibilidade, projeções tridimensionais favorecem melhor percepção. Conduza a discussão de modo que os estudantes consigam identificar nas articulações do corpo três tipos de alavancas: interfixa, interpotente e inter-resistente. Assim, solicite-lhes que movimentem as partes do corpo e tentem identificar os diferentes tipos de alavanca. Atente se há na classe estudantes com deficiência e promova a adaptação necessária para cada caso. Mencione que é possível, ainda, analisar onde diferentes tipos de movimento exigem maior esforço e os danos que podem ocasionar no corpo humano. Os músculos e os ossos, aliados às articulações, formam alavancas que permitem executar atividades do dia a dia, como levantar objetos, caminhar e mastigar. A alavanca é uma máquina simples, em que há uma força de ação, uma força de resistência e um ponto de apoio. Na alavanca interfixa, o apoio situa-se entre a força e a resistência, como no caso das lâminas de uma tesoura. No esqueleto humano, a articulação do cotovelo funciona como o apoio de uma alavanca quando o tríceps braquial se contrai ao tentarmos, por exemplo, puxar uma corda para baixo. A articulação semimóvel do pescoço também atua como ponto de apoio de uma alavanca interfixa ao movimentarmos a cabeça para a frente e para trás. Esse tipo de alavanca é o mais adequado para transmitir velocidade e pouca força. Na alavanca interpotente, a força de ação é aplicada entre o ponto de apoio e a resistência, como na pinça. No corpo humano, é o caso do bíceps braquial contraído quando tentamos erguer um objeto: a força vem da contração do bíceps, e a resistência vem do peso do objeto. Esse tipo de alavanca permite movimentos rápidos e amplos, mas que exigem força. Na alavanca inter-resistente, a resistência situa-se entre o ponto de apoio e a força. O carrinho de mão ou quebra-nozes são exemplos desse tipo de alavanca. No esqueleto humano, o movimento de suspender o corpo na ponta dos pés é possível graças a esse tipo de alavanca. O ponto de apoio, nesse caso, são os ossos metatarsais e as falanges dos pés; a força de ação é dada pela contração dos músculos posteriores das pernas, e a força de resistência deve-se ao peso do próprio corpo.

Se desejar complementar as informações e aprofundar seus conhecimentos sobre as alavancas do corpo humano, consulte o trabalho de Andrade (2015), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Discuta, ainda, os hábitos e as rotinas dos estudantes no dia a dia, mostrando como a vida na sociedade atual é, geralmente, sedentária. Mostre a eles quanto esse novo estilo de vida é ruim tanto para a flexibilidade muscular quanto para a saúde em geral. Questione-os sobre os períodos de tempo que passam na frente do computador, do celular, do *videogame* e da televisão e ressalte que, nessas ocasiões, é recomendável se movimentar de tempos em tempos. Em seguida, solicite aos estudantes que façam uma lista considerando as diversas ações do dia a dia e indicando onde e em que momento poderiam fazer uma pausa para a movimentação. Essa abordagem trabalha aspectos da habilidade **EM13CNT207** e da **Competência Geral 10**, pois a juventude precisa refletir sobre os desafios contemporâneos a que está exposta e criar alternativas inovadoras de prevenção de doenças e promoção da saúde e do bem-estar. Além disso, mobiliza a subdimensão cuidados com saúde e desenvolvimento físico da **Competência Geral 8**.

Sobre as estruturas e funções do sistema cardiovascular, verifique se os estudantes entenderam que esse sistema é caracterizado pela sua função de promover a circulação sanguínea e de transporte de substâncias geradas ou absorvidas no metabolismo celular, destinando os resíduos a serem eliminados em diversas partes do organismo, além

de distribuir calor. Comente que, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), as doenças cardiovasculares estão entre as primeiras causas de morte em todo o mundo, e a hipertensão é o principal fator de risco no mundo. Considerando o alto índice de mortalidade por problemas cardiovasculares e sabendo que grande parte desses casos poderia ser evitada, é importante que os estudantes conheçam o funcionamento do sistema cardiovascular e, com base nesse conhecimento, possam identificar os riscos que determinados hábitos podem representar para o coração e os vasos sanguíneos. São muitos os fatores que podem desencadear problemas cardiovasculares. Os principais são: hipertensão, tabagismo, alcoolismo, sedentarismo, obesidade, altas taxas de colesterol e glicose no sangue e o estresse. Esses fatores de risco podem ser controlados ou evitados com a adoção de hábitos de cuidado e prevenção, sobretudo na alimentação e na prática de exercícios físicos. Conscientes dos fatores de risco, os estudantes poderão desenvolver hábitos saudáveis e disseminar essas informações aos familiares e à comunidade em geral, tornando-se uma geração mais comprometida com a saúde preventiva e com melhor qualidade de vida. Essa discussão favorece o aprimoramento das habilidades **EM13CNT202** e **EM13CNT207**, assim como da **Competência Geral 8**. Aspectos relacionados a hábitos alimentares e alguns distúrbios nutricionais serão desenvolvidos na Unidade **Vida saudável**.

- **Aplicação do conhecimento**

Nesse momento pedagógico, o objetivo é retomar os dois questionamentos da etapa *Problematização inicial* para que os estudantes apliquem os conhecimentos trabalhados ao longo do estudo. Além disso, é importante propor uma nova situação para que consigam ampliar e generalizar o conhecimento.

Inicie esta etapa apresentando novamente os questionamentos:

1. Como diferentes sistemas se integram para gerar um movimento?
2. De que modo o aquecimento promove o bem-estar corporal?

Peça aos estudantes que retomem as duplas iniciais e revejam seus apontamentos para as questões, discutam-nas e, se julgarem necessário, elaborem novas respostas ou aprimorem aquelas que haviam escrito.

Em relação à primeira questão, espera-se que os estudantes respondam que músculos, tendões, ossos e articulações se inter-relacionam para produzir movimentos por meio do sistema de alavancas. Eles devem entender que, nessas alavancas,os músculos puxam os ossos, mas não os empurram, e para produzir movimento trabalham em conjunto como pares antagonistas: enquanto um músculo contrai, puxando o osso, o outro relaxa. Durante a discussão, comente com os estudantes a importância de entender o corpo humano como um conjunto de sistemas que se inter-relacionam. Além disso, destaque a relevância de manter um corpo saudável para que cada um desses sistemas funcione adequadamente.

Quanto à segunda questão, espera-se que os estudantes compreendam que o aquecimento prepara o corpo para movimentos mais intensos, proporcionando maior amplitude dos movimentos e deixando o corpo menos tenso. É uma atividade que melhora o movimento das articulações e pode ajudar a diminuir dores musculares. Esse tipo de atividade busca realizar a manutenção da mobilidade das articulações e da elasticidade muscular, podendo levar à redução de dores musculares contínuas e, assim, promover um maior bem-estar.

Para ampliar o conhecimento deste Tema e aprimorar a **Competência Geral 8** e as habilidades **EM13CNT202** e **EM13CNT207** de modo que os estudantes reconheçam a prática de atividade física como uma das formas de cuidar da saúde, faça um breve levantamento, no quadro de giz, dos exercícios praticados pela turma. Após identificar as práticas mais comuns entre os estudantes, organize a turma em três grandes grupos e designe um exercício para cada um deles.

Proponha a atividade que se segue, na qual os grupos podem articular os conceitos estudados. Cada grupo deverá fazer uma pesquisa em fontes confiáveis sobre o exercício físico designado, contemplando os seguintes pontos: i) os principais músculos e ossos envolvidos na atividade física; ii) a importância do sistema cardiovascular no exercício físico; iii) as implicações da atividade física na saúde do corpo e da mente.

De posse desse material, os grupos devem compartilhar com a turma informações por meio de um *podcast*, o que favorece o trabalho com a habilidade **EM13CNT302**. Instrua os grupos a escolher um tema-título para o programa que vão gravar; este deverá conciliar os conhecimentos científicos com a importância do autocuidado na juventude, chamando a atenção para as escolhas que fazemos a fim de tomar decisões de maneira mais consciente. Sugira que simulem uma entrevista com um especialista para favorecer a comunicação das informações e ressalte que é necessário planejar um roteiro antes da gravação. A finalização da atividade deve incluir a criação, a publicação e a divulgação do *podcast*.

Essa abordagem pode contar com o apoio do professor do componente curricular **Língua Portuguesa** para mobilizar as habilidades **EM13LP17** e **EM13LP18**, além de trabalhar as **Competências Gerais 1, 4, 5, 7 e 9**.

Comentários sobre a atividade

Saúde é um conceito integral e interdisciplinar em sua natureza, pois envolve o bem-estar físico, social e emocional. O ensino dos temas relativos ao corpo humano e à saúde pode estar alinhado a essa perspectiva, abordando aspectos que ultrapassam os processos biológicos. A prevenção e o autocuidado são atitudes fundamentais a serem desenvolvidas nessa faixa etária. Indicamos algumas considerações importantes que podem ser exploradas nessa atividade, principalmente na apresentação e na discussão com os estudantes sobre a pesquisa. Tanto uma vida sedentária como a prática de atividade física regular intensa, em maior ou menor grau, promovem o encurtamento das fibras musculares, com diminuição da flexibilidade. Quanto à atividade física, esportes de longa duração, como corrida, ciclismo e natação, por exemplo, fortalecem os músculos, mas diminuem a sua flexibilidade. Nos dois casos, a consequência direta desse encurtamento de fibras é a maior propensão para o desenvolvimento de problemas em ossos e músculos. É importante também citar a cãibra, dialogando com o professor de Educação Física para estudar como ocorre, quais são as formas de prevenção (que tipos de exercício e alimentação podem ajudar a combater esse problema) e as implicações para os tipos de atividade física que os estudantes praticam. Com a prática regular de alongamentos e aquecimento, os músculos passam a suportar melhor as tensões diárias e as dos esportes, prevenindo o desenvolvimento de lesões musculares. A faixa etária dos estudantes do Ensino Médio exige cuidados posturais e merece atenção especial,

MANUAL DO PROFESSOR

por isso o Tema 2 ganha destaque na relação com a saúde do corpo e da mente. O estudo do esqueleto, das articulações e da interação entre ossos e músculos é fundamental para a compreensão da importância desses cuidados, entre os quais está a prática de atividades físicas. Ao longo do trabalho com este Tema, esperamos que os estudantes percebam que, apesar de todas as pessoas compartilharem as características fundamentais de anatomia e fisiologia, existe grande variabilidade nos aspectos do corpo, o que torna cada indivíduo único. No contexto deste Tema sobre fisiologia do movimento, os estudantes podem desenvolver um olhar crítico e sensível para as diferentes condições de saúde observadas entre as pessoas da escola, da família e do município onde vivem. Essa percepção é fundamental para a abordagem do tema acessibilidade e favorece o desenvolvimento da **Competência Geral 8** e da habilidade **EM13CNT202**.

Depois que os grupos finalizarem suas produções, proponha uma reflexão para trabalhar as subdimensões metacognição e autoavaliação das **Competências Gerais 1 e 6**, respectivamente. Peça aos estudantes que, individualmente:

- registrem qual foi o seu papel e a sua contribuição na pesquisa e na produção do *podcast*, destacando dificuldades, desafios, avanços e o que aprenderam de novo nesse processo;
- realizem a atividade proposta pela seção **Reflita sobre seu aprendizado!** Incentive-os a registrar suas reflexões com a finalidade de auxiliá-los a concretizar os aprendizados e a identificar as lacunas de compreensão, estabelecendo estratégias para saná-las.

Tema 3 – Descrição dos movimentos

Objetivos de aprendizagem

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

- Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito do movimento unidimensional de diversos corpos utilizando conceitos e equações da Física.
- Analisar questões e elaborar hipóteses com base em modelos explicativos que permitam descrever movimentos em uma dimensão e obter conclusões sobre situações-problema numa perspectiva científica.
- Reconhecer quais são as grandezas e as unidades utilizadas na descrição do movimento dos corpos e interpretar gráficos que envolvam essas grandezas.

Subsídios para o planejamento

O Tema 3 trata da descrição dos movimentos unidimensionais e deverá ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Física**. Essa descrição do movimento, prevista no Tema, é essencialmente matemática, o que exige um bom domínio de vários conceitos, como funções de 1º e de 2º graus e a análise de gráficos. Por isso, o trabalho conjunto com o professor do componente curricular **Matemática** pode ajudar os estudantes a lidar melhor com as equações, favorecendo o desenvolvimento de habilidades tanto da Matemática quanto das Ciências da Natureza. Essa abordagem será importante também para trabalhar o Tema 4. Além disso, o desenvolvimento deste Tema revela-se como uma boa oportunidade de mostrar aos estudantes como é interessante poder descrever matematicamente um movimento e quanto essa descrição é importante para conhecer a posição dos objetos em dado instante de tempo, incluindo nisso a possibilidade de fazer previsões. Dessa maneira, os estudantes veem os assuntos de forma mais interdisciplinar e contextualizada.

O início da abordagem desse Tema poderá ser a partir de alguma situação concreta, em que a previsão sobre o movimento de determinado objeto seja importante. Por exemplo, o reconhecimento de como se move determinado asteroide para saber se está em rota de colisão com a Terra; ou o movimento de aviões acompanhados por radares para garantir que não se choquem no ar, entre outras situações. Você pode abordar a questão a partir de um trecho de um filme, de uma notícia ou apenas em uma história contada oralmente para os estudantes. A partir daí, para evocar os conhecimentos prévios, gerar ideias e curiosidades, proponha a rotina de pensamento *Think Puzzle Explore* (Pense, Questione e Explore). Com isso, pergunte aos estudantes: "1. O que você acha que sabe sobre esse tópico?"; "2. Que perguntas ou dúvidas você tem sobre ele?"; "3. O que esse tópico faz você querer explorar?". Organize uma roda de conversa, ouça os estudantes e, se possível, contemple as observações, os comentários, os anseios e as questões que eles trouxerem ao longo do Tema. Mostrar a utilidade da descrição dos movimentos em situações cotidianas pode ser uma maneira de aproximá-los desse conhecimento.

Após a roda de conversa, peça aos estudantes que leiam a introdução e o primeiro tópico do Livro do estudante **Referencial e movimento relativo**. Em seguida, solicite a eles que discutam em duplas e formulem oralmente uma explicação sobre o que é o movimento relativo. Ouça as explicações e anote os aspectos principais no quadro de giz. Então, proponha o seguinte problema: "Se uma pessoa estiver no banco do passageiro de um carro que se desloca a uma velocidade de 70 km h^{-1}, qual será a velocidade dessa pessoa para o motorista do carro?". Possivelmente alguns estudantes responderão que a velocidade é zero, porque a pessoa está parada dentro do carro; já outros responderão 70 km h^{-1}, igual à velocidade do carro, pois, uma vez que o carro está em movimento, a pessoa dentro do carro também está. Com base nas respostas dos estudantes, faça uma nova pergunta, colocando a seguinte situação: "Suponha que uma moto se aproxime e fique emparelhada com o carro, que se desloca a 70 km h^{-1}, de forma que carro e moto venham a se deslocar na mesma velocidade, 70km h^{-1}". Então pergunte: "Quando o motorista do carro observar a moto, com qual velocidade ele vai percebê-la?"; e continue: "Se a moto aumentar a sua velocidade para 75 km h^{-1}, ultrapassando o carro, o motorista do carro verá a moto se afastando com qual velocidade?". Peça, então, aos estudantes que responderem à questão que se dirijam ao quadro e desenhem ou criem mecanismos para explicar aos demais colegas o raciocínio que utilizaram para chegar à resposta. Considere todas as respostas possíveis, mas questione-os: "Essa resposta vale para qualquer referencial? Se não, em qual referencial a sua resposta seria verdadeira?".

Com base nas discussões iniciais, proponha a eles que reflitam sobre a importância de determinar um referencial para definir se um corpo está ou não em movimento. Você pode mencionar como exemplo o planeta Terra, que está em movimento em torno do Sol e em torno de si mesmo – os movimentos de translação e rotação, respectivamente. Se considerarmos um referencial no espaço (o Sol, por exemplo), todos

os corpos na superfície da Terra estão em movimento; porém, se considerarmos um referencial na superfície terrestre, alguns corpos podem estar em movimento (como automóveis, pessoas e animais) e outros não (casas, prédios, postes, montanhas, entre outros). Incentive-os a elaborar outro exemplo, em que o mesmo corpo pode ser considerado parado ou em movimento dependendo do referencial adotado.

Nesse contexto, o artigo escrito por Oliveira (2014), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico,* pode oferecer aspectos históricos e conceituais para orientar o trabalho. O artigo traz a ideia de movimento relativo e faz uma breve discussão de alguns aspectos da transitoriedade dos conceitos científicos ao apresentar como a ideia de inércia foi se alterando entre os trabalhos de Galileu e Newton.

Em seguida, peça aos estudantes que façam a leitura, no Livro do estudante, dos tópicos **Corpo extenso e ponto material** e **Trajetória** e expliquem, com as próprias palavras, o que são esses conceitos e, se possível, que criem exemplos para cada um deles. Depois de ouvir algumas das definições trazidas por eles, explique que a definição de um objeto como ponto material ou corpo extenso também depende do referencial e de suas dimensões poderem ou não ser consideradas desprezíveis naquela situação. Por exemplo, o GPS, quando analisa a posição ou o deslocamento de um corpo, não leva em consideração as dimensões do corpo.

Na sequência, você pode explorar o funcionamento dos aplicativos de GPS para explicar o conceito de trajetória, que pode ser definida como uma linha de percurso que une dois ou mais pontos referenciais. No exemplo do aplicativo de GPS, são necessários dois pontos de referência, o primeiro, correspondente à posição atual – posição inicial –, e o segundo, correspondente à posição a que se deseja chegar, ou o destino – posição final. A trajetória, portanto, também depende do referencial.

A **figura 3.6** deve ser explorada com cautela e mais lentamente. No caso do observador que está na Terra, a trajetória do paraquedista é oblíqua, isto é, composta do movimento horizontal (já que o paraquedista continua na direção horizontal por inércia, seguindo a direção do avião) e do movimento vertical, ocasionado pela força gravitacional do planeta Terra, que puxa o paraquedista em direção ao solo. No entanto, para um observador que esteja dentro do avião, e, portanto, continua se movendo em linha reta horizontal, a trajetória do paraquedista é uma linha reta, na vertical para baixo. O assunto de movimentos bidimensionais será mais aprofundado no Tema 4 desta Unidade.

Para começar a abordar o conceito de velocidade, apresente o seguinte problema: "Nas corridas de Fórmula 1, bem como em todas as corridas automobilísticas, o *grid* de largada é definido de acordo com o desempenho dos pilotos no treino de classificação, ou seja, o piloto que fizer a volta mais rápida no treino largará em primeiro lugar na corrida, seguido do segundo mais rápido e assim por diante. Da mesma forma, durante a corrida, o locutor informa, para cada volta completada, qual foi o piloto mais rápido, independentemente de sua posição. Sobre as duas situações apresentadas, de que forma é possível determinar o carro mais rápido?".

Considerando o conhecimento prévio dos estudantes, bem como a vivência de cada um, é esperado que eles relacionem o tempo com a rapidez do carro de corrida, ou seja, o carro que realiza o percurso (no caso, a volta) no menor tempo é o mais rápido, e assim por diante. Com base nas respostas que os estudantes apresentarem na questão anterior, peça a eles que mencionem as principais grandezas que estão envolvidas para determinar a rapidez de um corpo, nesse caso: posição inicial, posição final – o deslocamento – e o tempo. Em seguida, solicite que façam a leitura do tópico **Deslocamento, velocidade e aceleração**. Após a leitura, verifique se ficou clara a relação entre a variação da posição e o tempo, bem como a fórmula usada para calcular a velocidade. Você pode retomar o exemplo da Fórmula 1 e analisar que, no caso de um circuito de corrida no qual os carros dão voltas, o deslocamento escalar vale zero (porque as posições iniciais e finais são iguais).

Explore de que maneira o conceito de velocidade pode ser aplicado em situações importantes do cotidiano, como a construção do velocímetro de um veículo e o funcionamento dos radares de trânsito. Além disso, você pode comentar por que usamos quilômetros por hora ($km\ h^{-1}$) como unidade de medida da velocidade, tendo em vista que, de acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade usada é metros por segundo ($m\ s^{-1}$). A partir daí, apresente o procedimento de conversão, de $km\ h^{-1}$ para $m\ s^{-1}$ e de $m\ s^{-1}$ para $km\ h^{-1}$. Esse aspecto contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13MAT103**, da área de Matemática e suas Tecnologias, ao propor aos estudantes que interpretem e compreendam o emprego de unidades de medida de diferentes grandezas e as conversões possíveis entre elas, adotadas ou não pelo SI.

Nesse momento, você pode propor a *Atividade complementar*, na qual será sugerida uma situação-problema relativa a radares de trânsito e seu modo de funcionamento. A atividade poderá ser realizada em pequenos grupos, de três a quatro integrantes. Nela, é sugerida a leitura de alguns textos como forma de problematização inicial. Com base nos textos, os estudantes devem fazer algumas pesquisas para responder às perguntas propostas.

A realização dessa atividade complementar requer o trabalho com alguns conceitos, como a diferença entre velocidade média e velocidade instantânea, e promove o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT301**, ao propor situação de análise de questões sobre um instrumento de medida de velocidade para justificar conclusões acerca da situação-problema sob uma perspectiva científica; e da **Competência Geral 2,** ao exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão e a análise crítica para investigar causas, resolver problemas e criar soluções com base nos conhecimentos da Física.

Para discutir o conceito de aceleração, comece questionando qual é a diferença entre o acelerador e o freio de um automóvel. Você pode pedir aos estudantes que façam uma pesquisa prévia. Anote no quadro as respostas, considerando principalmente aquelas que mencionam que o acelerador aumenta a velocidade do veículo e o freio reduz a velocidade, mas ambos estariam ligados à aceleração do veículo, uma vez que modificam a velocidade dele ao longo do tempo, seja aumentando a velocidade por meio do acelerador, seja reduzindo a velocidade por meio do freio. Assim, os estudantes poderão retomar o exemplo da ciclista, na **figura 3.8**, para observarem como é calculada a aceleração nesse caso.

Sobre o conceito de movimento progressivo e movimento retrógrado, comece perguntando: "Como se comportam os velocímetros dos veículos quando estes andam de marcha a ré?". Nesse instante, você pode sugerir que eles pesquisem como funcionam os velocímetros. Atualmente, a

EDIÇÃO

maioria deles marca a velocidade do carro em marcha a ré da mesma forma que marca quando ele anda para a frente. No entanto, a velocidade do veículo, no movimento de ré, seria negativa, se tomássemos como positivo o sentido do movimento habitual do automóvel. Uma vez que a velocidade é uma grandeza vetorial, isto é, tem módulo, direção e sentido, utilizamos o sinal negativo para diferenciar os sentidos, determinando um dos sentidos como negativo, dependendo do referencial.

Após a explicação, peça aos estudantes que leiam o tópico **Movimento progressivo e movimento retrógrado**. Em seguida, avalie a compreensão deles sobre o conceito, questionando a diferença entre deslocamento e espaço percorrido, perguntando: "Qual é a diferença entre deslocamento e espaço percorrido?"; "Qual dos dois pode ser negativo?". Se alguns estudantes apresentarem dificuldade, use o exemplo do corredor, destacado no tópico, para melhor ilustrar a explicação.

Iniciando o conceito de movimento uniforme, peça aos estudantes que leiam a matéria de Bastos (2016) publicada no portal G1 "Metrô do DF tem painéis informativos com previsão de horários de trens", indicada na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. O texto discorre sobre a inovação nos trens do DF (hoje também presente em outros estados), que passaram a ser equipados com painéis informativos que permitem aos usuários se programarem melhor ao saber o horário do próximo trem naquela estação. Após a leitura, peça aos estudantes que discutam como são feitas as previsões de chegada dos trens e como podem ser feitas em relação ao movimento dos corpos em geral, como acontece, por exemplo, com os aplicativos de trânsito, que conseguem estimar o tempo de chegada, incluindo até eventuais congestionamentos.

A discussão sobre algumas grandezas relacionadas ao movimento, como referencial, trajetória, deslocamento, velocidade, aceleração, bem como os exemplos trazidos por meio das notícias e das situações-problema, são importantes para promover o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT204**, ao propor a elaboração de explicações, previsões e cálculos a respeito do movimento unidimensional de diversos corpos na Terra, e **EM13CNT301**, com a análise de questões, elaboração de hipóteses e de previsões por meio de modelos explicativos que permitem descrever movimentos em uma dimensão, além de interpretar dados e resultados de experimentos para obter conclusões acerca de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Retome a fórmula da velocidade média e, a partir dela, mostre a dedução da equação horária do espaço do Movimento Uniforme (MU). Explique a possibilidade de prever a posição de um corpo quando é conhecida a sua velocidade, como no caso dos trens, que, ao saírem de uma estação e atingir sua velocidade máxima, passam a se deslocar com velocidade constante, viabilizando, com base no espaço restante até a próxima parada, prever o tempo de percurso e o instante da sua chegada à próxima estação.

Após a explicação, peça aos estudantes que leiam o tópico **Movimento uniforme (MU)**. Na sequência resolva, com a turma, o exemplo dado na **tabela 3.2**, destacando não só as previsões de posição para cada instante, como também as representações gráficas e a relação trigonométrica aplicada na determinação da velocidade em um gráfico de espaço em função do tempo. Se julgar necessário, retome os conceitos de trigonometria e de funções gráficas que estão envolvidos na interpretação adequada dos gráficos. Esse momento favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13MAT301**, uma vez que requer o uso de técnicas algébricas e gráficas para a resolução de problemas sobre movimento dos corpos. Na sequência, selecione alguns dos exercícios propostos na seção **Atividades** e peça aos estudantes que os resolvam em duplas e no caderno. Faça a correção coletiva dos exercícios e verifique a compreensão de enunciados e dos conceitos trabalhados até então.

Sobre Movimento Uniformemente Variado (MUV), pode-se usar uma abordagem semelhante, considerando a diferença de que no MUV a velocidade não é constante e, consequentemente, a aceleração não é nula e a função horária do espaço é de segundo grau. Por meio da equação da aceleração, apresente a função horária da velocidade e a equação de Torricelli. Em seguida, peça aos estudantes que leiam os tópicos **Movimento uniformemente variado (MUV)** e **Equação de Torricelli**. Chame a atenção deles para os exemplos contidos nos tópicos, fique atento a eventuais dúvidas e, se necessário, promova uma discussão mais aprofundada sobre o assunto. Se achar necessário, faça uma revisão das propriedades das funções de segundo grau, para que a turma possa compreender adequadamente as propriedades dos movimentos acelerados. Solicite aos estudantes que resolvam alguns dos exercícios das **Atividades**. Faça a correção coletiva dos exercícios e verifique a compreensão dos enunciados e dos conceitos trabalhados até então.

Ao discutir o MU e o MUV, diversos aspectos são trabalhados, entre eles a ideia de realizar previsões e cálculos a respeito do movimento unidimensional, desejável para desenvolver a habilidade **EM13CNT204**. Além disso, esses assuntos trabalham também com o desenvolvimento de habilidades de Matemática e suas Tecnologias, como a habilidade **EM13MAT301**, quando propõe elaborar e resolver problemas com equações lineares simultâneas, usando técnicas algébricas e gráficas, com ou sem apoio de tecnologias digitais, e a habilidade **EM13MAT302**, ao trabalhar com a construção de modelos do movimento, empregando as funções polinomiais de 1º ou 2º graus para resolver problemas em contextos diversos, com ou sem apoio de tecnologias digitais.

Se considerar oportuno, proponha uma atividade, em duplas ou em trios, no laboratório de informática ou em *smartphones*, caso os estudantes o tenham, usando o simulador PhET "O homem em movimento", indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Comece sugerindo aos estudantes que determinem a velocidade inicial para que o homem, partindo da posição (–10 m) e com aceleração (–0,629 m s^{-1}), avance até a porta de sua casa, sem ultrapassá-la. Dado o desafio, eles deverão usar as equações horárias do espaço e da velocidade para chegarem à resposta e, no próprio simulador, poderão testar e verificar se pensaram corretamente. Para esses valores, a velocidade deve ser de, aproximadamente, 4,76 m s^{-1}. Você pode propor um conjunto de dados com duas variáveis – que podem ser a posição inicial, a velocidade inicial ou a aceleração – e, com base nelas, os estudantes descobrem a terceira, utilizando-se das equações horárias do MUV. O uso de simuladores é uma ferramenta importante para o desenvolvimento da **Competência Geral 5**, tendo em vista que propõe compreender e utilizar tecnologias digitais de informação de forma crítica, significativa e reflexiva para produzir conhecimentos e resolver problemas.

PROIBIDA

Depois da atividade com o simulador, você pode propor à turma que pense, por exemplo, como o movimento uniformemente variado é aplicado na construção de aeroportos, ou seja, como é que se determina a extensão mínima de uma pista de pousos e decolagens. Nesse caso, a construção é baseada no tempo necessário para que as aeronaves atinjam a velocidade ideal para levantar voo (aceleração), bem como no tempo necessário para que a aeronave, após o pouso, consiga parar completamente (desaceleração).

Para iniciar a abordagem sobre queda livre e lançamento vertical é importante esclarecer aos estudantes que ambos os conceitos tratam de situações específicas do MUV, em que a aceleração é a da gravidade (*g*). Sugira a leitura dos tópicos **Queda livre** e **Lançamento vertical**, no Livro do estudante. A queda livre e o lançamento vertical são analisados pelas mesmas fórmulas, com a diferença de que são adotados referenciais diferentes: no movimento de queda livre, a aceleração é positiva (movimento acelerado), a velocidade inicial é zero (queda) e a velocidade final é máxima (momento em que o corpo atinge o solo); já no lançamento vertical, a aceleração é negativa (movimento retardado), a velocidade inicial é máxima, o momento em que o corpo atinge a altura máxima é quando a velocidade é zero e o tempo de deslocamento do corpo é igual para os dois movimentos, ou seja, o tempo de lançamento de um corpo até a altura máxima é igual ao tempo de queda do corpo, da altura máxima até a altura da qual foi lançado. Em ambos os casos, a velocidade de queda dos corpos não depende da massa deles – e esse é um aspecto interessante a destacar, porque é anti-intuitivo e vai contra as experiências cotidianas, uma vez que, na realidade, existe resistência do ar. Na sequência, peça aos estudantes que resolvam, no caderno, os exercícios relacionados a queda livre e lançamento vertical, propostos na seção **Atividades**. Faça a correção coletiva dos exercícios e verifique a compreensão dos enunciados e dos conceitos trabalhados até então.

Para encerrar o Tema 3 e aproveitar a possibilidade de relacioná-lo ao Tema 4, que trata do movimento bidimensional e do movimento circular, proponha aos estudantes que atentem à seguinte questão: "Na Copa do Mundo FIFA, de 2010, realizada na África do Sul, vários jogadores reclamaram da bola – a Jabulani –, visto que eles tiveram muita dificuldade no domínio da bola, em passes, cruzamentos, defesas, porque ela se comportava de forma estranha. O que, afinal, determina o movimento de um corpo?". Por meio dessa problematização, os estudantes poderão levantar suas hipóteses e deverão assistir à palestra da professora doutora Emico Okuno, sobre a Física do futebol, cujo *link* está indicado na seção **Fique por dentro**. Incentive os estudantes a explorarem as sugestões de materiais nessa seção, pois, além de complementar o conteúdo trabalhado, favorecem o trabalho com a **Competência Geral 5**, proporcionando aos estudantes uma nova forma de aprendizagem.

Com base nas informações apresentadas e em outras pesquisas que possam ser feitas para complementar as informações dadas na palestra, os estudantes poderão elaborar um texto argumentativo com a resposta para a questão problematizadora proposta inicialmente. Algumas hipóteses podem, eventualmente, ser testadas por eles, usando diferentes bolas de futebol, ou aplicando diferentes forças, e verificando os resultados. Na possibilidade de testar as hipóteses, os resultados podem ser devidamente registrados e apresentados no formato de uma comunicação científica. Essa atividade promove o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT301**, ao propor situação de análise de questões, elaboração de hipóteses e previsões por meio de modelos explicativos que permitem descrever movimentos em uma dimensão, além da interpretação de dados e resultados de experimentos para obter conclusões a respeito de situações-problema sob uma perspectiva científica; e da **Competência Geral 2**, ao promover o exercício da curiosidade intelectual e da abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para pesquisar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções.

Após a realização das atividades, proponha aos estudantes que preencham o quadro **Reflita sobre seu aprendizado!** Peça a eles que pensem nas dificuldades que encontraram para elaborar as explicações, entender os textos que leram, resolver os exercícios e escrever a comunicação científica sobre a Jabulani. Com isso, verifique se restaram dúvidas sobre o Tema e se eles reconhecem o trabalho com as habilidades. Essa estratégia proporciona aos estudantes uma reflexão sobre o próprio processo de aprendizagem, colaborando para o desenvolvimento das subdimensões metacognição e autoavaliação das **Competências Gerais 1 e 6**, respectivamente.

Atividade complementar

Esta atividade proposta é uma situação-problema a respeito dos radares de trânsito e seu modo de funcionamento para que os estudantes mobilizem os conceitos sobre a diferença entre velocidade média e velocidade instantânea, desenvolvendo, assim, a habilidade **EM13CNT301** e a **Competência Geral 2**.

Situação-problema

Os radares de trânsito

Marília é uma moradora do Distrito Federal (DF) e jornalista. Nas idas e vindas para a redação do jornal onde trabalha, por duas vezes acabou sendo multada por excesso de velocidade, ainda que tenha certeza de que freou assim que avistou os radares. Ao constatar que outros moradores da região começaram a escrever para o jornal em que ela trabalha questionando sobre as multas, Marília decidiu escrever uma matéria jornalística sobre os radares, tentando esclarecer os fatos à população.

Em um primeiro momento, Marília encontrou a notícia "DER começa a medir velocidade média de veículos entre 'pardais' do DF", do Portal G1, de 2019. Nessa reportagem, ela descobriu que desde 2019 foram instalados no DF alguns radares de velocidade média. Com base nessa informação, Marília passou a pesquisar o funcionamento dos radares e acabou lendo também o artigo "Como funcionam os radares de trânsito?", da revista *Ciência Hoje*, escrito por Werneck (2009).

Com esses estudos iniciais, Marília percebeu que existe um radar que mede a velocidade instantânea e outro, a velocidade média dos veículos, e ficou em dúvida se ainda existem outros tipos. Para solucionar essa e outras dúvidas para elaborar sua matéria para o jornal, Marília precisa da ajuda de um especialista em trânsito e bom conhecedor dos conceitos de Física.

Você é um funcionário do setor de trânsito do município e foi convidado por Marília para explicar a diferença

REPRODUÇÃO

entre os radares. Além dessa questão, a jornalista apresenta outras dúvidas para que você a ajude: "Como é o funcionamento de um radar?"; "Por que os governantes parecem preferir um tipo de radar em relação ao outro?"; "Qual é o custo de um radar e qual é o tipo mais efetivo na prevenção aos acidentes de automóvel?"

Certamente, com seus conhecimentos e algumas pesquisas, você será capaz de escrever uma resposta a esses diversos questionamentos. Com isso, poderá orientá-la em relação aos radares e, assim, contribuir para a matéria jornalística que ela está escrevendo para esclarecer os moradores do Distrito Federal.

- **Resolução da atividade complementar**

O radar mais comum no Brasil, conhecido como "pardal", une um sensor localizado no chão e uma câmera digital com *flash*. O sensor no chão é composto de uma bobina enterrada debaixo do asfalto, exatamente nas faixas em que passam os automóveis, que detecta a presença de um material ferromagnético, no caso o veículo. Para medir a velocidade, a distância entre as bobinas é dividida pelo tempo de passagem do carro entre elas, apontando a velocidade do veículo. Se ela for superior à velocidade registrada na memória do computador (que é a velocidade limite da via), o *flash* dispara e uma foto da placa do carro é tirada.

Também existem os radares de velocidade média, que, em relação ao princípio de funcionamento, são semelhantes aos "pardais", mas a determinação da velocidade média é feita por meio das câmeras, que leem e identificam a placa do veículo em dois pontos diferentes de uma via e, com isso, fazem a análise do tempo e da distância percorrida entre os dois locais, obtendo assim a velocidade média.

Além desses, existe também o radar móvel ou portátil, que mede a velocidade dos veículos por meio de um fenômeno físico chamado efeito Doppler. Esse radar envia um sinal de rádio na direção do veículo e depois capta a reflexão do sinal, que retorna ao aparelho com uma frequência diferente, proporcional à velocidade do veículo. Um sistema eletrônico no radar mede essa frequência e calcula a velocidade do veículo com base no valor obtido.

Os radares "pardais", do primeiro tipo, são perigosos, porque os motoristas, quando os avistam, acabam freando bruscamente, o que pode ocasionar colisões com outros veículos que estejam nessa via. Do ponto de vista de segurança, os radares de velocidade média seriam os mais eficientes e educativos, pois eles analisam a velocidade dos veículos em determinado trecho, incentivando os motoristas a se manterem dentro do limite de velocidade da via por mais tempo.

Já os radares móveis contam com o efeito surpresa, e muitos motoristas às vezes nem percebem que eles estão lá. Com isso, acabam sendo mais multados aqueles que, com frequência, costumam andar acima da velocidade permitida. Em agosto de 2019, eles chegaram a ser proibidos pelo governo federal sob alegação de que não teriam o caráter educativo e favoreceriam apenas a arrecadação pelas infrações, mas a decisão foi suspensa meses depois.

Essas colocações podem abrir espaços para que os estudantes discutam se concordam ou não com o uso de radares, deem suas opiniões sobre os radares móveis, as formas de arrecadação, os aspectos educativos e legais, entre outros que forem relevantes, preocupando-se principalmente em trazer argumentos que sustentem essas opiniões.

Tema 4 – Composição de movimentos e movimento circular

Objetivos de aprendizagem

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

- Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito do movimento em duas dimensões de diversos corpos.
- Analisar questões, elaborar hipóteses e previsões usando modelos explicativos que permitam descrever movimentos em duas dimensões.
- Interpretar dados e resultados de experimentos para obter conclusões a respeito de situações-problema, da composição de movimentos, sob uma perspectiva científica.

Subsídios para o planejamento

O Tema 4 deve ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Física** por se tratar da descrição dos movimentos compostos e do movimento circular uniforme. Será dividido em duas etapas. Na primeira etapa, que é complementar ao Tema 3 desta unidade, o foco está nas questões vetoriais das grandezas deslocamento, velocidade e aceleração. Já a segunda etapa aborda as grandezas relacionadas ao movimento circular uniforme, comparando-as também com as equações horárias do movimento uniforme apresentadas no Tema 3 da mesma unidade.

Fique atento às dificuldades dos estudantes em compreender as equações do movimento apresentadas anteriormente, porque a partir deste Tema elas serão tratadas de maneira mais complexa, quando inserido o tratamento vetorial.

- **1ª etapa – Composição dos movimentos**

Inicie o estudo sobre grandezas vetoriais propondo a dinâmica do labirinto, seguindo estes passos:

1. Faça um labirinto, que pode ser tanto na sala, usando o *layout* e a disposição das cadeiras, como no pátio ou na quadra da escola, fazendo um desenho do percurso no chão.
2. Peça aos estudantes que formem duplas nas quais um deles deverá ficar com os olhos vendados e o outro será o guia.
3. Informe ao estudante-guia que ele vai orientar verbalmente o caminho que o colega percorrerá, utilizando as seguintes coordenadas: para a frente, para trás, para a direita e para a esquerda. Frise que ele decidirá a melhor forma de orientar o colega.
4. Peça ao estudante que está de olhos vendados que, guiado pelo colega, percorra o caminho, dentro do labirinto, partindo de um ponto até outro.
5. Altere os caminhos, conforme mudam as duplas, para que a atividade se mantenha desafiadora para todos.

Após essa dinâmica, os estudantes poderão compreender, de forma prática, o conceito de vetores e sua aplicação, uma vez que todo deslocamento descreve uma trajetória com um módulo (tamanho), uma direção (horizontal ou vertical) e um sentido (para cima ou para baixo; para a direita ou para a esquerda). A dinâmica proporciona ainda o trabalho com a **Competência Geral 4**, tendo em vista que, por meio delas, os estudantes mobilizam a linguagem verbal e científica para conduzir o colega enquanto este exercita a escuta.

MODERNA

Finalizada a dinâmica, pergunte aos estudantes se seria possível usar algum outro tipo de coordenada para deslocamento (se julgar pertinente, peça que façam uma breve pesquisa sobre o assunto, usando os próprios *smartphones*). Você pode comentar que existem outros sistemas de coordenadas, como as coordenadas polares ou azimutais, mas que na Física são utilizadas as coordenadas cartesianas, que são consideradas dentro de um plano cartesiano, enquanto na Geografia usam-se as coordenadas geográficas, dadas por latitude e longitude, por exemplo.

Em seguida, peça aos estudantes que se reúnam em grupos e leiam o tópico **Grandezas vetoriais** e que descrevam a diferença entre o deslocamento escalar e o vetorial, citando exemplos observados no cotidiano, incluindo os esportes. Depois, peça aos grupos que compartilhem suas anotações, enquanto você anota no quadro de giz as principais ideias, atentando para os erros conceituais que podem ocorrer ao tentarem relacionar os conceitos com os exemplos. Explore a **figura 4.4** para melhor ilustrar a diferença entre os dois conceitos, pois o deslocamento escalar refere-se ao valor – em metros – da variação do espaço percorrido a partir de um ponto inicial, independentemente da direção e do sentido que foram seguidos. Já o vetor deslocamento leva em consideração a distância e também a direção e o sentido, entre a posição inicial e final, independentemente da trajetória realizada.

Ainda sobre deslocamento escalar e vetorial, avalie a compreensão dos estudantes com o seguinte problema: "Em uma corrida de Fórmula 1 no autódromo de Interlagos, foram percorridas 70 voltas. Sabendo que o circuito tem um comprimento de 4.309 m, determine qual foi o deslocamento dos carros no momento em que completaram a prova". No problema apresentado, apesar de os carros percorrerem 70 voltas no circuito, o deslocamento vetorial será zero, uma vez que o deslocamento entre a posição inicial e a final será sempre o mesmo, diferentemente do espaço percorrido, que é calculado pelo produto do número de voltas com o comprimento total do circuito. Nessa breve discussão, observe como cada grupo interpreta o problema e se consegue diferenciar os dois conceitos discutidos, uma vez que o problema citado pede apenas o deslocamento, que pode ser escalar ou vetorial. Uma esteira ergométrica também pode ser explorada para ilustrar a diferença entre deslocamento escalar e deslocamento vetorial, pois, ao observar um atleta correndo em uma esteira, sua posição em relação ao solo não muda, resultando em um deslocamento nulo; no entanto, como a esteira se desloca no sentido contrário, o atleta percorre um espaço a cada volta completada pela esteira.

É importante ressaltar que, nas grandezas vetoriais, o resultado corresponde a um vetor resultante, determinado pela soma vetorial de dois ou mais vetores, que é diferente da soma algébrica, uma vez que considera também a direção e o sentido.

Proponha aos estudantes que explorem o simulador PhET "Adição de vetores" para ilustrar o conceito de soma de vetores, incluindo a regra do paralelogramo e a lei dos cossenos, que são usadas como técnicas algébricas para realizar a soma de vetores (disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/vector-addition/latest/vector-addition_pt_BR.html>. Acesso em: 25 ago. 2020). O uso dessa ferramenta favorece o trabalho com a **Competência Geral 5**, proporcionando ao estudante uma nova forma de aprendizagem.

O material de CUNHA (s. d.), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, poderá ajudar a organizar uma exposição sobre o tema "vetores". Nesse caso, pode-se contar com o apoio do professor do componente curricular **Matemática** para o desenvolvimento da habilidade **EM13MAT308**, ao propor uma situação em que é possível aplicar as relações métricas, incluindo as leis do seno e do cosseno ou as noções de congruência e semelhança, para resolver e elaborar problemas que envolvem triângulos, em variados contextos.

Com os mesmos exemplos usados para diferenciar deslocamento escalar de deslocamento vetorial, explique a diferença entre **velocidade escalar média** e **velocidade vetorial média**. A velocidade escalar média é calculada pela razão entre o espaço percorrido e o tempo gasto, e a velocidade vetorial média é calculada pela razão entre o vetor deslocamento e o tempo gasto.

Ainda sobre o conceito de velocidade vetorial média, proponha aos estudantes o seguinte problema: "Considere um atleta exercitando-se em uma esteira ergométrica. Os módulos das velocidades vetoriais médias, do atleta e da esteira, são 3,5 m s^{-1} e 3,8 m s^{-1}. Calcule a velocidade vetorial média resultante entre as duas velocidades e interprete o resultado obtido." Circule pela sala de aula durante a resolução observando se os estudantes identificam as duas como sendo opostas uma da outra e, assim, calculam a velocidade vetorial média resultante, sobre o atleta e a esteira. No exercício em questão, os estudantes terão de subtrair as velocidades, adotando uma delas como sendo negativa e chegando ao resultado de 0,3 m s^{-1}, ou seja, ao mesmo tempo que o atleta está imprimindo uma velocidade sobre a esteira, de 3,5 m s^{-1} para a frente, também está sofrendo um deslocamento para trás, com velocidade de 0,3 m s^{-1}, em relação ao solo. Na prática, essa velocidade resultante fará com que o atleta, em alguns segundos, caia da esteira. Por exemplo, se a esteira tivesse 1 m de comprimento a ser percorrido, em aproximadamente 3,3 s o atleta cairia dela.

O exercício anterior ainda pode ser explorado para tratar do conceito de aceleração vetorial média, abordado da seguinte forma: "No problema anterior, suponha que o atleta, ao perceber que a sua posição está variando para trás em relação ao solo, aumente a sua velocidade, igualando-a à velocidade da esteira. Considerando que o tempo gasto até que ele atinja a velocidade da esteira foi de 2 segundos, calcule a aceleração do atleta". Essa parte do exercício exige que os estudantes consigam calcular a variação da velocidade – determinando as velocidades inicial e final – para depois calcular a aceleração:

$$|\vec{a}| = \frac{|\Delta \vec{v}|}{\Delta t} \Rightarrow |\vec{a}| = \frac{|\vec{v}_f| - |\vec{v}|_i}{\Delta t} \Rightarrow |\vec{a}| = \frac{3,8 - 3,5}{2} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow |\vec{a}| = 0,15\ m\,s^{-2}$$

Antes de seguir adiante, verifique se os estudantes conseguiram compreender os conceitos envolvidos e a questão vetorial presente neles.

Para iniciar o conceito de lançamento horizontal, proponha uma dinâmica acompanhada da rotina de pensamento *Think pair share* (Pense e Compartilhe em pares). Essa estratégia favorece o trabalho com as subdimensões escuta, discussão e multiletramento da **Competência Geral 4**, bem como as subdimensões diálogo e colaboração da **Competência Geral 9**.

Siga estes passos:

1. Escolha dois estudantes e coloque-os a certa distância um do outro. A distância entre eles deve ser suficiente para que a trajetória da bola seja curva, por causa da gravidade.

REPRODUÇÃO

2. Peça a um deles que arremesse a bola para o outro, de forma que ela seja lançada na horizontal. A bola pode ser de basquete ou qualquer outra, desde que seja pesada.
3. Peça aos demais estudantes que observem a trajetória realizada pela bola, bem como a altura em que o outro estudante recebe a bola.
4. Discuta com a turma sobre a altura com que a bola foi lançada e a altura em que foi recebida. Pergunte por que a bola se comporta dessa maneira ao longo de sua trajetória, quais são os movimentos presentes nela e o que os causa.
5. Apresente os questionamentos a seguir e peça que, individualmente, reflitam e registrem suas respostas.
6. Peça aos estudantes que formem grupos para compartilhar as respostas, de modo que cheguem a um consenso.
7. Organize uma roda de conversa para discussão dos aprendizados.

Questões

1) Houve diferença entre as alturas inicial (momento do arremesso) e final (momento em que a bola é recebida)?
   R.: Sim, pois enquanto a bola se deslocava para a frente ela também se deslocava para baixo, logo, a altura em que ela é recebida é menor do que a altura com que é arremessada.
2) Se a distância entre os dois estudantes fosse maior, a bola chegaria até o segundo estudante sem tocar o chão?
   R.: Dependeria da altura e da velocidade com que a bola fosse lançada e da distância entre os dois. Como a bola executa um movimento bidimensional, dependendo da distância entre os dois estudantes, da altura e da velocidade com que ela for lançada, ela poderá tocar o chão antes que o outro estudante consiga pegá-la.
3) Durante o deslocamento da bola, quais direções e sentidos ela percorre?
   R.: Horizontal para a frente (podendo ser para a direita ou a esquerda) e vertical para baixo.
4) Em uma competição de tiro ao alvo, o atirador deve ou não posicionar a arma de disparo na horizontal, apontada para o alvo? Por quê?
   R.: O atirador deve posicionar a arma um pouco acima do alvo. Devido à alta velocidade com que o projétil é disparado, o tempo de queda durante o deslocamento é muito pequeno, gerando uma variação mínima no deslocamento vertical.

Durante os passos 5 e 6, procure circular entre os estudantes para dirimir prováveis dúvidas, verificando a compreensão deles sobre as questões.

Um aspecto interessante a ser discutido no passo 7 é que, para o lançamento da bola ou do projétil, uma força é aplicada – mas apenas durante o momento do lançamento. Logo depois disso, o objeto continuará no movimento horizontal por inércia. É comum estudantes associarem força a velocidade; assim eles imaginam que enquanto um objeto estiver se movendo existe uma força atuando sobre ele. Fique atento à presença dessa concepção espontânea e, se for o caso, discuta mais detalhadamente o assunto com os estudantes.

Em seguida, ainda em grupos, sugira as tarefas a seguir:

1. Leitura e síntese dos tópicos **Lançamento horizontal** e **Lançamento oblíquo** do Livro do estudante.
2. Pesquisa e registro de esportes que envolvem movimento horizontal e oblíquo. O registro deve explicar de que forma os conceitos desse tipo de movimento são utilizados em diferentes modalidades esportivas.
3. Utilização, novamente, do simulador "PHET Adição de vetores", indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, para simular um movimento que seja a composição do movimento vertical e do movimento horizontal para visualizar a velocidade resultante, que será a soma vetorial das duas velocidades vetoriais.
4. Resolução com a turma do exemplo da **figura 4.9**, chamando a atenção para o movimento composto do movimento uniforme e do movimento uniformemente variado.

Na sequência, usando o simulador PHET "Movimento de Projétill", indicado no tópico **Fique por dentro**, proponha aos grupos estas duas situações:

1. Determinar, por meio das equações de movimento uniforme (MU) e movimento uniformemente variado (MUV), a velocidade inicial para o lançamento do projétil a partir da distância determinada entre o canhão e o alvo.
2. Determinar a distância entre o canhão e o alvo a partir da velocidade inicial dada.

O simulador servirá de ferramenta de verificação dos cálculos; então, durante sua utilização, circule entre os grupos, observando o uso correto das equações do movimento (MU e MUV) e a compreensão dos conceitos envolvidos nas equações.

No lançamento oblíquo – executado no simulador –, peça aos estudantes que anotem o deslocamento máximo – horizontal ou vertical – que o corpo pode alcançar dependendo do ângulo de lançamento, bem como a implicação do ângulo de lançamento nos esportes que envolvem arremesso. Com esses dados, eles podem escrever uma breve conclusão sobre o alcance do ângulo de lançamento. Se julgar necessário, retome os conceitos básicos de trigonometria, como seno, cosseno e tangente, fundamentais para compreender a decomposição da velocidade vetorial no lançamento oblíquo e, assim, obter as velocidades vertical – para cálculo de altura máxima – e horizontal – para cálculo de alcance horizontal máximo. Para melhor ilustrar o conceito, use o exemplo da bola de basquete, apresentado no tópico **Lançamento oblíquo**.

Verifique a compreensão dos estudantes sobre o que foi discutido até o momento, sugerindo a resolução dos exercícios **1**, **2**, **3**, **7**, **8** e **9** do tópico **Atividades** no quadro. Confira se eles entenderam alguns aspectos importantes como: o movimento é retardado enquanto o corpo está subindo ($\vec{v}_i = \vec{v}_{máx}$; $\vec{v}_i = \vec{0}$; $\vec{a} = -\vec{g}$); o movimento é acelerado quando o corpo começa a descer ($\vec{v}_i = \vec{0}$; $\vec{v}_i = \vec{v}_{máx}$; $\vec{a} = \vec{g}$); o tempo de subida é igual ao tempo de descida; o tempo total de deslocamento é a soma dos tempos, de subida e descida ($t_{total} = 2t$); a componente horizontal da velocidade vetorial é constante. Se necessário, sugira outros exercícios, além dos que são propostos no Livro do estudante, a fim de diversificar a aplicação das equações e dos conceitos e, com isso, explorar melhor a compreensão dos estudantes.

O uso dos simuladores sugeridos nesta etapa contribui para o aprimoramento da **Competência Geral 5**, pois promove a compreensão e a utilização das tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética para se comunicar, produzir conhecimentos e resolver problemas. Além disso, a proposição de situações concretas para análise contribui para o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT204**, pois promove a elaboração de explicações, pre-

MANUAL DO PROFESSOR

visões e cálculos relativos ao movimento em duas dimensões de diversos corpos, e da habilidade **EM13CNT301**, ao propor a análise de questões, a elaboração de hipóteses e previsões usando modelos explicativos que permitem descrever movimentos em duas dimensões, além de interpretar dados e resultados de experimentos para obter conclusões acerca de situações-problema sob uma perspectiva científica. Adicionalmente, a descrição por meio das funções horárias do espaço desenvolve também a habilidade **EM13MAT302**, da área de Matemática e suas Tecnologias, ao proporcionar a construção de modelos que empregam as funções polinomiais de 1º ou 2º graus para resolver problemas em contextos diversos, com ou sem apoio de tecnologias digitais.

- **2ª etapa – Movimento circular**

Inicie o tópico **Movimento circular** solicitando aos estudantes que formulem questionamentos sobre esse assunto baseando-se naquilo que eles já sabem. Em seguida, escolha alguns estudantes para expor as perguntas e organize uma roda de conversa sobre as questões e os conhecimentos prévios que eles apresentaram. Depois, proponha novamente a rotina de pensamento *Think pair share* (Pense e Compartilhe em pares) para os estudantes aprimorarem as subdimensões, já mencionadas, das **Competências Gerais 4 e 9**. Proceda aos seguintes passos:

1. Peça aos estudantes que, individualmente, observem a **figura 4.12** e realizem uma pesquisa em fontes confiáveis, em seus *smartphones* ou outro dispositivo com acesso à *internet*, sobre o esporte olímpico arremesso de martelo.
2. Solicite aos estudantes que respondam, individualmente, às questões propostas.
3. Oriente-os a formar duplas para discutir as respostas.
4. Organize uma roda de conversa para compartilhar os aprendizados.

Questões

1) Qual é a relação entre a velocidade de giro do atleta e a velocidade com que o martelo é arremessado?
   R.: O martelo é arremessado com uma velocidade que corresponde à velocidade tangencial do giro do atleta.
2) A velocidade de rotação do atleta corresponde à velocidade inicial de lançamento do martelo?
   R.: Não, pois a velocidade de rotação do atleta representa a rapidez com que ele sofre deslocamento angular, sem mudar a sua posição, enquanto a velocidade do martelo representa a rapidez com que ele varia a sua posição linear.
3) A velocidade de rotação do atleta pode ser medida da mesma forma com que é medida a velocidade de lançamento do martelo?
   R.: Não, para calcular a velocidade de rotação do atleta é necessário medir seu deslocamento angular.
4) Considerando a velocidade de rotação do atleta, pode-se admitir que ele sofre um deslocamento a cada rotação completada? Caso se possa admitir um deslocamento do atleta, como ele seria definido?
   R.: Sim, o atleta sofre um deslocamento angular, que se refere à variação do ângulo. Ele pode ser definido conhecendo-se a velocidade angular.

Durante a atividade, procure circular entre os estudantes para dirimir prováveis dúvidas, verificando a compreensão deles sobre as questões.

No passo 4, anote as respostas apresentadas no quadro de giz e, em seguida, sugira a leitura do tópico **Movimento circular**, no Livro do estudante. Após a leitura, retome as palavras anotadas no quadro de giz sugerindo aos estudantes modificações de suas respostas anteriores e um comparativo entre elas, antes e depois da leitura. Destaque, entre os conceitos, a diferença entre o deslocamento linear e o deslocamento angular – o primeiro corresponde à variação da posição em relação a uma reta, e o segundo, à variação angular sobre um arco percorrido em torno de determinado eixo.

Para a abordagem do conceito de velocidade angular, retome os conceitos básicos de Geometria em relação à circunferência, como a leitura dos ângulos (em graus ou em radianos) e o uso do π para medida de ângulo em radiano, bem como a conversão de ângulo em grau para radiano, usada para determinar o deslocamento realizado por meio do arco da circunferência. Essa retomada pode favorecer o desenvolvimento da habilidade **EM13MAT103**, ao propor a interpretação e a compreensão de unidades de medida de diferentes grandezas e as conversões possíveis entre elas, adotadas ou não pelo Sistema Internacional de Unidades (SI).

Na sequência, proponha aos estudantes que observem e discutam a resolução do exemplo apresentado no tópico do Livro do estudante para também explorar o cálculo da velocidade linear sobre o movimento circular a partir de um valor conhecido para o raio da circunferência. Comente com os estudantes a existência de outras unidades de medida de velocidade angular e em que contexto elas são comumente usadas, por exemplo: revoluções ou rotações por minuto (rpm) e revoluções ou rotações por segundo (rps), usadas para definir a rapidez com que giram as engrenagens centrais dos motores, como é o caso dos motores de automóveis, leitores de CD ou DVD e máquinas industriais.

Também é importante diferenciar as velocidades angular e linear, pois a velocidade linear, assim como no deslocamento linear, é diretamente proporcional ao raio da circunferência: seu valor aumenta na mesma proporção em que o raio aumenta (considerando a velocidade angular constante); já a velocidade angular é constante, independentemente do raio da circunferência. É fundamental que os estudantes consigam perceber como as duas grandezas relacionadas à velocidade atuam em um sistema mecânico, e, nesse caso, a **figura 4.16** pode auxiliar a promover essa discussão.

Em seguida, inicie a abordagem sobre os conceitos "período" e" frequência", ressaltando a diferença de cada um em relação às medidas de tempo e velocidade, respectivamente. O período, embora corresponda também ao tempo gasto em um deslocamento, é usado somente para deslocamentos cíclicos (movimentos que se repetem). E a frequência, por sua vez, mede a velocidade com que um movimento se repete. Explore os dois conceitos pedindo aos estudantes que deem exemplos, tanto no esporte como no cotidiano, sobre movimentos cíclicos em que seria possível medir o período e a frequência. Você pode propor a eles que comecem pensando no corpo humano e nos batimentos cardíacos. Depois que eles mencionarem alguns exemplos, sugira uma análise do movimento rotacional da Terra, calculando o seu período – em segundos – e a sua frequência.

Seguindo para o conceito de movimento circular uniforme, use as fórmulas da equação horária – do espaço e da velocidade lineares – para descrever as equações horárias do

MANUAL DO PROFESSOR

movimento circular uniforme, destacando os tipos de aceleração no movimento circular: angular, centrípeta, tangencial e linear. É interessante mencionar que o movimento retilíneo uniforme pode acontecer por inércia, ou seja, sem que nenhuma força atue sobre ele; já o movimento circular uniforme sempre precisa de uma força que atue sobre o corpo, pois, embora tenha o módulo da velocidade angular constante, ela precisa constantemente alterar sua direção e seu sentido, e é isso que a força centrípeta faz. Represente esquematicamente no quadro de giz para discutir cada uma das acelerações, mostrando como mudam os vetores no movimento circular. Em seguida, peça aos estudantes que respondam, em pequenos grupos, aos exercícios **4**, **5** e **6** do tópico **Atividades**. Faça a correção coletiva dos exercícios e verifique a compreensão dos estudantes sobre as grandezas envolvidas.

O estudo do movimento circular e das grandezas período e frequência promove o desenvolvimento da habilidade **EM13MAT306**, ao propor que os estudantes resolvam problemas em contextos que envolvem fenômenos periódicos reais (ondas sonoras, fases da lua, movimentos cíclicos, entre outros). Além disso, contribui para o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT204**, quando apresenta o movimento circular como uma forma de explicar, prever e calcular o movimento em duas dimensões de diversos corpos; e da habilidade **EM13CNT301**, ao apresentar uma nova ferramenta para fomentar a análise de questões, a elaboração de hipóteses e previsões usando modelos explicativos que permitem descrever movimentos em duas dimensões, além de interpretar dados e resultados de experimentos para obter conclusões a respeito de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Se desejar aprofundar-se no assunto, fale sobre as relações entre o movimento circular uniforme e o movimento harmônico simples (MHS), utilizando o produto educacional de Salazart (2016), que propõe uma análise do movimento de astros do Sistema Solar e usa a metodologia de instrução pelos pares. A referência completa do material pode ser consultada na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Para finalizar o trabalho com o Tema 4 e verificar a compreensão dos estudantes acerca dos conceitos abordados, sugira que preencham o quadro **Reflita sobre seu aprendizado!** Essa estratégia os incentiva a regular a própria aprendizagem, favorecendo o desenvolvimento da subdimensão autoavaliação da **Competência Geral 6**, assim como da subdimensão metacognição da **Competência Geral 1**.

Tema 5 – Substâncias que afetam a prática esportiva

Objetivos de aprendizagem

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

- Reconhecer a diversidade química nos compostos orgânicos com base nos conceitos de classes funcionais e isomeria.
- Identificar, classificar e explicar as diferenças nas propriedades físicas entre isômeros constitucionais com base nas suas estruturas químicas.
- Reconhecer reações químicas para qualificação e diferenciação de isômeros constitucionais.
- Reconhecer a técnica de espectroscopia de absorção molecular no infravermelho como um método para identificar grupos funcionais.
- Identificar e classificar algumas substâncias bioativas com base em suas estruturas químicas e mecanismos de atuação no organismo.
- Avaliar as consequências do uso indiscriminado de substâncias bioativas por pessoas saudáveis e atletas, relacionando com as políticas antidopagem existentes.
- Reconhecer os principais polímeros naturais ou sintéticos utilizados no cotidiano.

Subsídios para o planejamento

O Tema deve ser trabalhado pelo professor do componente curricular **Química**, utilizando a estratégia didática Galeria de ideias (*Gallery Walk*), que favorece o trabalho com as **Competências Gerais 4, 7 e 9**, pois os estudantes, em grupos, são motivados a pesquisar em fontes confiáveis, selecionando informações para expressar suas ideias com clareza, conectando-as com as ideias dos colegas. Para melhor entendimento dessa estratégia didática, acesse o vídeo explicativo sobre *Gallery Walk*, de Drollingues (2014), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

O estudo do Tema será dividido em três etapas para facilitar sua atuação e proporcionar aos estudantes uma aprendizagem ativa.

- **1ª etapa**

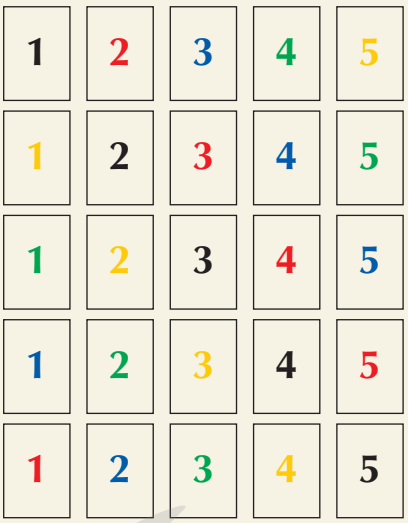
Inicie o estudo do Tema organizando a turma em seis grupos. O número de integrantes em cada grupo pode variar, a depender do tamanho da turma. Cada grupo ficará responsável por um tópico apresentado no Tema 5 do Livro do estudante: **Isomeria constitucional; Diversidade dos compostos orgânicos; Propriedades dos compostos orgânicos; Substâncias proibidas antes e/ou durante as competições; Transportadores de gás oxigênio; Polímeros nos esportes**.

Em seguida, peça aos integrantes dos grupos que, individualmente, elaborem um resumo acerca do tópico que lhes foi atribuído, utilizando o Livro do estudante, Tema 5, como material principal, mas também consultando outras fontes confiáveis de informação, como os *sites* indicados no boxe **Fique por dentro** e as plataformas de pesquisa da SciELO, portal de periódicos Capes, Biblioteca Virtual da Saúde, entre outras. Essa prática pode auxiliar os estudantes no desenvolvimento de alguns elementos das **Competências Gerais 5 e 7**, uma vez que lhes permite utilizar tecnologias digitais de informação e de comunicação para fins reflexivos, desenvolvendo autonomia no aprendizado com a finalidade de produzir conhecimento com base nessas fontes.

Seu papel é observar a organização e a relação dos estudantes, bem como encorajá-los a pesquisar por conta própria questões sobre as quais eles estejam com dúvidas. Contudo, se essas dúvidas não forem sanadas com a prática da pesquisa, intervenha e explique os conceitos para que não ocorra um entendimento equivocado de algum conteúdo. Depois de os integrantes do grupo finalizarem a elaboração dos seus resumos, eles devem compartilhar com o grupo a aprendizagem e as dúvidas para, então, produzirem um pôster com as principais ideias do tópico estudado. Para

isso, podem ser utilizadas várias folhas de papel sulfite A4 agrupadas ou, se possível, cartolinas. Essa abordagem favorece o desenvolvimento das **Competências Gerais 2 e 4**, visto que eles precisam pensar criticamente, ter criatividade e ser inovadores na hora de decidir quais são os principais pontos capazes de auxiliar na explicação do conteúdo. Você pode incentivá-los a usar mapas mentais, gráficos e tabelas, caso auxiliem a compreender mais facilmente o assunto. Esclareça que cada integrante do grupo precisa entender todas as informações apresentadas nos pôsteres, para que todos possam participar da explicação dos tópicos individualmente. Quando os pôsteres estiverem prontos, deverão ser afixados na sala de aula.

Para a socialização do material produzido, é necessário formar um novo grupo. Para isso, enumere os integrantes do grupo original e reagrupe-os de acordo com os que têm o mesmo número, de modo que nos novos grupos haja pelo menos um integrante de cada grupo original, conforme mostra a figura a seguir.



Divisão de estudantes na Galeria de ideias (*Gallery walk*).

Fonte: GARCÊS, B. Gallery walk – Galerias de ideias. In: Garcês, B. This is my learning journal of the Vocational Educational and Training – Teachers for the Future. *Learning Journal*, 2015. Disponível em: <http://brunolearningjournal.blogspot.com/p/gallery-walk.html>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Assim, os grupos de estudantes deverão circular pela sala de aula, parando na frente de cada pôster, e o estudante que participou da elaboração do pôster deverá explicá-lo. É importante dar instruções específicas sobre em que ambiente cada grupo começará e como será a rotação, para que não ocorram confusões. Disponibilize entre 7 e 10 minutos para os estudantes explicarem o pôster e fique atento às explicações para avaliar o grau de compreensão sobre os conceitos apresentados e dirimir os possíveis equívocos. Garanta que todos os estudantes tenham oportunidade de apresentar seu pôster, o que favorece o desenvolvimento das **Competências Gerais 4 e 7**, visto que eles terão de argumentar e explicar os assuntos estudados.

- **2ª etapa**

Esta etapa consiste em promover uma discussão sobre os tópicos trabalhados na etapa anterior para identificar as aprendizagens dos estudantes e as dificuldades ainda persistentes. Então, peça que compartilhem o que entenderam de cada tópico e tome nota no quadro de giz das principais palavras que você captar das contribuições dos estudantes.

No momento da discussão, esclareça que a pesquisa sobre isomeria surgiu de uma coincidência observada na avaliação de dois artigos científicos diferentes, dos alemães Liebig e Wöhler, enviados a J. J. Berzelius em 1830. Em ambos os trabalhos, os pesquisadores relatam a descoberta de um novo composto de prata com a mesma fórmula (AgCNO), mas com propriedades diferentes. Essa abordagem favorece o desenvolvimento da subdimensão da **Competência Geral 1**, na medida em que os estudantes compreendem e respeitam o contexto sociocultural em que os saberes são constituídos. Aproveite o experimento de Wöhler para enfatizar o conceito de isomeria e ressalte que a descoberta desse fenômeno mostrou que as propriedades das substâncias químicas não dependem unicamente de sua composição, mas também do arranjo espacial dos átomos que formam o composto.

Sobre a isomeria constitucional, explique aos estudantes que uma pequena mudança na estrutura de um composto pode alterar suas propriedades. Como apresentado no estudo de Correia *et al*. (2010), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, a maioria dos estudantes que participaram dessa pesquisa apresentou ideias alternativas sobre o conceito de isomeria constitucional. Quando lhes foi aplicada uma questão em que deveriam indicar a razão de um par de compostos – propanona e propanal – serem isômeros, a maioria dos estudantes respondeu que era pelo fato de os compostos apresentarem átomo de oxigênio. Além disso, a pesquisa mostrou que as principais características que dificultam a classificação dos isômeros são: reconhecimento, nomenclatura oficial e construção das fórmulas estruturais dos compostos orgânicos. Portanto, sugere-se realizar uma pequena revisão desses conceitos durante a abordagem de isomeria constitucional em aula. Conduzir os estudantes a reconhecer as reações químicas para qualificação e diferenciação de compostos isômeros constitucionais contribui para o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT101**.

É fundamental tratar o assunto sempre com base nas propriedades dos compostos, o que favorece o trabalho com a habilidade **EM13CNT307**. Por exemplo, pode-se estudar a diferença entre a estrutura do etanol e a do metoximetano e frisar as diferenças de suas propriedades – temperaturas de fusão e de ebulição, densidade em relação à água, reatividade, intensidade da interação molecular e aplicações. Nesse momento, pode-se discutir a identificação de compostos utilizando a técnica de espectroscopia de absorção molecular no infravermelho. Pode-se também comparar o espectro do etanol, utilizando a **figura 5.7**, com o espectro do metoximetano, que pode ser encontrado no *site* NIST, indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, assim como as propriedades físicas e químicas dos compostos. Analise os espectros com os estudantes, explicando que a formação dos picos ocorre em razão das vibrações de ligações polares. Esclareça que ligações apolares não absorvem energia na região do infravermelho. Essa discussão favorece o desenvolvimento das habilidades **EM13CNT205** e **EM13CNT301**, uma vez que proporciona a análise e a interpretação dos espectros de diferentes substâncias orgânicas, correlacionando os dados experimentais com a estrutura do composto.

Cite exemplos históricos em que o fenômeno da isomeria causou danos. Pode-se mencionar o caso da talidomida, nos anos 1960, época em que era uma droga prescrita para tratar enjoos matinais em mulheres grávidas, e no entanto acabou se tornando um desastre médico, ocasionando uma série

REPRODUÇÃO PROIBIDA

de malformações em mais de 10 mil crianças nascidas cujas mães ingeriram a medicação. Cite que o tipo de isomeria apresentada pela talidomida é denominada estereoisomeria, estudada na Unidade **Drogas e medicamentos**. É importante estabelecer esse vínculo entre conceitos e situações experienciadas pela sociedade para que não seja apenas um tópico sem sentido real na vida do estudante. Essa discussão favorece o desenvolvimento da habilidade **EM13CNT104** e da **Competência Geral 1**, ao trazer um fato histórico envolvendo as diferentes propriedades de um par de isômeros.

Explore o **boxe +** para discutir as formas de borracha conhecidas e contextualizar o assunto de "polímeros". No estudo de Oliveira e Recena (2014), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, observou-se que os estudantes participantes da pesquisa não problematizaram o uso do plástico com relação ao ambiente. Portanto, é importante instigar os estudantes a refletir sobre a relação entre o uso de plástico e os prejuízos provocados ao ambiente, despertando neles a consciência cidadã e instigando-os a participar do processo da construção de valores na sociedade. Essa discussão favorece o aprofundamento da **Competência Geral 7**, e o reconhecimento de polímeros naturais utilizados no cotidiano auxilia no desenvolvimento da habilidade **EM13CNT307**. Além disso, ressalte que polímeros são materiais e não substâncias, pois são formados por macromoléculas de diferentes tamanhos.

Ao abordar as substâncias proibidas antes e/ou durante as competições esportivas, aproveite para revisar algumas funções orgânicas, utilizando os exemplos apresentados no Livro do estudante. Analise com a turma as diferenças entre as estruturas da testosterona e do estradiol – que são apenas duas ligações duplas. Instigue os estudantes a relembrar que uma mudança na estrutura de um composto pode fazer com que este apresente propriedades diferentes. Exemplifique os efeitos indesejáveis que ocorrem com o uso de esteroides anabolizantes: perda de cabelo, puberdade acelerada, dificuldade ao urinar, aumento na incidência de lesões de tendões e ligamentos. Quando os estudantes são conduzidos a avaliar as consequências do uso indiscriminado de substâncias bioativas por pessoas saudáveis e atletas, relacionando-o com as políticas antidopagem, estão desenvolvendo as habilidades **EM13CNT104**, **EM13CNT207** e **EM13CNT304**. Desenvolvem também a **Competência Geral 8**, ao serem incentivados a se conscientizar dos impactos de suas decisões e a refletir sobre os cuidados com a saúde e com o desenvolvimento físico. Os estudantes ainda aprimoram a habilidade **EM13CNT101** ao identificar e classificar algumas substâncias bioativas com base em suas estruturas químicas e em seus mecanismos de atuação no organismo.

Ao abordar o tópico **Transportadores de gás oxigênio**, destaque a importância do grupo heme presente na hemoglobina. Esse grupo interage com o gás oxigênio (O_2), permitindo que moléculas de O_2 sejam transportadas para todo o corpo. Comente que, se não houver o íon de Fe^{2+} formando o complexo ilustrado na **figura 5.11** do Livro do estudante, o gás oxigênio não interage de maneira efetiva com o grupo. Relacione o ferro na estrutura com a necessidade de uma alimentação balanceada com a presença desse composto. A ausência de ferro na alimentação desencadeia uma doença chamada anemia ferropriva. Para complementar o estudo do tópico, pode-se propor aos estudantes a *Atividade complementar* disponível logo a seguir.

- **3ª etapa**

Esta etapa foca na avaliação da aprendizagem pelos estudantes dos conceitos trabalhados do Tema 5. Assim, peça a eles que se reúnam em grupos para resolver as questões do tópico **Atividades** do Livro do estudante. Circule entre os grupos e verifique as interações entre eles; confira 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 a uma questão no quadro de giz, explicando 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 com suas aprendizagens sobre o Tema 5, utilizando o boxe **Reflita sobre seu aprendizado!**, apresentado no Livro do estudante. Solicite a eles que destaquem o que mais lhes chamou a atenção durante o estudo do Tema e por quê, e as dificuldades que encontraram. Essa estratégia favorece o desenvolvimento das subdimensões autoconhecimento e metacognição, das **Competências Gerais 1 e 6**, respectivamente. Incentivar o uso do quadro de giz é um convite, aos estudantes, para uma reflexão sobre o próprio desenvolvimento ao longo do estudo.

Atividade complementar

A atividade proposta é uma situação-problema baseada no Programa Nacional de Suplementação de Ferro, que é um programa voltado ao controle e à redução da anemia por deficiência de ferro na população brasileira, garantindo suplementos de sulfato ferroso e ácido fólico, assim como atividades para promover a alimentação saudável. Essa atividade permite desenvolver as habilidades **EM13CNT301** e **EM13CNT305**, bem como as **Competências Gerais 1, 2, 6 e 7**, uma vez que os estudantes são instigados a interpretar problemas, realizar pesquisas em fontes bibliográficas confiáveis, argumentar sobre o assunto de maneira científica e reflexiva, além de tomar decisões com impacto pessoal e coletivo.

Situação-problema

Tem ferro dentro de mim?

Em uma comunidade situada no interior do Pernambuco percebeu-se que muitas crianças começaram a apresentar vários sintomas parecidos, como fadiga, tontura e dores de cabeça. Essas crianças foram levadas à Unidade de Pronto Atendimento (UPA) mais próxima e diagnosticadas com anemia ferropriva. A enfermeira da UPA entrou em contato com um agente comunitário de saúde e solicitou a visita dele a essa comunidade. O agente de saúde preparou então um material educativo para ensinar aos moradores como evitar essa doença.

Suponha que você seja o agente de saúde e precise mostrar soluções para evitar a anemia ferropriva. Proponha duas soluções para o problema apresentado e explique como a Química está envolvida no processo. Apresente as respostas por escrito.

Fonte consultada: BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. *Programa Nacional de Suplementação de Ferro*: manual de condutas gerais. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. 24 p. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_suplementacao_ferro_condutas_gerais.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2020.

REPRODUÇÃO PROIBIDA

• Resolução da atividade complementar

Primeiro, é necessário saber que a anemia ferropriva é ocasionada pela deficiência de ferro no organismo. A causa pode ser uma alimentação pobre em alimentos que são fonte de ferro, ocasionando a carência da substância, ou pode ser a baixa biodisponibilidade de ferro ingerido.

Solução 1:

Ingestão de alimentos ricos em ferro. O ferro existe em duas formas nos alimentos: ferro heme e ferro não heme. O ferro heme é obtido do consumo de peixes, aves e carnes, e apresenta alta biodisponibilidade (absorção de 15% a 35%). O ferro não heme é obtido de fontes vegetais, como feijão, lentilha e hortaliças verde-escuras, e apresenta baixa biodisponibilidade (absorção de 2% a 20%); porém essa absorção pode aumentar com a ingestão de outros componentes alimentares simultaneamente. A quantidade de ferro não heme em uma dieta geralmente é maior que a de ferro heme. Existem alguns compostos que inibem a absorção de ferro, como o ácido fítico, os polifenóis, o cálcio e os peptídeos. Da mesma maneira, há compostos que ajudam na sua absorção, como o ácido ascórbico (vitamina C, encontrada em várias frutas e legumes, como o limão). O ácido ascórbico é um agente redutor, reduzindo Fe^{3+} para Fe^{2+} e ligando o íon a complexos solúveis disponíveis para absorção.

Solução 2:

Ingestão de suplementos vitamínicos de ferro. Podem existir suplementos de sais ferrosos, como o sulfato ferroso ($FeSO_4$); o ferro aminoquelado, que é o íon Fe^{2+} ou Fe^{3+} ligado a moléculas orgânicas, como o sulfato ferroso-glicina; e o complexo de hidróxido de ferro(III) polimaltosado.

Reflexões sobre a ciência

Objetivos de aprendizagem

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

- Reconhecer a importância da divulgação do conhecimento científico.
- Reconhecer e diferenciar formas de divulgação científica.
- Compreender a importância de métodos relacionados à divulgação científica, como a revisão por pares.
- Reconhecer a estrutura de artigos de revisões bibliográficas e de artigos científicos de resultados.

Subsídios para o planejamento

Essa seção apresenta e diferencia as formas de divulgação científica e de apresentação de trabalhos científicos mais comumente adotadas por pesquisadores e cientistas.

Inicie solicitando aos estudantes que leiam o título do texto e reflitam individualmente, anotando suas ideias iniciais no caderno. Essas ideias serão retomadas ao final da seção para que os estudantes reflitam sobre o que mudou em sua concepção. Dessa forma, eles vão elaborar uma previsão de como o conhecimento científico é compartilhado e difundido e, após a leitura, deverão avaliar essa previsão, trabalhando, assim, a habilidade **EM13CNT301**.

Na sequência, peça aos estudantes que se organizem em cinco grupos, leiam o texto da seção, discutam-no com os colegas e anotem as possíveis dúvidas. Promova a oportunidade de compartilhamento de ideias e dúvidas entre toda a turma. Aproveite esse momento para aprofundar a explicação sobre as diferentes plataformas, pois isso vai auxiliá-los na execução da próxima etapa do estudo. Se houver um projetor disponível e acesso à internet, pode-se acessar as plataformas mencionadas para mostrá-las aos estudantes. Todas elas estão listadas na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*. Esclareça que as plataformas têm algumas diferenças: a SciELO reúne uma seleção de periódicos científicos de países da América do Sul, Europa e África, e tem o suporte do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), sendo muito muito utilizada por brasileiros. O *Scopus* tem um dos maiores acervos de revistas científicas e anais de congresso, todos com artigos revisados por pares. O *Redalyc* é uma rede de revistas científicas da América Latina e do Caribe, da Espanha e de Portugal, assim como o *Latindex*, que apresenta o mesmo perfil geográfico, mas é de um Sistema Regional de Informação acadêmico para periódicos de caráter científico dessas regiões. Por fim, o *Web of Science* é um *site* que fornece acesso apenas para assinantes a vários bancos de dados. Uma reflexão valiosa que pode suscitar um frutífero debate entre os estudantes é a pesquisa sobre o caráter público ou privado dessas instituições e também a respeito de como se dá o acesso a elas. O *Web of Science*, por exemplo, é acessado apenas mediante pagamento de mensalidade e é mantido por uma empresa privada. O *Latindex*, em contrapartida, foi uma iniciativa da Universidade Autônoma do Estado do México de consulta gratuita e sem fins lucrativos. Logo, as duas plataformas têm objetivos muito distintos. Incentive a turma a refletir a respeito dos dois modelos e avaliar qual deles seria mais produtivo para o desenvolvimento e a divulgação da Ciência. A **Competência Geral 2**, que estimula a reflexão de forma crítica, é desenvolvida nesta ocasião, tendo em vista que os estudantes vão analisar como a difusão da Ciência é atravessada também por problemáticas relativas à mercantilização extrema que vivemos hoje, como também investigarão os diferentes modelos pelos quais é possível divulgar conhecimento científico.

Para dar sequência, sugerimos sortear, entre os grupos, os tipos de publicação que divulgam a Ciência: (1) artigos científicos de revisão bibliográfica; (2) artigos científicos de resultados; (3) relatórios técnicos; (4) *vlogs*; e (5) artigos em revistas de divulgação para leigos. Cada um dos grupos deve usar os roteiros a seguir para nortear as pesquisas. Ao final, deverão apresentar as descobertas para o restante da turma.

• Roteiros para pesquisa

Grupo 1 – Artigo científico de revisão bibliográfica

- Pesquisem um artigo científico de revisão bibliográfica sobre um dos assuntos abordados na unidade na plataforma da SciElo, disponível em: <https://search.scielo.org/?lang=pt&view=desktop>; acesso em: 24 ago. 2020.
- Do lado direito do campo busca, selecionem a opção "título" e digitem palavras que devem aparecer no título do artigo. Uma das palavras que vocês devem digitar é "revisão", para que o buscador encontre artigos científicos de revisão bibliográfica sobre o tema escolhido. Digite as palavras e clique em "buscar".
- Quando os resultados aparecerem, do lado esquerdo da página, é possível filtrá-los, por exemplo, por idioma.

- Selecionem um dos artigos e anotem as informações a seguir a respeito dele:
  - Título.
  - Autores.
  - Instituição a que os autores pertencem.
  - Revista/Periódico em que o artigo foi publicado.
  - Data da publicação.
  - Objetivo(s) do trabalho.
  - Tópicos que compõem a estrutura do texto.
  - Número de páginas.

Grupo 2 – Artigo científico de resultados

- Pesquisem um artigo científico de resultados sobre um dos assuntos abordados na unidade na plataforma da SciELO, disponível em: <https://search.scielo.org/?lang=pt&view=desktop>; acesso em: 24 ago. 2020.
- Do lado direito do campo busca, selecionem a opção "título", digitem palavras que devem aparecer no título do artigo e cliquem em "buscar".
- Quando os resultados aparecerem, do lado esquerdo da página, é possível filtrá-los, por exemplo, por idioma.
- Selecionem um dos artigos e anotem as informações a seguir a respeito dele.
  - Título.
  - Autores.
  - Instituição a que os autores pertencem.
  - Revista/Periódico em que o artigo foi publicado.
  - Data da publicação.
  - Objetivo(s) do trabalho.
  - Tópicos que compõem a estrutura do texto.
  - Número de páginas.

Grupo 3 – Relatório técnico

- Selecionem um dos relatórios técnicos listados a seguir.
  - VIGITEL, 2018 – Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Ministério da Saúde. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/julho/25/vigitel-brasil-2018.pdf>.
  - III Levantamento Nacional sobre o uso de drogas pela população brasileira. Ministério da Saúde. Fiocruz. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/34614/1/III%20LNUD_PORTUGU%c3%8aS.pdf>.
  - Relatório Técnico – Comitê paralímpico brasileiro, 2019. Disponível em: <https://www.cpb.org.br/upload/link/3a89e545f528480c9837afbeb04d26c2.pdf>.

  Acessos em: 24 ago. 2020.
- Anotem as informações abaixo a respeito dele.
  - Título.
  - Autores/Organizadores.
  - Instituição a que os autores/organizadores pertencem.
  - Data da publicação.
  - Objetivo(s) do trabalho.
  - Tópicos que compõem a estrutura do texto.
  - Número de páginas.

Grupo 4 – *Vlogs*

- Selecionem um dos canais do *Science Vlogs* Brasil. Há uma lista desses *vlogs* disponível em: <https://medium.com/@azevedofonseca/super-lista-dos-canais-de-divulga%C3%A7%C3%A3o-cient%C3%ADfica-do-science-vlogs-brasil-76fd3b30ccad>; acesso em: 24 ago. 2020.
- Escolham um vídeo cujo tema esteja relacionado a algum tópico estudado nesta unidade.
- Anotem as informações a respeito do vídeo:
  - Título.
  - Nome do(s) autor(es).
  - Data da publicação.
  - Objetivo(s) do vídeo.
- Além dessas informações, façam uma pesquisa a respeito do autor dos vídeos com o intuito de verificar se ele tem autoridade intelectual para tratar do tema que está abordando. Para isso, busquem informações como:
  - Formação acadêmica.
  - Área de trabalho.

Grupo 5 – Artigos em revistas de divulgação científica para leigos

- Selecionem uma revista de divulgação científica para leigos. Vejam abaixo três exemplos.
  - *Revista Pesquisa Fapesp*. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/>.
  - *Revista Ciência Hoje*. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/>.
  - *Scientific American* Brasil. Disponível em: <https://sciam.com.br/?s=doping>.

  Acessos em: 24 ago. 2020.
- Busquem por uma publicação que aborde algum dos temas tratados na unidade e anotem as informações a seguir a respeito dela.
  - Título.
  - Nome do autor.
  - Objetivo da publicação.
  - Data da publicação.
- Além dessas informações, façam uma pesquisa sobre o autor do texto com o intuito de verificar se ele tem autoridade intelectual para tratar do tema que está abordando. Para isso, busquem as informações a seguir.
  - Formação acadêmica.
  - Área de trabalho.

É importante que, ao preparar essa aula, você simule buscas aleatórias na biblioteca SciELO, para prever a experiência dos estudantes durante essa atividade e orientá-los sempre que possíveis dúvidas surgirem no manejo da plataforma. Esclareça que o objetivo dessa atividade não é interpretar as informações contidas nos trabalhos, mas, sim, identificar as estruturas que os compõem. O trabalho com ferramentas digitais de busca e a análise textual de suas estruturas trabalham as **Competências Gerais 4 e 5** e a habilidade **EM13CNT303**.

A análise das diferentes publicações de divulgação da Ciência trabalha a contextualização da divulgação científica de forma prática, sistematizando o conhecimento adquirido na seção, desenvolvendo, assim, a **Competência Geral 1**.

Oriente os grupos a montar as apresentações, se possível em meio digital. Incentive-os a trazer imagens da publicação com a qual trabalharam para dar clareza às informações levantadas. Após as apresentações, proponha algumas questões para a discussão com a turma.

MODERNA

- Os artigos científicos tinham mais ou menos páginas que o relatório técnico?
- Quem escreve os artigos científicos? E as matérias em revistas de divulgação científica para leigos?
- Por que é importante buscar referências dos autores dos vídeos?

Comente que as revistas científicas que publicam artigos geralmente têm limitação de tamanho, por isso restringem o número de páginas de cada artigo. Outras cobram por página para publicação. O propósito dos artigos é divulgar para outros cientistas de forma objetiva os resultados de um estudo. Em razão desses fatores, os pesquisadores procuram tornar a publicação o mais sucinta possível. É interessante que os estudantes percebam que os artigos científicos são escritos pelos próprios cientistas, ou seja, por quem produziu aquele conhecimento. Além disso, relembre que os artigos passam por revisão de outros pesquisadores antes de serem publicados, como forma de buscar garantir a qualidade das informações. Já no caso das matérias em revistas de divulgação científica ou mesmo de jornais que fazem esse tipo de publicação, de forma geral são jornalistas, algumas vezes especializados na divulgação da Ciência, que escrevem as matérias, usando como base algum artigo ou relatório produzido por cientistas. Por isso, é necessário que o nome dos cientistas que produziram aqueles conhecimentos e o nome das instituições a que pertencem sejam citados nessas matérias. É essencial que os estudantes percebam a importância de consultar quem são as pessoas que produzem os vídeos dos *vlogs* e outras formas de divulgação da informação, como uma das maneiras de garantir que a informação é confiável. Algumas iniciativas vêm sendo tomadas para auxiliar quem está buscando informação, como a criação de redes de canais e *blogs* com reconhecido mérito científico. Uma dessas iniciativas foi a criação do *Science Vlogs Brasil*, que é uma rede de canais de divulgação científica que articula criadores das mais diversas formações para a produção de conteúdo de qualidade. Para receber o selo da rede e, portanto, ser reconhecido como um canal que produz conteúdo científico, os outros membros da rede devem aprovar a entrada através da análise dos conteúdos postados. Assim, ao procurar um canal que faz parte da rede, sabe-se que ele passou por um escrutínio e que publica informações baseadas em Ciência. A identificação de narrativas expressas em diferentes formas de linguagem e sua análise trabalham a habilidade **EM13CHS101**. A análise de algumas formas e dos procedimentos envolvidos na divulgação científica e as maneiras de avaliar a confiabilidade das informações permitem o trabalho com a **Competência Geral 2**, ao promoverem a análise crítica das publicações. Além disso, ao abordar uma das tarefas envolvidas na prática científica de divulgação de conhecimentos, os estudantes têm uma visão da profissão científica e de suas peculiaridades, permitindo o desenvolvimento da subdimensão compreensão sobre o mundo do trabalho da **Competência Geral 6**.

Se quiser aprofundar o debate, pode solicitar aos estudantes que busquem um canal que já fez algum vídeo pretensamente científico, mas que contenha erros que eles consigam identificar. Existem vários *blogs* e canais que muitas vezes publicam assuntos que parecem científicos ou utilizam alguns termos científicos em questões não comprovadas. Um exemplo é a menção à física quântica nos mais diversos casos que não têm relação com a física teórica. Outros canais abordam assuntos de interesse, como curiosidades sobre animais, e os tratam com espetacularização ou com informações imprecisas. A pandemia em decorrência do novo coronavírus também foi tema para muitos boatos, informações imprecisas e notícias falsas divulgadas como se fossem científicas. Pode-se então pedir aos estudantes que realizem pesquisas sobre essas informações. Existem canais de verificação de notícias, como o Agência Lupa e o Aos Fatos, indicados na seção *Apoio ao trabalho pedagógico,* que podem servir de ponto de partida para essa pesquisa. Valorizar o saber científico e reconhecê-lo como importante ferramenta que deve ser difundida permite o desenvolvimento da subdimensão contextualização sociocultural do conhecimento, da **Competência Geral 1**; e a promoção da análise crítica de diversas ferramentas de divulgação científica que usam diferentes linguagens permite mobilizar a habilidade **EM13CHS106**.

Após o debate final, sugere-se que as atividades sejam feitas em conjunto por toda a turma. Solicite a um dos estudantes que leia a primeira questão e a todos os demais que retomem as anotações iniciais. Peça que verifiquem o que mudaram em suas concepções iniciais e como enxergam a importância da divulgação após a conclusão da leitura; por fim, compartilhem essas ideias com a turma. Solicite também que resumam as formas de promover e divulgar as ideias científicas e anote-as no quadro de giz. Comunicar suas análises e descobertas a outros participando de debates científicos trabalha a habilidade **EM13CNT302**, uma vez que o uso, pela turma, de formas específicas da Ciência de divulgação de resultados é preconizado nesta atividade.

Para a realização da questão 2, os grupos que pesquisaram esse tipo de artigos podem assumir o protagonismo da resposta, compartilhando o conhecimento com os colegas.

Pensamento crítico e argumentação

Objetivos de aprendizagem

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

- Interpretar mídias de divulgação científica considerando a consistência e a coerência de seus argumentos e informações.
- Analisar e debater, com base em argumentos, situações que envolvam o *doping* e suas implicações individuais e coletivas do ponto de vista ético.
- Analisar resenhas críticas reconhecendo suas características e estrutura.
- Selecionar e referenciar informações para a produção de resenha crítica aprofundada e com posicionamento evidente.
- Produzir resenhas críticas de forma individual e colaborativa, respeitando suas características textuais para a produção de sentidos no contexto científico.
- Exercitar a empatia, o diálogo e o respeito, valorizando as diferentes ideias e os saberes.

Subsídios para o planejamento

As atividades e as reflexões propostas ao longo desta seção podem ser conduzidas por um dos professores dos componentes curriculares de Ciências da Natureza e suas

MANUAL DO PROFESSOR

Tecnologias. Os conceitos-chave relacionados à análise e à produção de resenha crítica propostos ao longo da seção possibilitam um trabalho conjunto com os professores da área de Linguagens e suas Tecnologias, sobretudo com os docentes do componente curricular **Língua Portuguesa**.

Inicie esta seção pedindo aos estudantes que elaborem, individualmente, uma definição para os termos em destaque no texto introdutório (resenha crítica, resumo, avaliação e análise). Na sequência, faça uma leitura coletiva do trecho e peça que, em duplas, respondam à primeira questão. A resolução dessa questão será facilitada se as afirmações estiverem recortadas em tiras de papel que possam ser manipuladas com rapidez e praticidade no trabalho em duplas. Espera-se que o trabalho colaborativo ajude os estudantes a refletir sobre a organização da resenha crítica. Embora alguns pontos tenham sido explorados na unidade anterior, sugere-se discutir as respostas com a turma antes de seguir para a próxima questão. Peça a algumas duplas que compartilhem suas respostas e esclareça eventuais discrepâncias entre elas. O trabalho de reconhecimento das características do gênero textual resenha permite começar a explorar as habilidades **EM13LGG103** e **EM13LP07**, uma vez que os estudantes serão solicitados a identificar e distinguir características marcantes em diferentes gêneros linguísticos.

Em seguida, na segunda questão, combine um tempo com a turma para a leitura individual do texto indicado e, depois, promova uma discussão incentivando os estudantes a compartilharem as impressões que tiveram, incentivando que apontem dúvidas e pontos que acharam interessantes. Se considerar oportuno, instrua-os a pesquisar mais sobre o assunto. Os textos de Pivetta (2004) e do portal Ativo (2009) indicados na seção *Apoio ao trabalho pedagógico* podem ajudar os estudantes a se aprofundarem no assunto para além das informações contidas no texto introdutório. Os vídeos "Doping" (2015) e "Doping e olimpíada" (2016), também indicados na seção *Apoio ao trabalho pedagógico,* são um recurso alternativo para enriquecer o repertório dos estudantes para a produção autoral. Nesse caso, instrua-os a anotar pontos relevantes em separado, de forma que possam produzir as resenhas com base nas anotações individuais. Essa estratégia contribui para o trabalho da subdimensão busca da informação, da **Competência Geral 1**. Após a leitura e a pesquisa, informe quanto tempo terão para a elaboração textual. Essa produção envolve diferentes etapas, e ao longo delas várias habilidades são mobilizadas. Em um primeiro momento, os estudantes vão exercitar as habilidades **EM13CNT303**, uma vez que põe os estudantes em contato com diferentes formas textuais de divulgação, em sua maioria, de aspectos científicos sobre a natureza, a **EM13LP10** e a **Competência Geral 7**, por levar os estudantes a mobilizar conhecimentos que subsidiem os recursos argumentativos a serem empregados em suas produções textuais. A produção em si, levando em consideração as características textuais da resenha, permite trabalhar a habilidade **EM13LGG301**.

Para o trabalho com a terceira questão, mantenha a turma em duplas para que os estudantes possam trocar *feedbacks*. Oriente-os a ler as resenhas críticas dos seus pares e a responder às perguntas indicadas por escrito e, depois, oralmente. Após o tempo de trabalho das duplas, forneça espaço para a discussão, pedindo aos estudantes que se sentirem confortáveis que compartilhem com a turma alguns dos pontos de *feedback* que receberam do colega. Essa é uma oportunidade para exercitar a **Competência Geral 9**, uma vez que o debate de ideias pode ser frutífero para o exercício da empatia, e a habilidade **EM13CNT304**, já que os estudantes terão de expor uma tomada de posição acerca de atitudes eticamente controversas, sustentadas, em parte, por conhecimento científico, como o *doping*. Além disso, favorece o trabalho com a subdimensão postura ética da **Competência Geral 10**, visto que os estudantes precisam reconhecer e ponderar valores conflitantes e dilemas éticos antes de se posicionar e tomar decisões.

Aproveite essa discussão para encaminhá-los para a questão 4. As dificuldades de produção textual mencionadas pelos estudantes e discutidas pela turma na quarta questão podem contar com o apoio da equipe da área Língua Portuguesa e Linguagens. Complementarmente, o texto de Rangel e Machado (2012), indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico,* traz reflexões e estratégias didáticas que podem ajudar a lidar com os pontos de dificuldade da turma. Proporcionar aos estudantes uma reflexão a respeito do processo de aprendizagem colabora com as subdimensões metacognição e autoavaliação das **Competências Gerais 1 e 6**, respectivamente. Além disso, mobiliza a **Competência Geral 4**, uma vez que os estudantes precisam escutar com atenção e respeito as ideias do seu colega, bem como se expressar com clareza buscando um entendimento mútuo.

A última questão propõe uma reflexão sobre a importância de ganhar ou competir. Oriente a turma a produzir, com base nos argumentos discutidos ao longo do trabalho com esta seção, respostas claras e breves que possam ser compartilhadas em uma roda de conversa. Esse exercício possibilita a retomada das reflexões sobre o processo de escrita da resenha, mas é possível também se estender a outros gêneros textuais. Essa questão também desenvolve os aspectos tratados nas subdimensões autoconfiança e equilíbrio emocional da **Competência Geral 8**.

Finalize a discussão enfatizando a prática da escrita como uma habilidade a ser aprimorada ao longo do tempo. Se julgar oportuno, o vídeo do canal "Jornalismo TV Cultura", indicado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*, traz reflexões que podem ser utilizadas para aprofundar o debate com os estudantes, além de incentivá-los a compreender esse processo, buscando o aprimoramento da escrita. A questão de fechamento da seção permite explorar as **Competências Gerais 7 e 9** e as habilidades **EM13CNT303** e **EM13CNT304**, uma vez que apontam, mesmo que indiretamente, a necessidade de alerta para o cuidado pessoal diante da possibilidade do uso de substâncias em meio esportivo.

Comunicação

Objetivos de aprendizagem

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

- Obter informações sobre o papel das mulheres no esporte.
- Posicionar-se criticamente sobre a desigualdade de gênero no esporte.
- Elaborar uma resenha crítica baseada em pesquisa de um cartaz publicitário.
- Construir argumentos em grupo.
- Produzir um cartaz de campanha publicitária.

Subsídios para o planejamento

Esta seção pode ser conduzida pelos professores da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Inicie a aula analisando a imagem e a legenda. Debata com os estudantes e pergunte se eles sabem quem é a atleta Marta. Caso algum estudante não saiba, esclareça que Marta foi eleita seis vezes a melhor jogadora de futebol feminino do mundo, cinco vezes de forma consecutiva. Solicite a um estudante que leia em voz alta o texto e pergunte aos demais se conhecem outras jogadoras de futebol feminino.

Na hipótese de os estudantes terem pouca informação sobre a jogadora, problematize comparando com a quantidade de informações que eles têm sobre jogadores do futebol masculino. Esse debate inicial é importante para que os estudantes se sensibilizem com o tema e compreendam as contradições ligadas a ele. Apesar de ser um assunto com o qual muitas vezes as estudantes não se sentem confortáveis, dê espaço para que elas relatem casos de machismo que sofreram ao tentar praticar um esporte, sempre motivando a empatia e, assim, favorecendo o trabalho com a **Competência Geral 8**. Ao se reconhecerem como parte da questão, os estudantes trabalham a habilidade **EM13CNT207**.

Leia o texto de introdução ao trabalho da seção e explique como será feito o cartaz digital. Informe aos estudantes quais são as ferramentas disponíveis na escola para a produção do cartaz e explore as que se mostrarem mais fáceis e familiares a eles. Existem ferramentas *on-line* gratuitas que também podem ser pesquisadas e analisadas pela turma para optar pela que melhor atende às necessidades dessa produção. Uma delas é o *site* "Canva", cujo *link* pode ser encontrado na seção *Apoio ao trabalho pedagógico*.

Pode-se ainda solicitar aos estudantes que iniciem os trabalhos com pesquisas de diferentes campanhas publicitárias que abordam o tema. Peça a eles que, em grupos, busquem campanhas na internet sobre aspectos relacionados às mulheres no esporte e depois socializem com a turma a que acharam mais impactante. Esse debate auxilia na sensibilização e pode fornecer elementos importantes de pesquisa.

A primeira etapa consiste na obtenção de dados para embasar a pesquisa, o que favorece o trabalho com as subdimensões, utilização de ferramentas digitais e busca de informação das **Competências Gerais 1 e 5**, dada a necessidade de utilização de meios tecnológicos na investigação do mundo social, sobretudo no que diz respeito à presença das mulheres no esporte. Incentive os estudantes a buscar informações que não serão diretamente utilizadas no cartaz, mas que auxiliarão na construção da ideia dos grupos. Promova o debate e a construção de argumentos sobre a ineficácia da visão que tende a utilizar de forma equivocada a Ciência para justificar diferenças entre os gêneros, favorecendo assim o trabalho com a habilidade **EM13CNT305**, uma vez que busca discutir historicamente o uso do conhecimento científico para justificar opressões – como o uso oportunista das Ciências Biológicas para justificar e/ou fomentar transfobia e machismo. Essa atividade mobiliza a **Competência Geral 2** ao convidar os estudantes a se envolverem em processos de pesquisas e investigação com o intuito de produção criativa de campanha publicitária contra a desigualdade de gênero nos esportes. Também permite o trabalho com a **Competência Geral 7**, pois os estudantes defendem suas ideias e pontos de vista baseados em fatos, dados e informações confiáveis.

Analisar de forma criteriosa o problema para compreendê-lo mais profundamente e, assim, conseguir comunicar com clareza a noção que o grupo teve sobre o assunto que se pretende divulgar trabalha a habilidade **EM13CNT302**. Isto porque a equipe precisará concatenar logicamente os dados recolhidos bem como as sínteses que desenvolveram ao analisá-lo para que a exposição do conteúdo ocorra de modo satisfatório.

Procure estabelecer parceria com o professor do componente curricular **Língua Portuguesa** para conduzir os estudantes na construção da resenha crítica. Esclareça que a resenha é a opinião de quem a produziu acerca do assunto, portanto é diferente de um resumo. Ela deve conter comentários, julgamentos e recomendações. O grupo deve buscar o consenso em suas análises e discussões e conseguir isso preconizando os conhecimentos científicos, artísticos e/ou filosóficos sobre a realidade como estratégias argumentativas, com base no diálogo, o que favorece o trabalho com a habilidade **EM13LGG204**. O debate em conjunto, refletindo sobre os consensos e como a mensagem será repassada ao público, trabalha as **Competências Gerais 4 e 9**. A justificativa está não apenas na promoção do respeito durante o debate, mas também no conteúdo explorado na atividade, posto que porá em discussão opressões como o machismo dentro do esporte, um meio majoritariamente masculino. Consulte na seção *Apoio ao trabalho pedagógico* o artigo de Temelero (2019) para auxiliar os estudantes na diferenciação entre resumo e resenha. Peça aos estudantes que apresentem a resenha para sugestões e apontamentos.

Após a confecção da resenha e a discussão, bem como a análise da campanha, parte-se para a segunda etapa, que trata do delineamento inicial do cartaz. Debata com cada grupo as ideias iniciais, perguntando: "Vocês pretendem focar um esporte específico ou uma personalidade, como no cartaz de exemplo, ou farão algo mais geral que envolva mais esportes?".

Pode-se, nesse momento, realizar a técnica de *Brainstorming* (tempestade de ideias, em inglês). Peça aos estudantes que listem todas as ideias que lhes vêm à cabeça, sem aprofundá-las inicialmente. Com base na lista criada com a "tempestade de ideias", os estudantes analisam e vão selecionando e inter-relacionando as mais atrativas para o grupo. Pode-se também esboçar um cartaz final em uma folha de sulfite para auxiliar na confecção na próxima etapa.

Por fim, durante a confecção do cartaz, esclareça que ideias obtidas na etapa de desenvolvimento podem ser adaptadas. Motive a troca de ideias entre os estudantes. Muitas vezes, por falta de conhecimento das ferramentas, eles não conseguem passar para o digital as ideias concebidas anteriormente. Nesse momento, incentive os grupos a trocar, de forma solidária, informações sobre as dificuldades que encontraram e como as superaram. Combine previamente com a diretoria o melhor meio para a publicidade dos cartazes feitos pelos estudantes, de acordo com o público-alvo idealizado durante o desenvolvimento. A confecção de cartaz como resultado de um processo fundamentado em debate para a construção da campanha trabalha as **Competências Gerais 4 e 5** e as habilidades **EM13CNT302** e **EM13LP43**. Isto porque, para além do uso de meios tecnológicos para fazer a construção de uma mídia, impera a necessidade de veicular esses conteúdos de maneira ética e respeitosa.

Ao final do trabalho, realize uma roda de conversa com os estudantes e peça que contem se após a realização da

EDIÇÃO DO PROFESSOR

atividade mudaram as ideias ou concepções que tinham. Deixe-os à vontade para falar e respeite aqueles que não emitirem opiniões, porém motive a reflexão sobre as práticas e os costumes que ainda fazem uma campanha como essa ser necessária, favorecendo assim o trabalho com a **Competência Geral 10**. A produção de uma campanha publicitária para promoção da igualdade de gênero e empoderamento feminino é uma oportunidade para adaptação e aplicação de conhecimentos visando à expressão de ideias e sentimentos sobre a temática, o que favorece o desenvolvimento da subdimensão consciência multicultural da **Competência Geral 3**. Isto porque é desenvolvida uma campanha publicitária combativa à discriminação, com vistas ao fomento do respeito e da igualdade entre as pessoas como forma de manifestação artística e cultural.

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 como objetivo a autoavaliação da aprendizagem e o aprofundamento na temática estudada, favorecendo assim o desenvolvimento das subdimensões das **Competências Gerais 1 e 6**. Incentive os estudantes 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 saná-las.

Apoio ao trabalho pedagógico

- Agência Lupa. Disponível em: <https://piaui.folha.uol.com.br/lupa/>. Acesso em: 21 jul. 2020.

Site de checagem de fatos do Brasil ligado ao jornal *Folha de S.Paulo*.

- ALVAREZ, A. M. T. *A infografia na educação*: contribuições para o pensamento crítico e criativo. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://sapientia.pucsp.br/bitstream/handle/9654/1/Ana%20Maria%20Torres%20Alvarez.pdf >. Acesso em: 25 ago. 2020.

A autora analisa o valor da infografia como instrumento de ensino e de aprendizagem, considerando a hipótese de que a leitura e a produção de infográficos pelos próprios estudantes podem propiciar o aprimoramento do pensar crítico e criativo.

- ANDRADE, F. L. *As alavancas do corpo humano jogando com a interdisciplinaridade*. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/140129/andrade_fl_me_prud.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 25 ago. 2020.

O autor aborda os conceitos físicos de alavancas que se relacionam com os da Biologia para explicar o funcionamento de algumas funções do corpo humano. Esses conceitos foram abordados de forma interdisciplinar, por meio de aulas teóricas e práticas, com atividades de experimentação, para que os estudantes possam assimilar melhor os conceitos complexos que as alavancas proporcionam e saibam identificá-los no dia a dia.

- Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul. *Manual de Redação, Mídia Inclusiva*. Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: <http://www2.al.rs.gov.br/biblioteca/LinkClick.aspx?fileticket=qEPcT1P-Xdk%3D&tabid=6385>. Acesso em: 17 jul. 2020.

O documento traz exemplos de palavras e expressões que devem ser evitadas no discurso escrito e falado, traz um glossário e apresenta justificativas para as terminologias adotadas ao se referir a pessoas com deficiência.

- ATIVO. Trajes de competição de natação: a polêmica continua. *Swim Channel* 2009. Disponível em: <https://www.ativo.com/natacao/noticias-natacao/trajes-de-competicao-de-natacao-a-polemica-continua/>. Acesso em: 28 jul. 2020.

Esse texto aborda brevemente a questão dos trajes esportivos, trazendo um rápido panorama histórico sobre o uso deles em competições oficiais.

- BASTOS, A. Metrô do DF tem painéis informativos com previsão de horários de trens. G1. 2016.

Disponível em: <http://g1.globo.com/distrito-federal/noticia/2016/04/metro-do-df-tem-paineis-informativos-com-previsao-de-horarios-de-trens.html>. Acesso em: 25 ago. 2020.

A matéria mostra que os trens do Distrito Federal (hoje também presentes em outros estados) foram equipados com os citados painéis informativos, permitindo aos usuários se programarem melhor ao saberem o horário do próximo trem em determinada estação.

- CANAL Aos fatos. Disponivel em: <https://www.aosfatos.org/>. Acesso em: 27 jul. 2020.

Iniciativa que visa verificar informações da internet checando, investigando e esclarecendo conteúdos que circulam pelas redes.

- CANAL BláBláLogia. *Doping e Olimpíadas*. 2016 (9 min 16 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OFasPRvosaU>. Acesso em: 28 jul. 2020.

O vídeo fala sobre a Ciência e a história do esporte, com enfoque na trapaça química.

- CANAL Nerdologia. *Doping*. 2015 (5 min 57 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QN8nP0w_Hvo>. Acesso em: 28 jul. 2020.

Vídeo que apresenta as principais substâncias usadas para melhorar a *performance* esportiva, traz curiosidades e explica os efeitos biológicos resultantes.

- CARTAZ de divulgação *on-line*. *Canva*, 2020. Disponível em: <https://www.canva.com/pt_br/criar/cartaz/divulgacao/>. Acesso em: 28 jul. 2020.

Texto que explica as possibilidades para a construção de cartazes digitais por meio da plataforma Canva.

- CORREIA, M. E. A.; FREITAS, J. C. R.; FREITAS, J. J. R.; FREITAS FILHO, J. R. Investigação do fenômeno de isomeria: concepções prévias dos estudantes do ensino médio e evolução conceitual. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 2, p. 83-100, 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1295/129515480006.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2020.

O artigo apresenta a avaliação da evolução da aprendizagem de estudantes do 3º ano do Ensino Médio sobre o fenômeno do isomerismo.

- CUNHA, F. G. C. *Aula 5 – Cinemática em duas dimensões*. Portal CESAD. Disponível em: <https://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalago/11384704052012Fisica_Basica_Aula_5.pdf >. Acesso em: 16 jul. 2020.

EDITORIA

Material didático que apresenta um aprofundamento na questão vetorial para o tratamento do movimento em duas dimensões.

- OLIVEIRA, A. M.; RECENA, M. C. P. O ensino de polímeros na perspectiva da educação dialógica com enfoque em CTS. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 7, n. 1, p. 103-126, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/38180/29109>. Acesso em: 25 ago. 2020.

O artigo apresenta contribuições da abordagem CTS no ensino de polímeros para estudantes do ensino médio.

- DROLLINGUES, Mark. *Gallery Walk*. 2014. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pSt5echeRrM>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Esse vídeo apresenta de maneira simples o funcionamento da estratégia didática *Gallery Walk*.

- FABRO, N. 12 canais do YouTube que mostram a vida de pessoas com deficiência. *Revista Galileu*, 22 nov. 2017. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Sociedade/noticia/2017/11/12-canais-do-youtube-que-mostram-vida-de-pessoas-com-deficiencia.html>. Acesso em: 17 jul. 2020.

A matéria traz uma breve descrição de cada um dos canais selecionados pela autora e que são protagonizados por pessoas com deficiência que falam sobre temas cotidianos.

- FUJII, R. A. X.; CORAZZA, M. J. Células-tronco na revista *Ciência Hoje*: um recurso didático-pedagógico alternativo para o ensino. *In*: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, X ENPEC, Águas de Lindoia – SP. *Atas do X ENPEC*. p.1-12, 2015. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1890-1.PDF>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Os autores analisaram os limites e as possibilidades da utilização de artigos provenientes de revistas de divulgação científica e relacionados à temática das células-tronco para aulas de Biologia no Ensino Médio. Essa pesquisa pode também ser utilizada como parâmetro para a atuação do professor em sala de aula ao trabalhar esse tema.

- FUNDAÇÃO PADRE ANCHIETA. Livro aberto: o processo de escrita e o aprimoramento com a prática. *Jornalismo TV Cultura* 2018 (4 min 38 s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=RbvzEvpaulE>. Acesso em: 28 jul. 2020.

Nessa matéria os desafios da escrita são apresentados em uma conversa com escritores que compartilham seus processos criativos e contam como a escrita pode ser aprimorada.

- GADIM Brasil; INSTITUTO METASOCIAL. Falando sobre deficiência, guia para a imprensa. *Gadim Brasil*. Disponível em: <https://www.gadimbrasil.org/copia-guia-para-imprensa-1>. Acesso em: 17 jul. 2020.

O documento traz terminologias que devem ser evitadas para não incorrer na ideia de capacitismo ao se referir às pessoas com deficiências. Traz um breve histórico dos termos que já foram usados para se referir às pessoas com deficiência e também exemplos de falas a serem evitadas, seguidas de sugestões mais adequadas.

- INOCENTE, L., CASTAMAN, A. S., VIEIRA, M. L. Painel integrado: material didático-pedagógico facilitador do processo de ensino e aprendizagem. *EDUCERE*, XIV Congresso Nacional de Educação, 2017. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/25458_12179.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2020.

Os autores trazem uma seção no trabalho apresentando formas de usar o painel integrado. No decorrer do texto, entretanto, há várias considerações teóricas, metodológicas e empíricas sobre o uso do painel.

- LATINDEX – Sistema Regional de Informação em linha para Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal. Disponível em: <https://www.latindex.org/latindex/inicio>. Acesso em: 28 jul. 2020.

Plataforma do Sistema Regional de Informação em linha para revistas científicas da America Latina, Caribe, Espanha e Portugal.

- MORAES, M. S. S. *et al. Temas político-sociais/Transversais na Educação Brasileira*: o discurso visa à transformação social? Reflexões da disciplina Temas Contemporâneos Transversais em Educação. Faculdade de Ciências. Bauru: Ed. Unesp, 2002.

Nesse documento, os autores analisam os temas transversais na educação e a perspectiva de colocá-los como eixos que direcionam os demais estudos. Tratam, também, dos avanços qualitativos que definem com maior clareza o papel da escola na construção da cidadania dos estudantes brasileiros a partir do trabalho com temas controversos e transversais.

- MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 199-215, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v14n3/1983-2117-epec-14-03-00199.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2020.

Esse artigo apresenta aspectos que fundamentaram, na teoria e na prática, a gênese e proposição dos três momentos pedagógicos.

- NIST Livro de Química na Web, Base de dados de referência padrão do NIST número 69, Dimethyl ether. Disponível em: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C115106&Units=SI&Type=IR-SPEC&Index=0#IR-SPEC>. Acesso em: 15 jul. 2020.

Esse *link* apresenta o espectro de IV do metoximetano e suas propriedades.

- OLIVEIRA, A. Movimento e repouso. *Revista Ciência Hoje*, 19 dez. 2014. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/coluna/movimento-e-repouso/>. Acesso em: 25 jun. 2020.

O texto discute os conceitos de "movimento" e "repouso" abordando aspectos históricos da evolução desses conceitos.

- PHET Simulações interativas. Adição de vetores. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/vector-addition/latest/vector-addition_pt_BR.html>. Acesso em: 31 ago. 2020.

Nessa simulação veja como os vetores se somam explorando vetores em 1D e 2D.

- PHET Simulações Interativas. O homem em movimento. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/moving-man>. Acesso em: 31 ago. 2020.

Nessa simulação mova o homenzinho e trace o seu movimento. Você pode definir posição, velocidade e aceleração.

- PIVETTA, M. Auxílio ilegal e sob medida. *Revista Pesquisa Fapesp*, 2004. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/au%C2%ADxi%C2%ADlio-ile%C2%ADgal-e-sob-me%C2%ADdi%C2%ADda/>. Acesso em: 16 jul. 2020.

EM MODERNA

Nesse texto são apresentados vários episódios de *doping* e um histórico das principais substâncias utilizadas no contexto de competições mundiais.

- RANGEL, M.; MACHADO, J. C. O papel da leitura e da escrita na sala de aula: estratégias de ensino para dinamização dos processos de leitura e escrita. *Anais do SIELP*. Uberlândia: EDUFU, 2012. v. 2, n. 1. Disponível em: <http://www.ileel.ufu.br/anaisdosielp/wp-content/uploads/2014/07/volume_2_artigo_229.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2020.

Além de tratar do papel da escola e do professor no processo de aprendizagem da escrita, nesse texto as autoras apresentam uma série de sugestões para a sala de aula que podem ser implementadas para melhorar a escrita e a leitura.

- REDALYC – Rede de Revistas Científicas da América Latina e Caribe, Espanha e Portugal. Disponível em: <https://www.redalyc.org/>. Acesso em: 28 jul. 2020.

Página do Sistema de Informação Científica em que são disponibilizados gratuitamente artigos e periódicos.

- SALAZART, A. C. W. *Atividades para associar MCU ao MHS usando o método instrução pelos colegas e as luas de Júpiter*. 2016. Produto Educacional (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2016. Disponível em: <http://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/2341/2/PRODU%c3%87%c3%83O%20EDUCACIONAL_apos_defesa.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2020.

Produto educacional para abordagem do movimento circular uniforme e do movimento harmônico simples a partir da análise do movimento de Júpiter e utilizando a metodologia de instrução pelos pares.

- SASSAKI, R. K. Como chamar as pessoas que têm deficiência. *Diversa*, 12 mar. 2014. Disponível em: <https://diversa.org.br/artigos/como-chamar-pessoas-que-tem-deficiencia/>. Acesso em: 17 jul. 2020.

O autor traz um panorama histórico das várias expressões que já foram usadas para se referir às pessoas com deficiência, finalizando com a apresentação dos princípios que nortearam a adoção da expressão "pessoas com deficiência", que passou a ser usada em 2006. Traz ainda uma ampla lista de documentos que podem ser consultados para aprofundamento na temática.

- SCIELO Scientific Electronic Library Online. Disponível em: <https://scielo.org/>. Acesso em: 28 jul. 2020.

Plataforma SciELO, que reúne uma seleção de periódicos científicos de países da América do Sul, Europa e África.

- SCOPUS. Disponível em: <https://www.scopus.com/home.uri>. Acesso em: 28 jul. 2020.

Banco de dados da Elsevier que disponibiliza, para os assinantes, artigos científicos e banco de dados de patentes.

- TEMELERO, M. Resenha crítica: passo a passo completo com exemplos. *Blog do Metzer*, 1º jul. 2019. Disponível em: <https://blog.mettzer.com/resenha-critica/>. Acesso em: 28 jul. 2020.

Artigo em que são mostradas as diferenças entre resumo, resenha e resenha crítica com exemplos e esquemas.

- WEB of SCIENCE. Disponível em: <https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/web-of-science/>. Acesso em: 28 jul. 2020.

Site que fornece, para os assinantes, acesso a bancos de dados de jornais e artigos científicos de diferentes disciplinas.

MODERNA

UNIDADE 1
Combustíveis e motores

Abertura

Espera-se que os estudantes mencionem que a escolha e o posicionamento proposital das imagens são uma forma impactante de chamar a atenção para a urgência em conter o aquecimento global e preservar a biodiversidade. É importante que eles percebam que a montagem fotográfica feita pelo artista é uma crítica aos padrões de consumo e à dependência de recursos naturais não renováveis. Isso está explícito na grande quantidade de fumaça que sai das chaminés industriais posicionadas diretamente sobre o urso-polar, que está ilhado em um bloco de gelo, mostrando como a emissão de gases de efeito estufa atinge e altera a vida de seres que estão muito distantes de áreas industriais.

Tema 1. Espera-se que os estudantes respondam que cadeia alimentar é a relação entre matéria e energia necessária para a manutenção da vida. É importante que eles reconheçam a posição ocupada pelos seres vivos nas cadeias alimentares (produtores, consumidores e decompositores), bem como o papel do Sol como fonte primária de energia na produção de alimentos. As atividades antrópicas intensificaram a emissão de gases de efeito estufa, aumentando a temperatura global e afetando, direta e indiretamente, diversas formas de vida. A redução ou extinção de espécies afeta a vida de todos os integrantes das cadeias alimentares, incluindo os seres humanos.

Tema 2. Espera-se que os estudantes relatem que o processo de queima da lenha gera gases que se dissipam no meio. Assim, para se obter a mesma massa do início, seria necessário realizar a queima em um sistema fechado, de modo a reter esses gases.

Tema 3. Espera-se que os estudantes respondam que os materiais sofrem modificações quando submetidos a variações de temperatura. Nesse caso, eles devem mencionar que o metal vai se dilatar mais do que o vidro, permitindo que a tampa seja removida.

Tema 4. Espera-se que os estudantes expliquem que as máquinas térmicas funcionam transformando o calor da queima de combustível em movimento, o que ocorre em um processo cíclico. No contexto da mudança climática, eles devem explicar que os motores a vapor contribuem para o aquecimento do planeta, pois geram bastante poluição devido à fumaça que sai pela chaminé, formada por gases da fornalha e vapor de água, motivo pelo qual essas locomotivas foram trocadas por trens movidos a motores mais modernos e menos poluentes, como o elétrico.

Tema 5. Espera-se que os estudantes indiquem os combustíveis fósseis como resultantes do processo de decomposição de matéria orgânica e, portanto, ricos em átomos de carbono, entre outras impurezas, como os compostos de enxofre. Assim, a combustão completa forma gás carbônico, um dos causadores do processo de intensificação do efeito estufa. Além disso, ocorre a formação de compostos de enxofre (principalmente SO_2) e de nitrogênio (denominados NOx), que estão relacionados à formação de chuva ácida e materiais particulados.

Tema 6. Espera-se que os estudantes mencionem as atividades que dependem de uso intensivo de combustíveis fósseis (para transporte e uso industrial), bem como o desmatamento. É importante que eles reflitam sobre o próprio estilo de vida e, com isso, proponham soluções, individuais ou coletivas, que visem à sustentabilidade, mitigando a emissão de gases de efeito estufa. É provável que eles mencionem também a necessidade de ações de políticas locais para a desaceleração do aquecimento global, além do investimento em pesquisas para o desenvolvimento de novos materiais e tecnologias energéticas que não dependam de recursos não renováveis.

Tema 1

1. **a)** Os seres vivos realizam os processos de fotossíntese e respiração celular, ambos envolvendo o gás oxigênio. Se a captação do gás oxigênio nos processos aeróbicos equilibra a liberação pelo processo fotossintético, os seres vivos deixam de alterar a concentração desse gás no ar. Se por algum motivo a taxa de fotossíntese for reduzida, a tendência será de queda do teor de O_2 atmosférico.

b) A radiação UV quebra a molécula de O_2 separando os átomos de oxigênio, cada um podendo reagir com uma molécula de O_2, formando O_3, que é o ozônio. O ozônio absorve a radiação UV, causadora de câncer e outras alterações cromossômicas e por isso apresenta grande importância para a manutenção da vida.

2. Alternativa **c**.

a) Incorreta, pois o fitoplâncton é composto, em sua maioria, de organismos microscópicos com ciclo de vida curto, que concentram grande quantidade de energia.

b) Incorreta, pois o zooplâncton é composto, em sua maioria, de organismos muito pequenos, com ciclo de vida curto.

c) Correta, pois, assim como em outras cadeias alimentares, há mais energia disponível nos produtores.

d) Incorreta, há poucas espécies que predam o atum, pois ele é um consumidor quaternário, restando pouca energia disponível para os níveis tróficos seguintes. São consumidores de vida longa.

e) Incorreta, o ciclo de vida dos produtores depende de características da espécie à qual eles pertencem.

3. **a)** A energia não utilizada corresponde a partes do organismo predado que não chegam a ser ingeridas; a não assimilada corresponde à fração que foi ingerida, mas que não foi absorvida e não pôde ser incorporada, sendo eliminada com as fezes.

b) Com a soma das perdas ao longo da cadeia alimentar, mantendo-se constante a entrada no nível dos produtores, chega-se a um ponto

EDIÇÃO MODERNA

em que a energia remanescente disponível não é suficiente para manter a população de uma espécie adicional.

4. Alternativa **a**.

Os produtores são os organismos capazes de converter, pela fotossíntese, um composto inorgânico, o gás carbônico (CO_2), em compostos orgânicos, como a glicose, que será utilizada tanto para formação e crescimento quanto para obtenção de energia para os processos metabólicos do produtor. Quando o consumidor primário se alimenta do produtor, ele absorve diretamente o carbono em sua forma orgânica, e essa passagem se repete ao longo da cadeia alimentar. Nesse caso, quem faz o papel dos produtores é o fitoplâncton, constituído por algas microscópicas.

5. Alternativa **c**.

a) Incorreta, pois a ordem dos organismos e o sentido das setas dão a ideia de que o pirarucu se alimenta do ser humano e a vegetação, do pirarucu.

b) Incorreta, pois um peixe herbívoro se alimentaria de plantas, e não do pirarucu.

c) Correta.

d) Incorreta, pois a ordem dos organismos e o sentido das setas dão a ideia de que o pirarucu se alimenta do ser humano, como na alternativa (a).

e) Incorreta, pois o maguari é carnívoro e não se alimenta de vegetação.

6. a) A quantidade de energia incorporada pela lagarta em um dia é 100 J (33 J + 67 J). Ela não utiliza toda a energia ingerida para suas reações metabólicas e crescimento, pois parte da energia não é assimilada, sendo eliminada nas fezes.

b) 33 J + 67 J = 100 J. Como o total ingerido foi 200 J, temos 100 J/200 J = 0,5 = 50%. Portanto, a lagarta usa efetivamente 50% daquilo que ingeriu.

c) Para manter-se viva, a lagarta usa 67 J de 200 J ingeridos. Portanto: 67 J/200 J = 0,335 = 33,5%.

Já para a construção do corpo (crescimento), a lagarta usa 33 J de 200 J ingeridos. Portanto: 33 J/200 J = 0,165 = 16,5%.

7. Alternativa **b**.

a) Incorreta, pois o texto se refere à decomposição que degrada a matéria orgânica, tornando os nutrientes disponíveis no solo.

b) Correta, pois a decomposição é o processo fundamental para a reciclagem da matéria.

c) Incorreta, pois o texto se refere à decomposição que degrada a matéria orgânica, tornando os nutrientes disponíveis no solo.

d) Incorreta, pois a alimentação dos animais não promove a reciclagem de nutrientes.

e) Incorreta, pois a queima de combustíveis fósseis libera carbono e outros compostos na atmosfera e não contribui para a fertilidade do solo.

8. Alternativa **b**.

a) Incorreta, pois as piranhas podem ser consumidoras secundárias ou até terciárias quando se alimentam de insetos e pequenos peixes.

b) Correta, pois podem ser tanto herbívoras quanto carnívoras.

c) Incorreta, pois os animais onívoros, tanto quanto os herbívoros e carnívoros, compõem as cadeias e teias alimentares.

d) Incorreta, pois podem ser consumidas por peixes maiores, independentemente daquilo que tenham ingerido como alimento.

e) Incorreta, pois, de acordo com o texto, podem ser consumidas por vários outros animais.

9. Alternativa **e**. Todas as afirmações estão corretas, pois o gás carbônico formado por átomos de carbono radioativos é incorporado no processo da fotossíntese pelos produtores, que sintetizam glicose e amido como reserva energética. Assim, ele entra para a cadeia alimentar e pode ser detectado em moléculas de todos os níveis tróficos.

10. a) Produtores: goiabeira e capim. Consumidores primários: morcego frugívoro, pássaro frugívoro, gafanhoto e lagarta. Consumidores secundários: pássaro insetívoro e morcego insetívoro. Consumidores terciários: gavião.

b) Número de indivíduos: produtores, 84; consumidores primários, 371; consumidores secundários, 21; consumidores terciários, 1.

Biomassa (g): produtores, 34.359; consumidores primários, 3.519; consumidores secundários, 3.126; consumidores terciários, 580.

c)

ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

A pirâmide de números não é típica; ela é invertida. O motivo é que a goiabeira pesa muito, mas é um só indivíduo, ou seja, contribui muito para a biomassa, mas não para a abundância. A pirâmide de biomassa é típica. Como os herbívoros comem só folhas e frutos, boa parte da biomassa da goiabeira (tronco, galhos e raízes) não é útil para eles.

Tema 2

1. a) Combustão completa:

$$C_8H_{18}(g) + \frac{25}{2} O_2(g) \longrightarrow 8\ CO_2(g) + 9\ H_2O(v)$$

Combustão incompleta:

$$C_8H_{18}(g) + \frac{17}{2} O_2(g) \longrightarrow 8\ CO(g) + 9\ H_2O(v)$$

O método de balanceamento abordado neste volume utiliza os menores coeficientes estequiométricos inteiros. Desse modo, é provável que alguns estudantes apresentem como resposta equações químicas balanceadas com números inteiros.

b) A quantidade de comburente (O_2, gás oxigênio). A combustão será completa quando a quantidade de comburente for suficiente para consumir todo o combustível, gerando apenas dióxido de carbono como produto da reação que contém átomos de carbono. Quando a quantidade de comburente é limitada, ocorre combustão incompleta, formando monóxido de carbono e/ou fuligem (C), em vez de CO_2. Vale ressaltar que, durante uma combustão, parte do reagente pode sofrer combustão completa e outra parte, combustão incompleta.

MODERNA

2. De acordo com a representação fornecida, essa reação química exemplifica a combustão completa do metano (CH_4), com formação de dióxido de carbono e água, conforme equação:

$$CH_4(g) + 2\ O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2\ H_2O(v)$$

Os estudantes podem representar a equação química conforme as quantidades de matéria presentes na ilustração; nesse caso, a equação ficaria com os seguintes coeficientes estequiométricos:

$$3\ CH_4(g) + 6\ O_2(g) \longrightarrow 3\ CO_2(g) + 6\ H_2O(v)$$

3. Proporção $\frac{C}{H}$ no etino (C_2H_2): 1

Proporção $\frac{C}{H}$ no etano (C_2H_6): $\frac{1}{3}$

Portanto, o etino apresenta maior teor de carbono que o etano, o que leva à maior produção de fuligem durante a combustão incompleta, e, consequentemente, à produção de chama mais luminosa.

4. Alternativa **e**. Sendo a pureza do carvão igual a 80%, a quantidade em massa que participa da reação é:

$m(C) = 10\ kg \cdot 80\% = 8\ kg = 8.000\ g$

De acordo com a equação química que descreve a combustão completa do carvão, concluímos que, a cada um mol de C consumido, é produzido um mol de CO_2. Assim, para calcular a quantidade de gás carbônico formado, podemos utilizar a relação entre a massa de carvão queimada e a quantidade de moléculas de CO_2 formadas.

Massa de carvão		Número de moléculas de CO_2
12 g	———	$6 \cdot 10^{23}$ moléculas
8.000 g	———	$n(CO_2)$

$$n(CO_2) = \frac{8.000\ g \cdot 6 \cdot 10^{23}\ \text{moléculas}}{12\ g} \therefore n(CO_2) = 4 \cdot 10^{26}\ \text{moléculas}$$

5. **a)** Como a columbita apresenta pureza de Nb_2O_5 de 30%, tem-se:

Porcentagem		Massa de Nb_2O_5
100%	———	5 t
30%	———	$m(Nb_2O_5)$

$$m(Nb_2O_5) = \frac{30\% \cdot 5\ t}{100\%} = 1{,}5\ t$$

Portanto, a massa de pentóxido de nióbio presente em 5 t de columbita é de 1,5 t. Com base na estequiometria da reação, é possível determinar a massa de nióbio que pode ser obtida. Para isso, antes devemos calcular a massa molar de Nb_2O_5.

$$m(Nb_2O_5) = 2 \cdot 93\ g\ mol^{-1} + 5 \cdot 16\ g\ mol^{-1} = 266\ g\ mol^{-1}$$

Massa de Nb_2O_5		Massa de Nb
$3\ mol \cdot 266\ g\ mol^{-1}$	———	$6\ mol \cdot 93\ g\ mol^{-1}$
1,5 t	———	$m(Nb)$

$$m(Nb) = \frac{1{,}5\ t \cdot 6\ mol \cdot 93\ g\ mol^{-1}}{3\ mol \cdot 266\ g\ mol^{-1}} \approx 1{,}05\ t$$

Portanto, a massa de nióbio que poderia ser obtida nesse processo é de, aproximadamente, 1,05 t.

b) A proporção estequiométrica da reação indica que 3 mol de pentóxido de nióbio reagem com 10 mol de alumínio. Dessa forma, partindo de 1,5 t de Nb_2O_5, tem-se:

Massa de Nb_2O_5		Massa de Al
$3\ mol \cdot 266\ g\ mol^{-1}$	———	$10\ mol \cdot 27\ g\ mol^{-1}$
1,5 t	———	$m(Al)$

$$m(Al) = \frac{1{,}5\ t \cdot 10\ mol \cdot 27\ g\ mol^{-1}}{3\ mol \cdot 266\ g\ mol^{-1}} \approx 0{,}5\ t$$

Ou seja, para reagir com 1,5 t de Nb_2O_5, é necessária 0,5 t de alumínio. Como foram usadas 2 t de Al inicialmente, o alumínio está em excesso na reação. Portanto, a columbita é o reagente limitante.

c) O reagente em excesso é o alumínio, e sua massa em excesso é igual a $2{,}0\ t - 0{,}5\ t = 1{,}5\ t = 1{,}5 \cdot 10^6\ g$. Para calcular a quantidade de átomos de alumínio que restaram no fim da reação, devemos utilizar a massa molar de Al e a constante de Avogadro, conforme cálculo a seguir.

$$\text{Átomos de Al} = \frac{1{,}5 \cdot 10^6\ g \cdot 6 \cdot 10^{23}\ \text{átomos}\ mol^{-1}}{27\ g\ mol^{-1}} \approx 3{,}3 \cdot 10^{28}\ \text{átomos de Al}$$

6. A atividade requer a aplicação de conhecimentos sobre a lei da conservação da massa para que sejam previstos os valores de massa envolvidos na reação de síntese da água. A resolução

exigirá cálculos de subtração, adição e proporção, além de atenção às massas excedentes. Sabendo que as massas das espécies envolvidas são conservadas, temos:

m(inicial) = m(final)

Logo, a soma das massas dos reagentes é igual à soma das massas do produto e do excesso (o que não reagiu).

$m(O_2) + m(H_2) = m(H_2O) + m(\text{excesso } H_2) + m(\text{excesso } O_2)$

Experimento 2: 0,032 g + 0,004 g = 0,036 g + m(excesso O_2) + 0,0 g ∴ m(excesso O_2) = 0,0 g

Experimento 3: 0,032 g + $m(H_2)$ = 0,036 g + 0,0 g + 0,002 g ∴ $m(H_2)$ = 0,006 g

Experimento 4: 0,080 g + 0,015 g = 0,090 g + 0,0 g + m(excesso H_2) ∴ m(excesso H_2) = 0,005 g

Atenção, esses valores também podem ser encontrados utilizando-se as proporções estequiométricas massa-massa.

Experimento	Massa (g)				
	O_2	H_2	H_2O	O_2 que não reagiu	H_2 que não reagiu
1	0,032	0,002	0,018	0,016	0,0
2	0,032	0,004	0,036	0,0	0,0
3	0,032	0,006	0,036	0,0	0,002
4	0,080	0,015	0,090	0,0	0,005

a) Após identificar os produtos e os reagentes, montando a equação, é necessário realizar o balanceamento da equação química. Primeiramente, observa-se que o número de átomos de hidrogênio é igual nos reagentes e nos produtos; porém, para balancear o número de átomos de oxigênio, acrescenta-se o coeficiente estequiométrico 2 para a água. Dessa forma, a quantidade de átomos de oxigênio nos reagentes e nos produtos é a mesma; no entanto, com essa alteração, há quatro átomos de hidrogênio no lado dos produtos. Acrescenta-se, então, o coeficiente estequiométrico 2 para o H_2. Assim, temos a equação química balanceada:

$2\ H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\ H_2O(v)$

b) A lei da conservação da massa. As explicações sobre o procedimento devem estar relacionadas à aplicação da teoria e dos cálculos de subtração, adição e/ou proporção.

c) Utilizando a proporção de massas do experimento 1, temos:

Massa de O_2		Massa de H_2
(0,032 g − 0,016 g)	———	0,002 g
$m(O_2)$	———	0,010 g

$m(O_2)$ = 0,080 g

A massa de gás oxigênio necessária é 0,080 g.

d) Primeiramente, verifica-se qual é o reagente limitante da reação química. Utilizando a proporção de massas do experimento 1, temos:

Massa de O_2		Massa de H_2
(0,032 g − 0,016 g)	———	0,002 g
1,60 g	———	$m(H_2)$

$m(H_2)$ = 0,20 g

Para que todo o oxigênio seja consumido, é necessário 0,20 g de H_2, quantidade inferior aos 0,3 g disponíveis, o que permite concluir que o H_2 está em excesso e que o O_2 é o reagente limitante. Logo, relacionando as proporções em massa de O_2 e H_2O (experimento 1), temos:

Massa de O_2		Massa de H_2O
(0,032 g − 0,016 g)	———	0,018 g
1,60 g	———	$m(H_2O)$

$m(H_2O)$ = 1,8 g

A massa de água formada deve ser de 1,8 g.

7. Alternativa **d**.

I) Correto.

Equação da reação de combustão incompleta:

$$C_3H_8(g) + \frac{7}{2}\ O_2(g) \longrightarrow 3\ CO(g) + 4\ H_2O(v)$$

Cálculo do volume de O_2 necessário para reagir com todo o C_3H_8:

Volume de C_3H_8		Volume de O_2
1 L	———	3,5 L
50 L	———	$V(O_2)$

$V(O_2)$ = 175 L

Equação de combustão incompleta, considerando formação de fuligem, representada por C:

$C_3H_8(g) + 2\ O_2(g) \longrightarrow 3\ C(s) + 4\ H_2O(v)$

Cálculo do volume de O_2 necessário para reagir com todo o C_3H_8:

Volume de C_3H_8		Volume de O_2
1 L	———	2 L
50 L	———	$V(O_2)$

$V(O_2) = 100$ L

Como no ar há apenas 20% de gás oxigênio, o volume de O_2 em 250 L de ar é: $250\ L \cdot 0{,}2 = 50\ L$

Portanto, como não há gás oxigênio suficiente para uma combustão incompleta, restaria propano no reator.

II) Incorreto.

Equação da reação de combustão completa:

$C_3H_8(g) + 5\ O_2(g) \longrightarrow 3\ CO_2(g) + 4\ H_2O(v)$

Cálculo do volume de O_2 necessário para reagir com todo o C_3H_8:

Volume de C_3H_8		Volume de O_2
1 L	———	5 L
50 L	———	$V(O_2)$

$V(O_2) = 250$ L

$$\text{Volume de ar} = \frac{250\ L \cdot 100\%}{20\%} = 1.250\ L$$

Portanto, seriam necessários no mínimo 1.250 L de ar para que ocorresse a combustão completa.

III) Correto. Como não há gás oxigênio suficiente para a combustão completa do propano, é provável que ocorra a formação de fuligem.

8. A reação de combustão completa do butano é representada por:

$2\ C_4H_{10}(g) + 13\ O_2(g) \longrightarrow 8\ CO_2(g) + 10\ H_2O(v)$

Massa de CO_2 liberada:

Massa de C_4H_{10}		Massa de CO_2
$2\ mol \cdot 58{,}0\ g\ mol^{-1}$	———	$8\ mol \cdot 44{,}0\ g\ mol^{-1}$
10 g	———	$m(CO_2)$

$$m(CO_2) = \frac{10\ g \cdot 8\ mol \cdot 44{,}0\ g\ mol^{-1}}{2\ mol \cdot 58{,}0\ g\ mol^{-1}} \approx 30{,}3\ g$$

Quantidade de matéria de H_2O produzida:

Massa de C_4H_{10}		Quantidade de matéria de H_2O
116 g	———	10 mol
10 g	———	$n(H_2O)$

$$n(H_2O) = \frac{10\ g \cdot 10\ mol}{116\ g} \approx 0{,}86\ mol$$

Durante a combustão de 10 g de butano, são produzidos, aproximadamente, 30,3 g de gás carbônico e 0,86 mol de água.

9. a) Segundo a equação geral da reação de obtenção de ferro metálico por meio do óxido de ferro(III), principal constituinte da hematita, 2 mol de Fe_2O_3 reagem para formar 4 mol de ferro metálico, segundo a equação química:

$2\ Fe_2O_3(s) + 4\ C(s) + O_2(g) \longrightarrow 4\ Fe(l) + 4\ CO_2(g)$

Dessa forma:

Massa de ferro		Massa de Fe_2O_3
$4\ mol \cdot 55{,}8\ g\ mol^{-1}$	———	$2\ mol \cdot 159{,}6\ g\ mol^{-1}$
1,68 t	———	$m(Fe_2O_3)$

$$m(Fe_2O_3) = \frac{1{,}68\ t \cdot 2\ mol \cdot 159{,}6\ g\ mol^{-1}}{4\ mol \cdot 55{,}8\ g\ mol^{-1}} \approx 2{,}4\ t$$

A quantidade de Fe_2O_3 que reagiu foi 2,4 t.

b) Conforme calculado na alternativa anterior, reagiram 2,4 t de Fe_2O_3. Considerando a massa inicial de 2,5 t, restou 0,1 t de impurezas.

c) $\text{Rendimento (\%)} = \frac{2{,}4\ t}{2{,}5\ t} \cdot 100\% = 96\%$

10. Alternativa **b**. A equação da combustão completa do butano é:

$$C_4H_{10}(g) + \frac{13}{2}\ O_2(g) \longrightarrow 4\ CO_2(g) + 5\ H_2O(v)$$

MODERNA

A proporção estequiométrica entre butano e gás carbônico é 1 : 4, ou seja, cada mol (58 g) de butano queimado gera 4 mol de CO_2 (4 mol · 44 g mol^{-1} = 176 g), que é lançado na atmosfera. Para atingir a meta e reduzir em 1 kg (1.000 g) a quantidade de CO_2 gerado por dia, a quantidade mínima de butano que os japoneses devem deixar de queimar diariamente é:

Massa de CO_2		Massa de C_4H_{10}
176 g	———	58 g
1.000 g	———	$m(C_4H_{10})$

$$m(C_4H_{10}) = \frac{1.000\ g \cdot 58\ g}{176\ g} \approx 329{,}5\ g \approx 0{,}33\ kg$$

Portanto, a massa de butano é, aproximadamente, 0,33 kg.

11. Alternativa **d**. O consumo médio de combustível foi de um litro a cada 16 km percorridos. Como o percurso total foi de 480 km, o consumo total de combustível foi:

Distância		Volume de combustível
16 km	———	1 L
480 km	———	V

$$V = \frac{480\ km \cdot 1\ L}{16\ km} = 30\ L$$

Uma vez que a composição média do combustível é de octano (C_8H_{18}) e que a densidade da gasolina é igual a $8 \cdot 10^2$ g L^{-1}, a massa total de combustível consumida durante todo o percurso foi:

Volume de gasolina		Massa de gasolina
1 L	———	800 g
30 L	———	$m(C_8H_{18})$

$$m(C_8H_{18}) = \frac{30\ L \cdot 800\ g}{1\ L} = 24.000\ g$$

A equação química da combustão completa da gasolina é:

$$C_8H_{18}(l) + \frac{25}{2}\ O_2(g) \longrightarrow 8\ CO_2(g) + 9\ H_2O(v)$$

A proporção estequiométrica entre a gasolina e o gás carbônico gerado é 1 : 8, ou seja, cada mol de gasolina queimada gera 8 mol de CO_2 lançados na atmosfera.

Considerando que o volume molar de gás nas CATP é de 25 L mol^{-1} e que a massa molar da gasolina é de 114 g mol^{-1}, pode-se determinar a quantidade de CO_2 lançada na atmosfera durante a viagem:

Massa de C_8H_{18}		Volume de CO_2
114 g	———	8 mol · 25 L mol^{-1}
24.000 g	———	$V(CO_2)$

$$V(CO_2) = \frac{24.000\ g \cdot 8\ mol \cdot 25\ L\ mol^{-1}}{114\ g} \therefore V(CO_2) \approx 42.105\ L$$

Ou seja, cerca de 40.000 L de CO_2.

12. A reação de combustão completa do etanol pode ser representada pela equação química:

$$C_2H_5OH + 3\ O_2 \longrightarrow 3\ H_2O + 2\ CO_2$$

I) A partir do fluxograma, extraímos a informação de que o gás oxigênio está em excesso; logo, o etanol é o reagente limitante. Desse modo, podemos calcular a massa de água que deve ser formada caso os 92 g de etanol apresentem 100% de pureza.

Massa de C_2H_5OH		Massa de H_2O
1 mol · 46,0 g mol^{-1}	———	3 mol · 18,0 g mol^{-1}
92,0 g	———	$m(H_2O)$

$m(H_2O)$ = 108 g

Se o etanol utilizado não apresentasse impurezas, 92 g de etanol produziriam 108 g de água. No entanto, foram produzidos apenas 81 g de água; logo:

Massa de H_2O		Pureza do reagente
108,0 g	———	100%
81,0 g	———	Pureza

Pureza = 75%

II) Foram produzidos 81 g de água. Considerando a relação entre as massas de água e de dióxido de carbono, a massa produzida de gás carbônico foi:

Massa de H_2O		Massa de CO_2
3 mol · 18,0 g mol^{-1}	———	2 mol · 44,0 g mol^{-1}
81,0 g	———	$m(CO_2)$

$m(CO_2)$ = 132 g

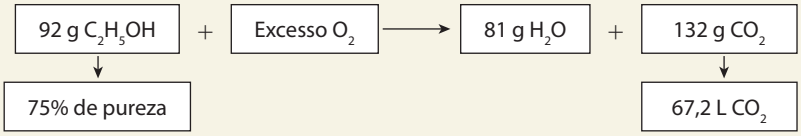
MODERNA

III) Considerando as condições normais de temperatura e pressão, o volume molar de um gás é 22,4 L. Desse modo, foram produzidos:

Massa de CO_2		Volume de CO_2
44,0 g	———	22,4 L
132 g	———	$V(CO_2)$

$V(CO_2) = 67{,}2$ L

Assim, o esquema apresentado pode ser preenchido da seguinte forma:



13. Alternativa **c**.

a) Incorreta. Quanto maior a massa de oxigênio, maior a massa de magnésio. Logo, as massas de oxigênio e magnésio envolvidas nas reações são diretamente proporcionais.

b) Incorreta. No gráfico, observamos que 4 · 10 g de oxigênio reagem com 6 · 10 g de magnésio. Para reagir com 48 g de oxigênio, é necessário:

Massa de oxigênio		Massa de magnésio
4 · 10 g	———	6 · 10 g
m(oxigênio)	———	48 g

m(oxigênio) = 32 g

c) Correta. Vimos no gráfico que 40 g de oxigênio reagem com 60 g de magnésio, em uma proporção de 2 : 3. Portanto, se partirmos de 60 g de magnésio, teremos 40 g de oxigênio reagindo e outros 20 g em excesso. Pela lei da conservação da massa, formam-se 100 g de produto.

d) Incorreta. Conforme descrito no item anterior, teremos 20 g em excesso de oxigênio.

e) Incorreta. Vimos no gráfico que 40 g de oxigênio reagem com 60 g de magnésio ou 2 g de oxigênio reagem com 3 g de magnésio, o oposto ao indicado na alternativa.

Tema 3

Prática investigativa

Prepare-se!

Espera-se que os estudantes identifiquem que, pela equação da dilatação linear, o coeficiente de dilatação linear é diretamente proporcional à variação do comprimento da lâmina. Pela figura, para a ligação ser estabelecida, as lâminas devem se curvar para cima, isso significa que a lâmina de baixo deve se curvar mais; logo, ela apresenta maior coeficiente de dilatação linear.

Discuta com seus colegas

1. O termostato deve perder contato com o prego mais rapidamente com a lâmina feita de papel sulfite, o mais fino de todos. Os estudantes devem perceber que o efeito do calor nas lâminas depende da espessura do papel sulfite e das cartolinas usadas. Quanto mais espesso o papel ou a cartolina, menos pronunciado será o efeito do calor em curvar a lâmina e, consequentemente, em perder contato com o prego.

2. Na lâmina com cartolina mais espessa, o papel-alumínio deve atingir maior temperatura, pois é necessário que o papel dilate mais para que a lâmina se curve. Isso acontece porque a variação de comprimento da lâmina é proporcional à variação de temperatura.

3. O calor que o papel-alumínio recebe da lâmpada é distribuído por toda a lâmina. Com a variação de temperatura do papel-alumínio, ocorrerá a sua dilatação. A posição da lâmpada em relação à lâmina deve influenciar a distribuição de calor. No entanto, as lâminas usadas no experimento têm comprimento pequeno; desse modo, a mudança de sua posição não ocasiona efeitos finais significativos.

4. A lâmina de cartolina menos espessa é a mais apropriada, pois ao se curvar ela se deformará menos do que a lâmina de papel sulfite, sendo possível sua reutilização. Comparada com a lâmina de cartolina mais espessa, ela se curvará mais facilmente, pois a lâmina de cartolina mais espessa quase não se curva. Portanto, se quiséssemos aplicar esse termostato a um equipamento, o termostato feito com a lâmina de cartolina menos espessa é o melhor.

5. Espera-se que os estudantes identifiquem as eventuais dificuldades encontradas durante a realização do experimento e as registrem, propondo sugestões de melhorias.

6. Resposta pessoal.

MODERNA

1. Alternativa **c**. A respeito de cada transformação, podemos afirmar que: na transformação isocórica ou isovolumétrica, o volume do gás permanece constante; na isobárica, a pressão do gás permanece constante; na isotérmica, a temperatura do gás permanece constante; na adiabática, a quantidade de calor trocada é nula, enquanto o volume, a pressão e a temperatura variam. Logo, as afirmativas I, II, III e IV são verdadeiras.

2. O volume do gás inicial é de $2\ L = 2 \cdot 10^{-3}\ m^3$ e o volume final é de $4\ L = 4 \cdot 10^{-3}\ m^3$. Assim, o trabalho durante a transformação isobárica é dado por:

$\mathcal{C} = p \cdot \Delta V \Rightarrow \mathcal{C} = 10^5 \cdot (4 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-3}) \therefore \mathcal{C} = 200\ J$

3. O trabalho durante a expansão isobárica é dado por:

$\mathcal{C} = p \cdot \Delta V \Rightarrow \mathcal{C} = 5{,}0 \cdot 10^5 \cdot 0{,}25 \therefore \mathcal{C} = 1{,}25 \cdot 10^5\ J$

Considerando que $1\ cal = 4{,}2\ J$, então $420 \cdot 10^3\ J = 4{,}2 \cdot 10^5\ J$. Assim, pela primeira lei da Termodinâmica, temos:

$\Delta U = Q - \mathcal{C} \Rightarrow \Delta U = 4{,}2 \cdot 10^5\ J - 1{,}25 \cdot 10^5\ J \therefore \Delta U = 2{,}95 \cdot 10^5\ J$

4. Na primeira situação, o sistema não realiza trabalho; portanto, todo o calor adicionado ao sistema será convertido em energia interna, ou seja, a energia interna aumentará em 100 J. No segundo caso, o sistema realiza um trabalho de 40 J; portanto, a energia interna do sistema terá um aumento de $100\ J - 40\ J = 60\ J$.

5. **a)** Como se trata de um processo isobárico, sabemos que o volume e a temperatura variam de forma diretamente proporcional. Portanto, se o volume diminui, a temperatura do gás ideal também diminui.

b) O trabalho é realizado pelo gás. Considerando 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:

$\mathcal{C} = p \cdot \Delta V \Rightarrow \mathcal{C} = p \cdot A \cdot \Delta h \Rightarrow \mathcal{C} = 10^5 \cdot 25 \cdot 10^{-4} \cdot 7 \cdot 10^{-2} \therefore \mathcal{C} = 17{,}5\ J$

6. **a)** Observando o gráfico, verificamos que ocorreu uma transformação isobárica.

b) O trabalho durante a transformação isobárica é dado por:

$\mathcal{C} = p \cdot \Delta V \Rightarrow \mathcal{C} = 10^5 \cdot (4.000 \cdot 10^{-6} - 9.000 \cdot 10^{-6}) \therefore \mathcal{C} = -500\ J$

Do enunciado sabemos que o gás cedeu calor ao meio externo $Q = -1.000\ J$. Então, pela primeira lei da Termodinâmica, a variação da energia interna é dada por:

$\Delta U = Q - \mathcal{C} \Rightarrow \Delta U = -1.000 - (-500) \therefore \Delta U = -500\ J$

7. **a)** Analisando o gráfico, notamos que no processo adiabático ocorre uma diminuição da pressão, um aumento do volume e uma diminuição da temperatura. Além disso, sendo o processo adiabático, a troca de calor é nula ($Q = 0$) e, com base na primeira lei da Termodinâmica, $\Delta U = -\mathcal{C}$.

b) Com a expressão que relaciona a variação da energia interna e o trabalho, obtida no item anterior, temos:

$\Delta U = -\mathcal{C} \therefore \Delta U - 200\ J$

8. Alternativa **c**. O trabalho realizado pelo gás do estado *A* para o estado *B* é numericamente igual à área abaixo da curva; portanto:

$$\mathcal{C} = (4 - 2) \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^6 + \frac{(5 \cdot 10^6 + 2 \cdot 10^6) \cdot (6 - 4) \cdot 10^{-4}}{2} + (8 - 6) \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^6 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mathcal{C} = 1.000 + 700 + 400 \therefore \mathcal{C} = 2.100\ J = 2{,}1\ kJ$$

Tema 4

1. **a)** Certa.

b) Errada. Na expansão isotérmica o gás retira calor da fonte quente.

c) Certa.

d) Errada. Na compressão isotérmica, o trabalho é negativo, pois há diminuição do volume.

e) Errada. Durante um processo isotérmico, a temperatura do gás se mantém constante e, portanto, a variação de energia interna do gás é nula.

2. No caso dos reservatórios, o rendimento seria nulo. Se a fonte fria estivesse a 0 K, o que é fisicamente impossível, o rendimento seria 1 (ou 100%).

3. O rendimento máximo possível é calculado com base no ciclo de Carnot; portanto:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{270\ K}{2.700\ K} \therefore \eta = 0{,}9 = 90\%$$

4. Considerando o ciclo de Carnot, obtemos o rendimento máximo de:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{400\ K}{700\ K} \therefore \eta = 0{,}43 = 43\%$$

Assim, com base na definição de rendimento, temos:

$$\eta = \frac{\mathcal{C}}{Q_1} \Rightarrow 0{,}43 = \frac{\mathcal{C}}{1.000\ J} \therefore \mathcal{C} = 430\ J$$

5. Alternativa **b**. A consideração física sobre a impossibilidade de uma máquina térmica obter 100% do rendimento está relacionada com a segunda lei da Termodinâmica. Essa lei diz que a entropia de um sistema isolado deve sempre aumentar.

MODERNA

6. Alternativa **d**. Analisando as afirmações, temos:

I. Verdadeira.

II. Falsa. O gelo que se forma nas paredes do congelador dificulta as trocas de calor com o ar aquecido pelos alimentos.

III. Verdadeira.

7. A segunda lei da Termodinâmica diz que em um sistema isolado o calor deve fluir sempre do corpo quente para o corpo frio. No caso do ar-condicionado, há um trabalho realizado para inverter esse fluxo. Portanto, não se trata de um sistema isolado.

8. **a)** Com base na definição de rendimento máximo de uma máquina de Carnot, temos:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{300\,K}{500\,K} \therefore \eta = 0{,}4 = 40\%$$

b) Com base na definição de rendimento, temos:

$$\eta = \frac{\mathcal{C}}{Q_1} \Rightarrow 0{,}4 = \frac{100\,J}{Q_1} \therefore Q_1 = 250\,J$$

c) A quantidade de calor rejeitada pode ser calculada considerando $\mathcal{C} = Q_1 - Q_2$; portanto:

$\mathcal{C} = Q_1 - Q_2 \Rightarrow 100\,J = 250\,J - Q_2 \therefore Q_2 = 150\,J$

9. **a)** O trabalho é realizado pelo gás, pois o ciclo é horário.

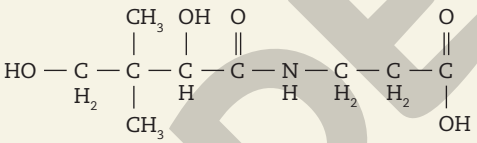
b) O trabalho total é numericamente igual à área interna do ciclo; portanto:

$\mathcal{C} = (4p - p) \cdot (6V - V) \therefore \mathcal{C} = 15pV$

10. Alternativa **b**. Com base na segunda lei da Termodinâmica, sabe-se que nenhuma máquina térmica consegue transformar toda a energia recebida em trabalho aproveitável, ou seja, o rendimento de qualquer máquina térmica é sempre menor que 1 (100%).

Tema 5

1. De acordo com a tabela dada no enunciado, o átomo de carbono pode formar quatro ligações, o átomo de hidrogênio forma uma ligação, o átomo de nitrogênio forma três ligações e o átomo de oxigênio forma duas ligações. Portanto, completam a estrutura as ligações indicadas a seguir.

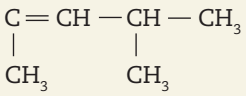


2. **a)** $H_2C = CH - CH_2 - CH_3$

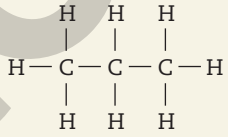
b) $H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

c) $H_3C - C \equiv C - CH_2 - CH_2 - CH_3$

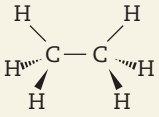
d)



3. A fórmula estrutural plana do propano (a) é:



A fórmula estrutural estereoquímica do etano (b) é:



4. Alternativa **a**.

a) Correta. No craqueamento, moléculas de altas massas moleculares são rompidas formando moléculas (geralmente hidrocarbonetos) de menor massa molecular.

b) Incorreta. No processo descrito, ocorre uma reação de adição.

c) Incorreta. No processo descrito, ocorre uma desidrogenação (eliminação de H_2).

d) Incorreta. O processo descrito mostra uma reação de combustão completa.

e) Incorreta. Nesse caso, tem-se uma reação em que ocorre o rearranjo da cadeia.

5.

Nome	Fórmula molecular	Tipo de cadeia
Penta-1,3-dieno	C_5H_8	Linear e insaturada
5-etil-3,3-dimetiloctano	$C_{12}H_{26}$	Ramificada e saturada
3-etilpent-1-ino	C_7H_{12}	Ramificada e insaturada

MODERNA

6. Alternativa **d**.

a) Incorreta. O monóxido de carbono (CO) é um óxido neutro e não reage com a água.

b) Incorreta. O CO é produto da combustão incompleta.

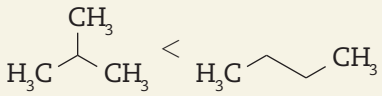
c) Incorreta. Além do CO_2, os óxidos de nitrogênio (NO_x) e de enxofre (SO_x) também são responsáveis pela chuva ácida.

d) Correta. Como o dióxido de carbono (CO_2) é um óxido ácido, sua reação com a água produz o ácido carbônico (H_2CO_3, instável). Portanto, o pH dessa solução é menor que 7.

e) Incorreta. O dióxido de carbono (CO_2), e não o monóxido de carbono (CO), é fundamental no processo de fotossíntese.

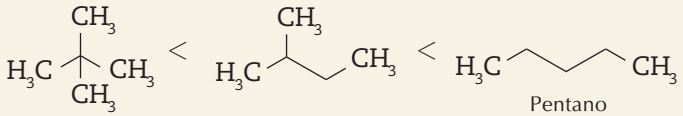
7. Respostas possíveis são indicadas a seguir.

a)



Metilpropano Butano

b)



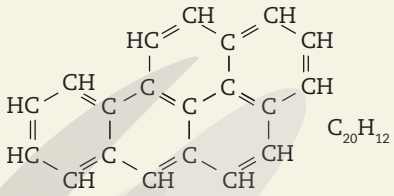
Dimetilpropano Metilbutano Pentano

Substâncias formadas por compostos de cadeia linear apresentam maiores TE quando comparadas aos de cadeia ramificada de mesma fórmula molecular. Quanto maior o número de ramificações, menor a área de interação intermolecular; por isso, as substâncias mais ramificadas apresentam menor TE.

8. **a)** Processo de separação de misturas: destilação fracionada.
Propriedade específica: temperatura de ebulição.

b) Quanto menor o número de átomos de carbono, mais volátil será o hidrocarboneto. Assim:
1 – gás liquefeito do petróleo (C_3 a C_4)
2 – gasolina (C_5 a C_{12})
3 – querosene (C_{12} a C_{16})
4 – óleo diesel (C_{12} a C_{20})
5 – óleo combustível (C_{20} ou mais)

9. Alternativa **d**.



$C_{20}H_{12}$

$$\text{Razão} = \frac{\text{número de átomos de C}}{\text{número de átomos de H}} = \frac{20}{12} = \frac{5}{3}$$

10. Alternativa **b**. As estruturas 1 e 2 apresentam momento de dipolo resultante diferente de zero, e, por isso, são polares. A estrutura 3 apresenta um momento de dipolo resultante nulo e, portanto, é apolar.

11. Alternativa **d**.
Apenas os indicadores vermelhos de cresol, azul de bromotimol e fenolftaleína apresentam um pH de transição que torna possível verificar a mudança de cor de um valor de pH entre 6,6 e 6,8 para um valor de pH de 8,3.

12. Alternativa **d**.

a) Incorreta. A densidade não influencia no processo de destilação do petróleo.

b) Incorreta. Quanto maior o número de ramificações, menores as temperaturas de ebulição quando se comparam moléculas com a mesma quantidade de átomos de carbono.

c) Incorreta. A solubilidade não interfere no processo da destilação do petróleo.

d) Correta. As forças intermoleculares (forças dispersivas de London) são mais intensas. Quanto maior o tamanho da cadeia carbônica, maior a área de interação entre as moléculas e, consequentemente, maior a temperatura para a obtenção dessa fração.

e) Incorreta. Na destilação do petróleo não ocorre um processo químico (reação química com rompimento de ligações da cadeia). O processo corresponde a uma transformação física.

13. São verdadeiras as afirmações II e IV.

I) Incorreto. Observando o gráfico de pH, mesmo havendo uma diminuição do valor de pH pela reação do CO_2 com a água, os valores de pH ficaram acima de 8,0.

MODERNA

II) Correto. A acidificação dos oceanos pode comprometer a sobrevivência dos corais; o carbonato de cálcio presente no exoesqueleto dos corais se desgasta com o aumento da acidez.

III) Incorreto. Em 2012, observou-se o maior valor de pCO_2 e um menor valor de pH, registrado em 1999, 2000, 2008 e 2012.

IV) Correto. Quanto maior a pCO_2, menor o valor de pH. Isso se dá pela reação do CO_2 com a água do mar, devido ao caráter ácido do gás carbônico.

V) Incorreto. Quando pCO_2 foi igual a 310 µatm, o valor de pH se aproximou de 8,12.

14. a) Antes da fusão do enxofre, a coloração é rosa, pois o meio apresenta caráter básico devido à presença de NaOH(aq). Depois da fusão do enxofre, a solução se torna incolor, pois o ácido sulfúrico formado reage com a solução de NaOH(aq). A fenolftaleína, indicador presente na solução do balão B, apresenta cor rosa em meio básico e é incolor em meio ácido.

b) Queima do enxofre: $S(s) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$

Transformação de SO_2 em SO_3: $2\ SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\ SO_3(g)$

Reação do SO_2 com a água: $SO_3(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_2SO_4(aq)$

Neutralização do NaOH: $H_2SO_4(aq) + 2\ NaOH(aq) \longrightarrow Na_2SO_4(aq) + 2\ H_2O(l)$

c) Chuva ácida.

Tema 6

1. Alternativa **b.**

a) Incorreta, pois o efeito estufa ocorre por causa da absorção da radiação infravermelha por gases que compõem a atmosfera, impedindo que o calor se dissipe para o espaço.

b) Correta, gases de efeito estufa presentes na atmosfera, como CO_2, CH_4 e vapor d'água, absorvem a radiação infravermelha irradiada da superfície do planeta, impedindo que grande parte dela se dissipe para o espaço.

c) Incorreta, pois o principal gás envolvido é o CO_2.

d) Incorreta, pois a absorção do CO_2 pelos oceanos diminui a concentração de gás na atmosfera, reduzindo o efeito estufa.

e) Incorreta, pois o vapor d'água é considerado um dos gases do efeito estufa.

2. Alternativa **a**.

a) Correta, pois, devido ao formato da Terra e à inclinação do eixo de rotação, os raios solares incidem de forma diferente no Equador (de forma perpendicular, e, portanto, em área menor) e nos polos (oblíqua, em área maior).

b) Incorreta, pois o aquecimento diferenciado é produzido pela diferença no ângulo de incidência dos raios solares na região da linha do Equador e nos polos, e não pelas correntes marinhas.

c) Incorreta, pois não é a distância que influencia a quantidade de energia que chega à superfície da Terra, e sim o ângulo dos raios solares que incidem na superfície, iluminando uma área menor no Equador e uma área maior nos polos e, assim, fazendo com que a quantidade de energia por área seja diferente.

d) Incorreta, pois os ventos alísios decorrem dos grandes padrões climáticos estabelecidos por causa da incidência diferencial dos raios solares na região da linha do Equador e nos polos.

e) Incorreta, pois as células de Hadley e Ferrel decorrem dos grandes padrões climáticos estabelecidos devido à incidência diferencial dos raios solares na região da linha do Equador e nos polos.

3. a) Isso ocorre em função da curvatura da superfície terrestre, que fica mais inclinada em relação à direção dos raios solares à medida que nos afastamos da linha do Equador. Na região tropical, entre os trópicos de Câncer e de Capricórnio, o Sol incide mais perpendicularmente sobre a superfície terrestre do que nas regiões temperadas e polares. Com isso, há maior concentração de raios solares por unidade de área e, portanto, maior aquecimento nas regiões próximas à linha do Equador.

b) Em razão da inclinação do eixo de rotação terrestre, há um ponto da órbita em torno do Sol em que o polo norte tem seu máximo de exposição, assim como todo o hemisfério norte. Nessa ocasião, os raios solares incidem perpendicularmente sobre o trópico de Câncer e é solstício de verão nesse hemisfério. Ao mesmo tempo, no hemisfério sul, os raios incidem de maneira mais inclinada, a temperatura é menor e é inverno. Seis meses depois (meia translação), a Terra terá passado para o outro lado do Sol e, então, o polo sul ficará com o máximo de exposição, invertendo-se a situação. Isso ocorre também porque o eixo de rotação não muda sua orientação em relação ao plano da órbita da Terra em torno do Sol ao longo do ano.

4. **a)** A alta capacidade térmica é a propriedade da água de ter grande inércia em relação à mudança de temperatura. É resistente ao aquecimento e, uma vez aquecida, resiste ao resfriamento mais que a maioria das substâncias. Quando a temperatura atmosférica se eleva, por exemplo, durante o dia, a água absorve calor e também se aquece, acumulando energia. À noite, a tendência de resfriamento da atmosfera é atenuada, pois a água vai, mais ou menos lentamente, liberando seu calor para ela. Com isso, as enormes massas de água dos oceanos amortecem grandes oscilações térmicas na atmosfera. Por exemplo, em locais secos – como desertos –, a diferença de temperatura entre o dia e a noite é muito acentuada.

b) Um dos gases mais importantes no efeito estufa é o CO_2. Os oceanos tendem a absorver parte desse gás presente na atmosfera, atenuando, assim, o efeito estufa. Se não fossem os oceanos, a concentração de CO_2 na atmosfera atual seria bem maior.

5. Alternativa **d**.

a) Incorreta, pois, apesar de o desmatamento da Amazônia contribuir para a emissão de CO_2 na atmosfera (devido à decomposição ou queima da biomassa), essa não é a principal causa.

b) Incorreta, pois o uso da energia nuclear não emite, de forma direta, CO_2 na atmosfera.

c) Incorreta, as áreas cultivadas não são as principais emissoras de CO_2 na atmosfera.

d) Correta, pois a queima de combustíveis fósseis (como carvão e petróleo) libera para a atmosfera grande quantidade de gás carbônico. Já o reflorestamento pode contribuir para capturar o carbono da atmosfera, uma vez que as plantas utilizam esse gás na fotossíntese.

e) Incorreta, a destruição da camada de ozônio não está diretamente relacionada a emissões de CO_2.

6. Alternativa **c**.

a) Incorreta, pois os efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña ocorrem no oceano Pacífico.

b) Incorreta, pois o fenômeno El Niño aquece enquanto o La Niña resfria as águas do Pacífico.

c) Correta, pois os efeitos do El Niño e do La Niña promovem, respectivamente, o aquecimento e o resfriamento das águas do oceano Pacífico próximo à linha do Equador.

d) Incorreta, pois os efeitos do El Niño e do La Niña ocorrem no oceano Pacífico.

e) Incorreta, pois o fenômeno El Niño aquece, enquanto o La Niña resfria as águas do Pacífico Equatorial.

7. **a)** Falsa. No solstício de verão do hemisfério sul, os raios solares vão atingir perpendicularmente a Terra no trópico de Capricórnio. Portanto, o morador de Sorocaba verá o Sol bem acima dele, num ângulo de 90° com o chão. Já o morador de Macapá verá o Sol abaixo desse ângulo durante todas as horas do dia. Isso acontece por causa do formato e da curvatura do planeta.

b) Verdadeira. Embora o solstício (que para nós, no Brasil, é de inverno) aconteça apenas nos dias 21-22 de junho, durante todo o período desde o último equinócio (20-21 de março), a área que recebe perpendicularmente os raios solares vai se deslocando, pouco a pouco, para o trópico de Câncer, no hemisfério norte.

8. **a)** A faixa equatorial, mais quente, é caracterizada pela subida de massas de ar quentes e úmidas; com o progressivo resfriamento, há condensação do vapor d'água e precipitação, e por isso, há ocorrência das grandes florestas na América do Sul, na África Central, na Índia e no Sudeste Asiático. Pelo funcionamento das células de Hadley, o ar agora resfriado e seco desce próximo às linhas dos trópicos, caracterizando aí climas mais secos, o que justifica o fato de os desertos se situarem próximo aos trópicos, e não à linha do Equador.

b) Nos dois casos, a diferença térmica é explicada pelas correntes oceânicas. No hemisfério norte, existe a corrente do Golfo, de água quente, que se estende até o norte da Europa (corrente do Atlântico Norte). Já na costa do Canadá, a água muito fria chega do Ártico, por meio da corrente do Labrador. No hemisfério sul, ocorre algo parecido. A costa leste do sul da África é banhada pelas águas frias da corrente de Benguela, que vem da Antártida, enquanto no litoral do Brasil a água quente vem do Equador (corrente do Brasil).

c) Região Antártica, norte do Canadá, Groenlândia e norte da Europa e da Ásia, pois são regiões que têm maior reflectância.

Reflexões sobre a ciência

1. Espera-se que os estudantes façam uma reflexão a partir do trecho: "[...] Conferência de Estocolmo [...]. Foi um marco que definiu uma nova forma de pensar sobre o desenvolvimento do planeta, trazendo à tona problemas relacionados à exploração de recursos naturais, ao aumento da poluição atmosférica e ao crescimento da população mundial" e indiquem que, durante muito tempo, as preocupações relacionadas ao desenvolvimento de um país ou uma região eram apenas de cunho econômico e que, a partir dessa conferência, estudos científicos evidenciaram problemas sérios e promoveram a necessidade de alinhar o desenvolvimento econômico aos conceitos de sustentabilidade. A mesma reflexão pode ser

MODERNA

feita com base no trecho "[...] conferências sobre o meio ambiente, ocorreram as reuniões anuais do Fórum Econômico Mundial (FEM), [...] em que governantes, diretores e executivos, cientistas, empreendedores sociais e jovens líderes globais apresentaram e discutiram temas de relevância nos cenários político e econômico", que também relaciona os temas centrais das reuniões à prática de investigação científica.

2. Entre outros problemas apontados no texto, os estudantes podem citar o crescimento populacional. Como alternativa para mitigá-lo, eles podem mencionar o desenvolvimento de pesquisas científicas sobre o controle da natalidade (como as pílulas anticoncepcionais e outros métodos contraceptivos), que têm reflexos no setor industrial farmacêutico, alinhadas às novas políticas públicas de educação sexual e de planejamento familiar.

Pensamento crítico e argumentação

1. a) O autor do fragmento A é David Adam. O texto foi publicado no ano de 2007 no jornal *The Guardian*. O autor do fragmento B é Marcelo Gleiser, e a publicação se deu em 2016 no jornal *Folha de S.Paulo*.

b) Apesar de os fragmentos terem sido publicados em veículos diferentes, para públicos diferentes, de certa forma, os objetivos são semelhantes, visto que fazem críticas, positivas e negativas, ao documentário em questão. No fragmento A, o tema é o documentário. Nele, o autor destaca as críticas feitas por um juiz em relação aos erros científicos presentes no filme. O fragmento B também foca no filme, mas traz uma reflexão sobre a atualidade, em 2016, da obra de mesmo ano, considerando os dados científicos da época.

c) No fragmento A, o autor apresenta o tom alarmista e exagerado do documentário, os erros científicos e o posicionamento do juiz diante da utilização do filme para fins didáticos. O fragmento B traz a polarização política diante desse tema, mostrando os efeitos e a importância do exagero retórico do protagonista do documentário, além de apresentar os limites das previsões científicas e a relevância desse trabalho em relação aos dados disponíveis após dez anos do seu lançamento.

d) No fragmento A, o autor inicia a resenha apresentando as críticas gerais do juiz ao documentário. Na sequência, ele faz uma breve descrição do filme e do contexto de seu lançamento. Em seguida, aponta as críticas positivas e negativas feitas pelo juiz e finaliza fazendo uma apreciação geral, com base nas críticas que foram apresentadas anteriormente. Já no fragmento B, o autor inicia o texto com um resumo geral da obra, apresentando os principais efeitos do aquecimento global. Em seguida, descreve a relevância do documentário para a atualidade, finalizando com uma reflexão sobre os limites e o uso dos dados científicos para embasar o posicionamento geral do autor do documentário.

e) O autor do fragmento A apresenta as críticas de um juiz ao documentário. Entretanto, segundo o autor, elas estão embasadas no posicionamento do IPCC e em informações científicas conhecidas (ainda que as fontes não sejam mencionadas). O autor do fragmento B faz uso de informações trazidas pelo próprio documentário, não apresentando nenhuma outra fonte de informação, ainda que ele também fale da Ciência em termos mais amplos.

f) No fragmento A, a crítica tem um tom alarmista e apresenta os erros presentes no documentário. Isso pode ser visto no seguinte trecho: "contexto do alarmismo e do exagero, cuja cruzada agora é persuadir o mundo dos perigos da mudança climática". Isso é reforçado em outros momentos, inclusive, no fechamento do texto, com o trecho: "Apesar [...] de erros significativos, o juiz Barton disse que muitas das afirmações feitas pelo filme foram apoiadas pelo peso da evidência científica". Apesar disso, não há um veto explícito ao documentário. No fragmento B, a crítica é mais positiva. O autor faz as ressalvas ao tom do documentário, mas embasa o seu posicionamento na ideia de que a Ciência não pode prever tudo. Podemos ver isso nos seguintes trechos: "é possível concluir que Gore errou no varejo, mas acertou no atacado" e "Sem fazer barulho, ninguém escuta nada".

g) Resposta variável. Espera-se que os estudantes se posicionem em relação às críticas e discussões das questões anteriores. Eles podem dizer que ficaram curiosos com o fato de o documentário ter sido apontado como um divisor de opiniões, não apenas entre os autores das críticas, mas também dentro das discussões que se fazem sobre o assunto (já que todas apontaram que há céticos quanto ao tema).

2. a) Resposta variável. Espera-se que os estudantes mencionem que o fragmento B é aquele que apresenta as ideias de forma mais articulada, pois o autor apresentou melhor o contexto do documentário, dando um embasamento para sua crítica, uma vez que ele focou no fato de a Ciência ter limitações em suas previsões.

b) Resposta variável. Espera-se que os estudantes destaquem que o fragmento A relata a crítica de outra pessoa, o que já é, por si, uma diferença no estilo, que acaba sendo mais jornalístico. É o que vemos no trecho "O juiz disse: 'Isto é claramente alarmista e faz parte da 'chamada de despertar' do Sr. Gore'". Já o fragmento B tem um tom mais analítico, o que pode ser verificado com as comparações trazidas pelo autor, como no trecho "Passados dez

anos, e apesar do ceticismo insistente de muitos – que chegam a chamar o aquecimento global de uma farsa dos liberais –, essas verdades continuam absolutamente válidas".

c) Resposta variável. Espera-se que as discussões da questão 1 e as comparações entre os fragmentos A e B ajudem os estudantes a visualizar o que é esperado de uma crítica. Além dos itens da questão 1, outros podem ser incorporados. É possível falar da importância de sumarizar a obra antes de resenhá-la, mas sem perder de vista o foco da crítica, que é o que caracteriza esse gênero textual. Como vemos nos fragmentos A e B, além de um resumo do documentário, são apontados algumas deficiências e alguns pontos fortes da obra. Essa comparação ajuda a entender que a crítica implica a compreensão daquilo que está sendo analisado para que sejam usados critérios adequados. Outro aspecto importante em uma resenha é a forma como a crítica se articula com as ideias (como foi apresentado no texto introdutório desta seção), bem como a presença de informações que ajudem a melhorar a compreensão da crítica, como vimos no fragmento B.

Valores e atitudes

1. Espera-se que os estudantes respondam que as discussões sobre a pegada de carbono permitem que as interferências antropogênicas sejam avaliadas e debatidas para que propostas individuais e/ou coletivas passem a ser executadas de forma a mitigar o problema global da emissão de GEEs.

2. Resposta variável. Espera-se que os estudantes consigam perceber, com base nos resultados da calculadora, como seus hábitos interferem no ambiente e como atitudes simples podem reduzir sua pegada de carbono.

3. Resposta variável. Espera-se que os estudantes mencionem que, para reduzir a pegada de carbono, eles precisam alterar a própria dieta, evitar o desperdício, optar pelo transporte coletivo ou usar bicicleta e reduzir o consumo ou, quando for inevitável, consumir de modo consciente. Ao preencher os campos da calculadora de CO_2 com informações sobre esses novos hábitos, é muito provável que o valor da pegada de carbono diminua.

UNIDADE 2
Esportes

Abertura

Espera-se que os estudantes analisem as imagens e percebam que as tecnologias utilizadas nas próteses esportivas, que garantem aos paratletas conforto, leveza, estabilidade na passada etc., podem ter impacto positivo no bem-estar e na qualidade de vida de pessoas não atletas e com deficiência física, que também dependem desses equipamentos para se locomover.

Tema 1. Espera-se que os estudantes respondam que a prática de atividade física significa movimentação, isto é, músculos em movimento. Quanto maior a intensidade do movimento, maior é a demanda das células musculares por gás oxigênio. Para suprir essa demanda, os pulmões aumentam o ritmo da respiração e o coração acelera os batimentos, garantindo que as trocas gasosas sejam feitas mais rapidamente.

Tema 2. Espera-se que os estudantes respondam que o movimento do nosso corpo é resultado da interação dos sistemas muscular, ósseo e nervoso.

Tema 3. Espera-se que os estudantes reconheçam as unidades de medida relacionadas à velocidade em situações cotidianas, como quilômetros por hora (km/h ou km h^{-1}) ou metros por segundo (m/s ou m s^{-1}).

Tema 4. Espera-se que os estudantes reconheçam que nesse esporte o mapa é fundamental e, portanto, o uso de uma bússola se faz necessário, já que por meio dela é possível orientar-se usando os pontos cardeais. Além disso, é necessária a leitura correta do mapa identificando o tipo de relevo e as escalas de distância, para tomar a melhor decisão de rota e realizar o percurso em menos tempo.

Tema 5. Espera-se que os estudantes descrevam o *doping* como uma forma artificial de alterar o desempenho pelo uso de substâncias ilegais, seja para aumentar seu rendimento, sua força e seu estado de alerta, seja para estimular a perda de peso, fator especialmente relevante em esportes em que as categorias são organizadas pelo peso dos atletas.

Tema 1

1. Alternativa **b**.

a) Incorreta. Mielina é a camada que envolve os axônios de alguns neurônios.

b) Correta. Melanina é o pigmento produzido pelos melanócitos, células que se localizam nas camadas mais profundas da epiderme.

EM MODERNA

c) Incorreta. Serotonina é um hormônio que age no cérebro.
d) Incorreta. A adrenalina é um hormônio produzido pelas glândulas adrenais que deixa o corpo em alerta em situações de perigo ou estresse.

2. Alternativa **e**.
a) Incorreta, pois o tecido conjuntivo cartilaginoso não funciona como reserva de minerais e tem a capacidade de regeneração muito reduzida.
b) Incorreta, pois o tecido conjuntivo propriamente dito não funciona como reserva de minerais.
c) Incorreta, pois o tecido epitelial não funciona como reserva de minerais nem como sustentação do corpo.
d) Incorreta, pois o tecido muscular não funciona como reserva de minerais.
e) Correta, pois o tecido conjuntivo ósseo tem um acúmulo de minerais na matriz extracelular, o que garante a rigidez dos ossos que sustentam o corpo. Além disso, ele é capaz de se regenerar pela ação combinada de osteoclastos com osteoblastos.

3. Alternativa **d**.
a) Incorreta, pois os osteócitos são células do tecido ósseo responsáveis por sua regeneração, enquanto os condrócitos são células do tecido cartilaginoso.
b) Incorreta, pois os osteoblastos são as células que fazem a regeneração do tecido ósseo.
c) Incorreta, pois osteoclastos e osteócitos são células do tecido ósseo, e não do cartilaginoso.
d) Correta, pois os osteoclastos fazem a reabsorção da matriz do tecido ósseo, enquanto os osteoblastos produzem a nova matriz.
e) Incorreta, pois os osteócitos não participam da regeneração do tecido ósseo.

4. A – II; B – III; C – I. O tecido muscular cardíaco é encontrado apenas no coração e tem contração forte, rítmica e involuntária. O tecido muscular liso forma os músculos dos órgãos internos e são responsáveis pelo movimento peristáltico, que é involuntário. O tecido muscular esquelético forma, por exemplo, os músculos dos membros, e sua contração pode ser forte e é voluntária.

5. Alternativa **b**.
A afirmação II menciona um órgão; a afirmação I menciona uma população e a afirmação III menciona um tecido.

6. (01) Incorreta, pois há outros tipos de tecido que formam a pele, e as glândulas são formadas por tecidos epiteliais.
(02) Correta, os tecidos conjuntivos têm grande quantidade de matriz extracelular.
(04) Incorreta, o tecido adiposo fica logo abaixo da pele.
(08) Incorreta, o tecido ósseo apresenta substância intersticial rica em fibras e minerais que lhe conferem rigidez.
(16) Correta, o colágeno é a proteína mais abundante no corpo.
(32) Correta, o tecido cartilaginoso está presente também na ponta do nariz e nas articulações, revestindo as extremidades dos ossos.
02 + 16 + 32 = 50

7. Alternativa **d**.
a) Incorreta, pois na epiderme não há vasos sanguíneos.
b) Incorreta, a espessura da epiderme e, portanto, a profundidade em que a derme se localiza, não se altera com a exposição ao Sol.
c) Incorreta, os pigmentos não saem, pois a derme não sofre alterações.
d) Correta, a derme, composta de tecido conjuntivo, apresenta vasos sanguíneos, diferentemente da epiderme.
e) Incorreta, pois na derme há vasos sanguíneos que, se forem afetados pela agulha, provocam sangramento.

8. Alternativa **b**.
a) Incorreta, pois há pouca água no tecido ósseo.
b) Correta, a reabsorção da matriz é feita pelos osteoclastos, e a recomposição pelos osteoblastos.
c) Incorreta, pois, no osso, o colágeno não apresenta consistência gelatinosa.
d) Incorreta, pois a plasticidade não aumenta ao longo da vida do indivíduo.
e) Incorreta, pois a plasticidade dos ossos corresponde à possibilidade de serem remodelados em algumas circunstâncias.

9. a) As glândulas sudoríparas, formadas pelo tecido epitelial glandular.
b) Espera-se que os estudantes respondam que enxugar o suor prejudica o controle da temperatura do corpo, pois impede que ele evapore e, assim, retire calor da superfície corporal.

10. O dano ao epitélio ciliado da traqueia causado pela fumaça do cigarro afeta a função de transporte do muco, onde microrganismos ou partículas, que podem desencadear doenças respiratórias, ficam aderidos. Assim, a pessoa fica mais susceptível a algumas dessas doenças.

MODERNA

Tema 2

Prática investigativa

Prepare-se!

Espera-se que os estudantes mencionem que a prática de aquecimento antes do exercício físico intenso ajuda o corpo a recuperar a frequência cardíaca normal mais rapidamente. Termos como "ajuda o corpo a se acostumar com o exercício" ou "tira o corpo do estado de repouso" podem aparecer. Instigue-os a explicar o que esses termos significam na fisiologia do exercício físico.

Discuta com seus colegas

1. Para a construção do gráfico, é necessário comparar a média da frequência cardíaca dos estudantes que fizeram aquecimento com a média da frequência cardíaca dos estudantes que não fizeram o aquecimento. Uma das possibilidades é a construção de um gráfico de linhas, como o do exemplo a seguir.

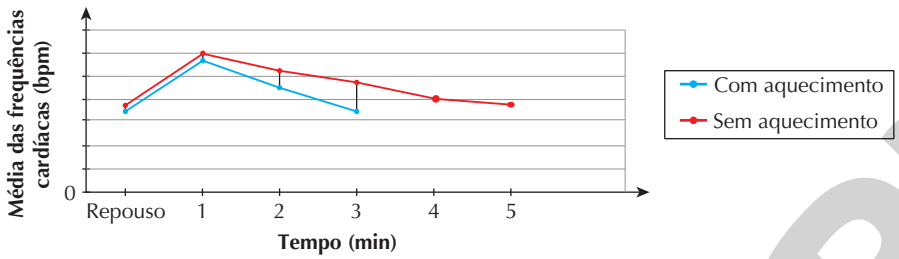


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

2. Resposta variável. Espera-se que os dados apontem que a recuperação da frequência cardíaca foi mais rápida no grupo que fez o aquecimento. É interessante que os estudantes analisem as médias e também os valores individuais. Caso os resultados obtidos sejam diferentes do esperado e/ou da hipótese inicial levantada pelos estudantes, incentive-os a refletir a respeito dos motivos e dos aspectos que podem ter levado aos resultados. É importante que eles sejam estimulados a pensar em outros fatores que possam ter interferido no tempo de recuperação além do aquecimento, como o condicionamento físico dos participantes.

3. Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes considerem a prática do aquecimento importante, pois, quanto mais rápido a frequência cardíaca volta ao valor normal, mais eficiente é o trabalho realizado pelo corpo.

1. I – B; II – A; III – C.
Os ossos citados fazem parte do esqueleto axial.

2. Alternativa **e.**

a) e **b)** Incorretas, pois, após sair dos capilares, o sangue passa para as veias que o conduzem de volta ao coração.

c) Incorreta, pois o sangue passa dos capilares para as veias e estas o levam para o coração, e só depois o sangue é impulsionado para as artérias.

d) Incorreta, pois, depois de passar pelas veias, o sangue vai para o coração, e não para os pulmões.

e) Correta, o sangue flui dos capilares para as veias, que o conduzem para o coração; do coração o sangue é impulsionado para as artérias, que o direcionam para os pulmões; de lá ele volta pelas veias para o coração, de onde é enviado para as artérias até chegar de novo aos capilares que irrigam os tecidos do corpo.

3. Alternativa **b**.

I. Os tecidos musculares lisos, de contração involuntária, estão presentes em vísceras e precisam funcionar aos pares para exercer suas funções.

II. Os tecidos musculares esqueléticos funcionam aos pares e de forma antagônica para promover os movimentos.

III. O tecido muscular cardíaco forma o coração e não precisa de um par para exercer sua função.

4. **a)** Articulação móvel ou sinovial.
b) Fêmur, tíbia, fíbula e patela.

5. **a)** Diminuição do retorno venoso dos membros posteriores.
b) O trabalho muscular ativa a circulação sanguínea, produzindo assim um aumento da pressão, facilitando a circulação de retorno.

6. **a)** O neurônio transmite o impulso por meio da sinapse química. O impulso nervoso que chega até o axônio proporciona a liberação de vesículas com neurotransmissores, que são lançados na fenda sináptica. Esses neurotransmissores se ligam a um receptor de membrana da célula muscular, desencadeando o processo de contração muscular.

MODERNA

b) Os músculos estão unidos aos ossos pelos tendões. Quando o impulso nervoso determina a movimentação do músculo, os tendões também se movimentam, promovendo o deslocamento dos ossos.

7. Alternativa **a**. No vaso I, a pressão e a velocidade são maiores, o que indica uma artéria. No vaso II, a pressão e a velocidade são baixas, o que indica um capilar. No vaso III, a pressão é baixa, mas a velocidade aumenta, o que indica uma veia.

8. a) Nos músculos do velocista, há maior abundância de fibras do tipo II B; nos do maratonista, de fibras tipo I.

b) O maior número de mitocôndrias deve ser encontrado nas fibras do tipo I, já que elas obtêm a maior parte de sua energia por meio da respiração aeróbica, processo que depende de alta concentração de enzimas oxidativas.

9. a) O aumento no número de capilares permite maior irrigação e, portanto, maior aporte de oxigênio e nutrientes para as fibras musculares.

b) O glicogênio é uma reserva de glicose que pode ser usada na produção de energia durante o esforço físico.

10. Atividades físicas que exigem força em curto espaço de tempo e/ou exigem explosão muscular propiciam o desenvolvimento de fibras de contração rápida, como no caso do corredor de curta distância e do halterofilista. Já atividades de resistência, como as do maratonista e do nadador, propiciam o desenvolvimento de fibras de contração lenta, que são mais resistentes à fadiga.

11. Esse experimento levou Harvey a comprovar que as veias levam o sangue das extremidades do corpo em direção ao coração, e que as valvas presentes nas veias fazem com que esse fluxo ocorra somente nesse sentido, impedindo que o sangue retorne.

12. a) Situação A: $1\ (kgf) \cdot 1\ (d_1) = F_1\ (kgf) \cdot 1\ (d_2)$ e, portanto, $F_1 = 1$ kgf.
Situação B: $1\ (kgf) \cdot 3\ (d_1) = F_2\ (kgf) \cdot 1\ (d_2)$ e, portanto, $F_2 = 3$ kgf.
Situação C: $1\ (kgf) \cdot 7\ (d_1) = F_3\ (kgf) \cdot 1\ (d_2)$ e, portanto, $F_3 = 7$ kgf.

b) $10 \cdot d_1 = 5 \cdot d_2$; portanto, $\frac{d^1}{d^2} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}$.

c) É a distância entre a extremidade posterior do antebraço (onde se insere o tríceps) e o ponto de articulação com o braço, em relação ao comprimento do restante do antebraço. Essa proporção é maior no tatu do que no ser humano (em palavras mais simples, o cotovelo do tatu é mais saliente do que o do ser humano).

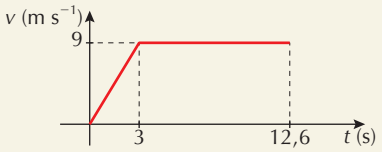
Tema 3

1. O skatista está em repouso em relação ao *skate*, mas está em movimento em relação às pessoas sentadas em um banco do parque, por exemplo. O movimento é considerado relativo porque pode variar de acordo com o referencial adotado. Para um referencial, podemos ter o corpo em repouso, enquanto para outro referencial, podemos ter o mesmo corpo em movimento.

2. a) A partir da função horária da velocidade do MUV, temos:
$v = v_0 + at \Rightarrow v = 0 + 3 \cdot 3 \therefore v = 9\,m\,s^{-1}$

b) O espaço percorrido durante os 3 s iniciais é:
$s - s_0 = v_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow \Delta s = 0 \cdot 3 + \frac{3 \cdot 3^2}{2}$
$\therefore \Delta s = 13{,}5\,m$
O espaço restante, 100 m − 13,5 m = 86,5 m, é percorrido com velocidade constante de $9\ m\,s^{-1}$. Logo, o tempo para percorrer o segundo percurso é:
$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow 9\,m\,s^{-1} = \frac{86{,}5\,m}{\Delta t} \therefore \Delta t \simeq 9{,}6\ s$
Portanto, o tempo total da prova é:
$t_{total} \simeq 9{,}6\,s + 3\,s \therefore t_{total} \simeq 12{,}6\,s$

c) Dos resultados obtidos nos itens (a) e (b), podemos construir o gráfico abaixo:



3. a) Desprezando a resistência do ar, a aceleração do paraquedista é constante e igual a $10\ m\,s^{-2}$; portanto, da função horária da velocidade do MUV, temos:
$v = v_0 + at \Rightarrow v = 0 + 10 \cdot 4 \therefore v = 40\ m\,s^{-1}$

b) Considerando que a desaceleração no trecho é constante, podemos aplicar a equação de Torricelli, logo:
$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s \Rightarrow 4^2 = 40^2 + 2 \cdot a \cdot 80$
$\therefore a = -9{,}9\ m\,s^{-2}$

ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

4. Alternativa **c**. A velocidade do veículo em cada trecho será sempre a máxima. No primeiro trecho, a velocidade máxima é de 80 km h^{-1} e a distância a ser percorrida é de 80 km; portanto, o tempo no primeiro percurso será de 1 h. No segundo trecho, a velocidade máxima é de 120 km h^{-1} e a distância a ser percorrida é de 60 km; portanto, o tempo no segundo percurso será de 0,5 h. Logo: $\Delta t_{total} = 1\text{ h} + 0{,}5\text{ h} = 1{,}5\text{ h}$

5. Alternativa **b**. Dado que a partícula descreve um MUV, usando a função horária da velocidade, temos:

$v = v_0 + at \Rightarrow -4 = 4 + 10a \therefore a = -0{,}8\text{ m s}^{-2}$

Como a partícula volta para o mesmo ponto, o deslocamento é de 0,0 m.

Já o espaço percorrido (D) é o dobro do deslocamento (Δs) realizado até o ponto em que o móvel inverte o sentido do movimento; logo, pela equação de Torricelli, encontramos:

$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s \Rightarrow 0^2 = 4^2 + 2 \cdot (-0{,}8) \cdot \Delta s$

$\therefore \Delta s = 10\text{ m}$

Logo: $D = 2 \cdot \Delta s \therefore D = 20\text{ m}$

6. Alternativa **b**. Do enunciado, sabemos que a ferramenta realiza uma queda livre, portanto, um MUV. Considere a origem da trajetória no ponto em que a ferramenta é abandonada e o sentido da trajetória orientado para baixo. Assim, da equação de Torricelli, temos:

$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s_1 \Rightarrow v^2 = 0^2 + 2 \cdot 10 \cdot 7{,}2$

$\therefore v = 12\text{ m s}^{-1}$

7. Alternativa **e**. Vamos considerar que os dois móveis descrevem um MUV. Dado que o motorista atento desacelera com 5 m s^{-2} a partir de 14 m s^{-1}, temos, pela equação de Torricelli:

$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s_1 \Rightarrow 0^2 = 14^2 + 2 \cdot (-5) \cdot \Delta s_1$

$\therefore \Delta s_1 = 19{,}6\text{ m}$

No caso do motorista desatento, o movimento deve ser separado em duas etapas. Na primeira, o motorista continua acelerando o carro a 1 m s^{-2} a partir de 14 m s^{-1} por 1 s; portanto, aumenta sua velocidade em 1 m s^{-1}, chegando a 15 m s^{-1}. Assim, usando a equação de Torricelli, temos:

$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s_2' \Rightarrow 15^2 = 14^2 + 2 \cdot 1 \cdot \Delta s_2'$

$\therefore \Delta s_2' = 14{,}5\text{ m}$

Na segunda etapa, ele freia a 5 m s^{-2} até parar; logo:

$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s_2'' \Rightarrow 0^2 = 15^2 + 2 \cdot (-5) \cdot \Delta s_2''$

$\therefore \Delta s_2'' = 22{,}5\text{ m}$

Assim, o deslocamento total do motorista desatento é de 14,5 m + 22,5 m = 37 m. Portanto, ele percorre 37 m − 19,6 m = 17,4 m a mais que o motorista atento.

8. O espaço percorrido no intervalo 4 s a 10 s é numericamente igual à área do gráfico abaixo da curva que forma o retângulo. Portanto:

Δs = área retângulo $\Rightarrow \Delta s = 30 \cdot (10 - 4)$

$\therefore \Delta s = 180\text{ m}$

9. **a)** Quando a pedra retorna ao ponto de partida, sua velocidade tem o mesmo módulo e o sentido oposto ao da velocidade de lançamento. Analisando o gráfico, verificamos que isso ocorre no instante $t = 2$ s.

b) Considerando a origem da trajetória no solo e o eixo da trajetória orientado para cima, temos, usando a equação de Torricelli:

$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s \Rightarrow (-20)^2 = 10^2 + 2 \cdot 10 \cdot h$

$\therefore h = 15\text{ m}$

10. Com base na tabela, podemos construir o gráfico a seguir.

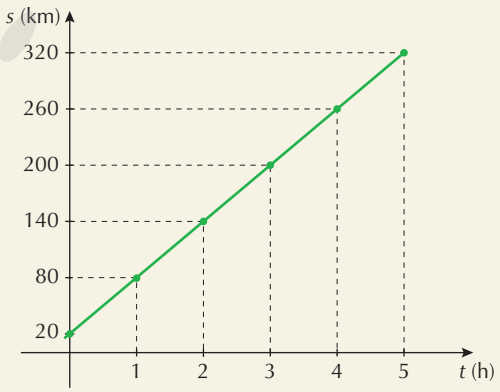


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

MODERNA

Para calcular a velocidade com base no gráfico, consideramos a tangente da reta, isto é:

$v \overset{N}{=} \text{tg}\ \theta = \dfrac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}} \Rightarrow v = \dfrac{s - s_0}{t - t_0} \Rightarrow$

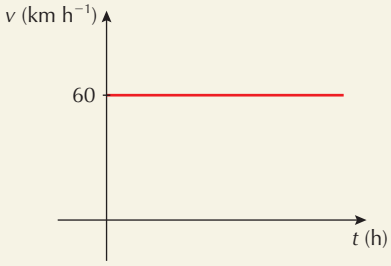
$\Rightarrow v = \dfrac{80 - 20}{1 - 0} \therefore v = 60\ \text{km h}^{-1}$

Dado que em $t = 0$ temos $s = 20$ km e que $v = 60$ km h^{-1}, a função horária do espaço do carro é dada por:

$s = s_0 + v \cdot t \Rightarrow s = 20 + 60t$

A velocidade do carro é constante ao longo do tempo, isto é, o espaço percorrido sempre aumenta 20 km a cada hora; logo, o gráfico da velocidade em função do tempo será:

ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO



O deslocamento total do carro é dado por:

$\Delta s_{total} = s - s_0 \Rightarrow \Delta s_{total} = 320 - 20$

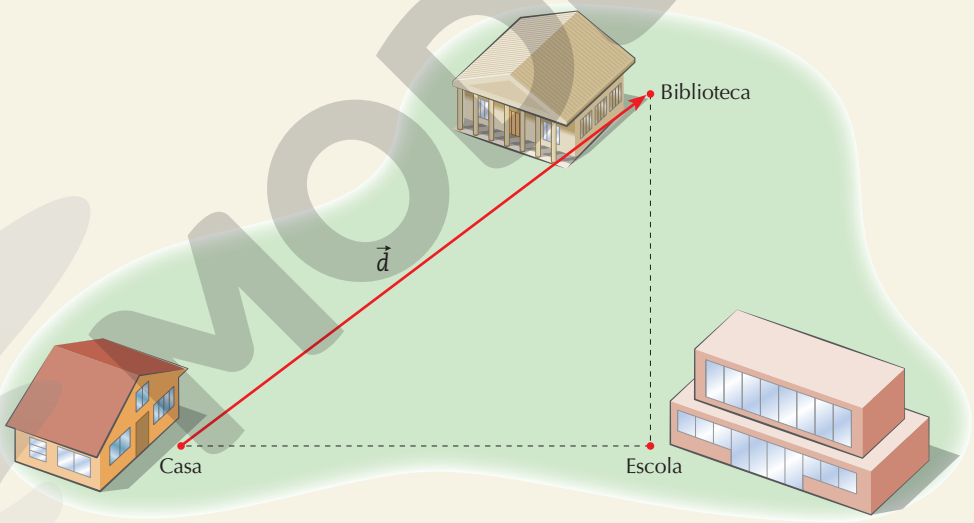
$\therefore \Delta s_{total} = 300$ km

Tema 4

1. **a)** A distância percorrida corresponde à soma do comprimento total percorrido; portanto, 4 km + 3 km = 7 km.

b) O vetor deslocamento é dado pelo vetor que une a posição final e a inicial.

ILUSTRAÇÃO: ADILSON SECCO



Portanto, pelo teorema de Pitágoras, o módulo do vetor deslocamento é:

$d^2 = 3^2 + 4^2 \Rightarrow d = \sqrt{25} \therefore d = 5$ km

2. **a)** Dado que o móvel descreve um MCU, considerando o deslocamento escalar do objeto, temos:

$s = s_0 + v_0 t \Rightarrow s = 2 + 3t$

Assim, em $t = 2$ s, a posição do móvel é:

$s = s_0 + v_0 t \Rightarrow s = 2 + 3 \cdot 2 \therefore s = 8$ m

E o deslocamento é de:

$\Delta s = s - s_0 = 8 - 2 \therefore \Delta s = 6$ m

b) Dada a velocidade de 3 m s^{-1}, o período é:

$v = \dfrac{2\pi R}{T} \Rightarrow 3 = \dfrac{2\pi \cdot 10}{T} \therefore T = 2{,}1$ s

Portanto, o objeto demora aproximadamente 4,2 s para dar duas voltas.

MODERNA

c) Obtido o período de 2,1 s, após 20 s, o número de voltas (n_{voltas}) é:

$T = \frac{n_{voltas}}{\Delta t} \Rightarrow 2{,}1 = \frac{n_{voltas}}{20} \Rightarrow$

$\therefore n_{voltas} = 42$

Logo, o objeto realiza aproximadamente 42 voltas em 20 s.

d) O período foi obtido no item (b) e é dado por $T = 2{,}1$ s. Logo, a frequência é:

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2{,}1} \therefore f \simeq 0{,}48 \text{ Hz}$

3. Como a turbina dá 27 voltas em 9 s, o período da turbina é:

$T = \frac{n_{voltas}}{\Delta t} = \frac{27}{9} \therefore T = 3 \text{ s}$

Logo, a frequência da turbina é de:

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{3} \therefore f \simeq 0{,}33 \text{ Hz}$

E a velocidade angular:

$\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot \frac{1}{3} \therefore \omega = \frac{2\pi}{3} \text{ rad s}^{-1}$

Dado o comprimento de 10 m, o raio (R) da turbina é de:

$C = 2\pi R \Rightarrow 10 = 2 \cdot 3{,}14 \cdot R \therefore R \simeq 1{,}6 \text{ m}$

Assim, a velocidade escalar (v) de um ponto na extremidade da hélice é:

$v = \omega \cdot R = \frac{2\pi}{3} \cdot 1{,}6 \therefore v \simeq 3{,}3 \text{ m s}^{-1}$

4. Chamaremos de engrenagem 1 a engrenagem menor e de engrenagem 2 a engrenagem maior. Do acoplamento mostrado na figura, sabemos que a velocidade escalar das engrenagens são iguais; sendo n_1 e n_2 o número de dentes das engrenagens 1 e 2, respectivamente, temos:

$v_1 = v_2 \Rightarrow f_1 \cdot n_1 = f_2 \cdot n_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow f_1 \cdot 20 = f_2 \cdot 100 \therefore f_1 = 5f_2$

Logo, a frequência da engrenagem maior é cinco vezes menor que a da engrenagem menor; então, quando a engrenagem maior dá uma volta, a menor dá 5 voltas. Logo, quando a engrenagem maior dá 5 voltas, a menor dá 25 voltas.

5. Alternativa **d**. Uma vez que os movimentos nos eixos x e y são independentes, temos um MUV no eixo y e um MU no eixo x.

O tempo de subida (t) do objeto pode ser obtido usando a função horária da velocidade, considerando que a velocidade no eixo y se anula no ponto mais alto da trajetória; assim:

$v_y = v_0 \cdot \text{sen } \theta + at \Rightarrow 0 = 100 \cdot 0{,}8 - 10t \therefore t = 8 \text{ s}$

Portanto, o tempo de voo do objeto é de: 8 s + 8 s = 16 s

Agora, considerando o eixo x, o alcance horizontal do projétil é:

$s_x = s_{0x} + v_0 \cdot \cos \theta \cdot t \Rightarrow x = 0 + 100 \cdot 0{,}6 \cdot 16$

$\therefore s_x = 960 \text{ m}$

6. Alternativa **d**. Na posição III, a velocidade tangencial tem direção horizontal e sentido para a esquerda.

7. Alternativa **b**. Como não há escorregamento, a velocidade escalar na periferia das duas polias é igual; logo:

$v_1 = v_2 \Rightarrow \omega_1 \cdot R_1 = \omega_2 \cdot R_2 \Rightarrow 2\pi f_1 \cdot R_1 = 2\pi f_2 \cdot R_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow f_1 \cdot R_1 = f_2 \cdot R_2 \Rightarrow 600 \cdot 0{,}1 = f_2 \cdot 0{,}3$

$\therefore f_2 = 200 \text{ Hz}$

8. **a)** Uma vez que os movimentos nos eixos x e y são independentes, temos um MUV no eixo y e um MU no eixo x. Assim, considerando a figura, temos, para o eixo y:

$s_y = s_{0y} + v_{0y}t + \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow 0 = H - 0 \cdot 6 - \frac{10}{2} \cdot 6^2$

$\therefore H = 180 \text{ m}$

b) A partir da função horária da posição no eixo x, temos:

$s_x = s_{0x} + v_x t \Rightarrow s_x = 0 + 20 \cdot 6 \therefore s_x = 120 \text{ m}$

MODERNA

9. **a)** Uma vez que os movimentos nos eixos *x* e *y* são independentes, temos um MUV no eixo *y* e um MU no eixo *x*.

Portanto, em relação a um objeto lançado horizontalmente de uma altura *H*, temos, para o eixo *y*:

$s_y = s_{0y} + v_{0y}t + \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow s_y = H - 0t - \frac{10}{2}t^2$

$\therefore s_y = H - 5t^2$

E para o eixo *x*:

$s_x = s_{0x} + v_x t \Rightarrow s_x = 0 + 5t \therefore s_x = 5t$

b) A função horária da velocidade no eixo *y* é:

$v_y = v_{0y} + gt \Rightarrow v_y = 0 - 10t \Rightarrow v_y = -10t$

c) A partir da função horária da posição no eixo *y*, temos:

$s_y = H - 0t - \frac{10}{2}t^2 \Rightarrow 0 = 45 - 5t^2 \Rightarrow t^2 = 9$

$\therefore t = 3\,s$

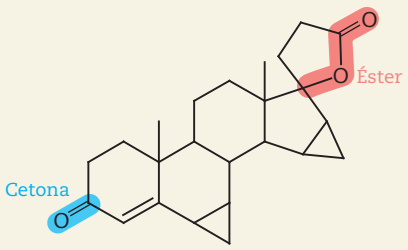
d) A partir da função horária da posição no eixo *x*, temos:

$s_x = 5t \Rightarrow s_x = 5 \cdot 3 \therefore s_x = 15\,m$

Tema 5

1. **a)** A fórmula molecular da drospirenona é: $C_{24}H_{30}O_3$

b)



c) As funções éster e cetona correspondem a regiões hidrofílicas da molécula drospirenona, e por isso podem formar interações do tipo dipolo permanente-dipolo permanente. Os anéis esteroidais correspondem a regiões hidrofóbicas da molécula e, por isso, podem formar interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido.

2. **a)** Sim, e a diferença entre eles está na posição dos grupos substituintes. Trata-se de um caso de isomeria de posição.

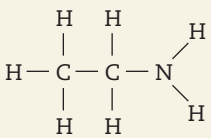
b) As moléculas do timol e do carvacrol apresentam o grupo hidroxila (—OH) e, por isso, interagem por meio de ligação de hidrogênio. Esses compostos também interagem por meio de dipolo instantâneo-dipolo induzido em função da porção composta apenas por átomos de carbono e de hidrogênio.

3. O ácido hexanoico apresenta maior temperatura de ebulição. As duas substâncias são homólogas, isto é, pertencem a uma mesma classe funcional e apresentam o mesmo tipo de cadeia; assim, a diferenciação se dá com base na massa molar dessas substâncias, ou seja, quanto maior a massa molar, maior o valor da temperatura de ebulição. Massa molar do ácido propanoico: 74 g mol^{-1}. Massa molar do ácido hexanoico: 116 g mol^{-1}.

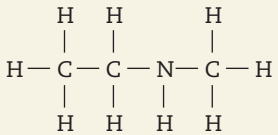
4. **a)** A – CH_3NH_2; B – C_2H_6NH; C – C_3H_9N

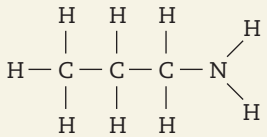
b) Os compostos B e C apresentam isômeros.

Isômero do composto B:



Isômeros do composto C:



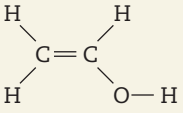


c) Entre as moléculas de A e entre as moléculas de B, verificam-se interações do tipo ligação de hidrogênio, pois há átomos de hidrogênio ligados aos átomos de nitrogênio. Entre as moléculas de C, verificam-se interações do tipo forças de Keesom, dado que nesse composto as moléculas são polares e não apresentam átomos de hidrogênio ligados ao átomo de nitrogênio.

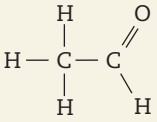
d) As moléculas de C são menos solúveis em água. As interações do tipo forças de Keesom, que se estabelecem entre as moléculas de trimetilamina e de água, são menos intensas que as ligações de hidrogênio verificadas entre as moléculas das demais substâncias representadas e as de água. Adicionalmente, a massa molar da trimetilamina é maior, o que contribui para reduzir a sua solubilidade em água.

5. a) Pode-se observar pela fórmula estrutural que, na estrutura do polímero, a cadeia carbônica, que corresponde a uma região hidrofóbica, dá origem a interações intermoleculares do tipo forças dispersivas de London; além disso, a presença da função éster indica que as cadeias poliméricas interagem por meio de ligações do tipo dipolo permanente-dipolo permanente.

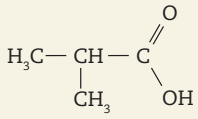
b)



c)



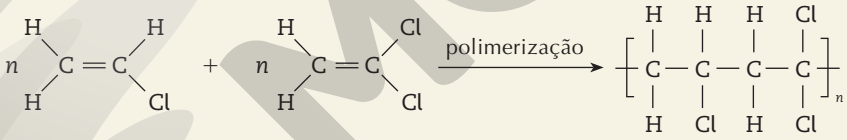
6. Alternativa **b**. O reagente de Tollens reage com grupos aldeído da molécula orgânica levando à formação do ácido carboxílico correspondente. O composto formado é o ácido 2-metilpropanoico, cuja estrutura é representada a seguir.



Assim, o aldeído que leva à formação desse ácido carboxílico é o 2-metilpropanal.

7. Alternativa **b**. Os compostos indicados no enunciado, éter (etoxietano, $C_4H_{10}O$) e acetona (propanona, C_3H_6O), pertencem às classes funcionais éter e cetona, respectivamente. Os éteres são isômeros funcionais dos álcoois, ao passo que as cetonas são isômeros funcionais dos aldeídos. A alternativa **b** traz, respectivamente, um álcool com 4 átomos de carbono, butan-1-ol, e um aldeído com 3 átomos de carbono, propanal.

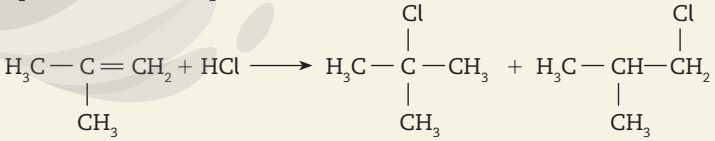
8. A reação de polimerização para a formação do saran é um exemplo de polimerização de adição; as ligações duplas são rompidas e novas ligações covalentes são formadas entre os átomos de carbono e, por se tratar de um copolímero, ambas as moléculas indicadas configuram na unidade repetitiva do polímero:



9. a) O material é um elastômero, também chamado de borracha. Na tirinha, o personagem Benny é um animal de balão, constituído por polímeros de elevada elasticidade.

b) Embora bastante elásticos, os elastômeros não apresentam resistência à tração ou à compressão. Ao abraçar um cacto, Benny estouraria, como resultado da compressão dos espinhos sobre as paredes do balão.

10. a)



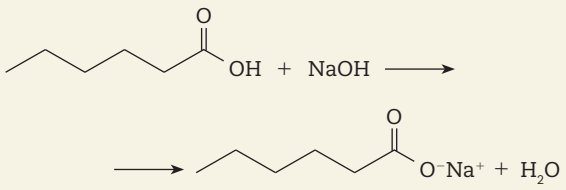
A adição de HCl aos alcenos gera sempre dois produtos. Nesse caso, 2-clorometilpropano e 1-clorometilpropano. A critério do professor, a regra de Markovnikov pode ser apresentada. Em termos gerais, em adições desse tipo, o átomo de hidrogênio se liga preferencialmente ao átomo de carbono mais hidrogenado, e, por isso, o 2-clorometilpropano é o produto principal ou majoritário.

b) 2-clorometilpropano ou cloreto de *terc*-butila e 1-clorometilpropano ou cloreto de isobutila. Apresente aos estudantes uma relação dos grupos substituintes mais comuns, indicando a nomenclatura semissistemática nos casos apresentados.

MODERNA

11. Como etanol e éter dimetílico são isômeros e, portanto, têm a mesma massa molecular, a diferença observada se dá pelas diferentes forças de interação intermolecular. As moléculas de etanol interagem por meio de ligações de hidrogênio, o que não é observado entre as moléculas do éter dimetílico, que apresentam interações menos intensas (forças de Keesom). Como as ligações de hidrogênio são mais fortes que as forças de Keesom, é necessário fornecer mais energia ao sistema para rompê-las e fazer com que a substância passe da fase líquida para a gasosa. Assim, a TE do etanol é maior do que a do éter dimetílico.

12. **a)**



b) Moléculas anfipáticas apresentam porções hidrofílicas e hidrofóbicas (cadeia carbônica semelhante a um hidrocarboneto).

c) O ácido acético é mais solúvel em água. Ambos os ácidos interagem com as moléculas de água por meio de ligações de hidrogênio, entretanto o ácido hexanoico apresenta maior cadeia carbônica e, portanto, maior caráter hidrofóbico.

13. O estudante não está correto, pois, embora a fórmula estrutural da molécula apresente dois grupos hidroxila, apenas um se refere à função álcool. O grupo hidroxila ligado ao anel benzênico não corresponde à função álcool, mas, sim, à função fenol.

14. Alternativa **d**. A lipofilia é a medida da afinidade de uma substância com outras substâncias apolares. Dessa forma, a análise aos grupos substituintes X, na estrutura, permite classificar compostos quanto ao maior ou menor caráter lipofílico (ou hidrofóbico). Na molécula de testosterona, o grupo —OH é hidrofílico, e nos compostos 1 e 2 os grupos substituintes são —H e —CH_3, respectivamente, ambos hidrofóbicos. Logo, as lipofilias desses compostos são maiores que a da testosterona.

Reflexões sobre a ciência

1. Espera-se que os estudantes mencionem os artigos científicos de revisão e resultados, os relatórios técnicos, as apresentações de trabalhos em eventos científicos em formato de pôster ou comunicação oral, as publicações de resumos ou artigos em anais de congressos e a popularização da divulgação científica pela internet, como *lives*, redes sociais etc.

2. **a)** Espera-se que os estudantes, durante a análise dos artigos, mencionem que não há grandes diferenças na estruturação do título dos artigos.

b) Espera-se que os estudantes percebam que os artigos científicos de revisão e de resultados são organizados em três partes – elementos pré-textuais, textuais e pós-textuais – e que, embora não haja diferenças muito grandes na forma de escrever o título, o resumo, a introdução e as referências bibliográficas, a maneira como são escritos o desenvolvimento e as conclusões varia de acordo com o tipo de documento que se pretende apresentar. Pré-textuais: título, autores e resumo. Textuais: introdução, desenvolvimento e conclusões. Pós-textuais: referências bibliográficas, glossário, apêndice, anexo(s) e agradecimentos.

Pensamento crítico e argumentação

1. **a)** 7 **c)** 5 **e)** 8 **g)** 6
b) 1 **d)** 4 **f)** 2 **h)** 3

2. Resposta variável. Espera-se que os estudantes utilizem o modelo sugerido na questão 1 para elaborarem a resenha crítica do texto. Assim, após a leitura do texto, eles devem apresentar um resumo, de 4 a 5 linhas, por exemplo, do assunto que está sendo abordado, seguido por pontos escolhidos para serem analisados (8 a 10 linhas) e da conclusão (3 a 5 linhas). Conforme as instruções, a resenha precisa dialogar com outras fontes. A avaliação da produção será discutida na questão seguinte.

3. Resposta variável. Espera-se que, ao responderem às questões com base nas produções dos colegas, os estudantes sigam exercitando suas habilidades críticas, retomando, sempre que necessário, o formato apresentado para cada uma das seções presentes em uma resenha crítica e os pontos destacados no texto introdutório desta seção. A reflexão sobre o último tópico pode sugerir a abordagem de pontos ainda não discutidos, como o tom da crítica que se faz e a articulação das ideias.

4. Resposta variável. O caráter reflexivo da questão visa auxiliar a turma a lidar melhor com os desafios iniciais de produzir uma resenha crítica. Os estudantes podem relatar que tiveram problemas com o vocabulário usado no texto a ser resenhado, com a forma sugerida para escrever a resenha, com o tema *doping* ou com o tempo disponível para escreverem a resenha, por exemplo. É importante que a discussão seja inclusiva e que possibilidades de solução sejam contempladas.

5. Resposta variável. A discussão com a turma pode contemplar, por exemplo, a ideia de que escrever uma boa resenha crítica demanda prática, assim como o esporte de alta *performance*. A prática da escrita pode ser análoga ao processo de treinamento para uma competição, em que o atleta tem vários ganhos complementares ao se preparar para melhorar seu desempenho.

Comunicação

Esta atividade é uma oportunidade para o trabalho interdisciplinar, pois envolve diversas competências e habilidades. Podemos citar as habilidades da área de Linguagens que desenvolvem a análise de peças e campanhas publicitárias e a promoção e o entendimento da equidade. O profissional de Educação Física pode complementar, discutindo com os estudantes o combate ao posicionamento discriminatório em relação às práticas corporais, levando em conta não só a questão do gênero, mas também a da obesidade.

MANUAL DO PROFESSOR

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

Poluição e Movimento

Área do conhecimento:
Ciências da Natureza e suas Tecnologias

1ª edição

São Paulo, 2020

MODERNA

Elaboração de originais

Artur Guazzelli Leme Silva

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

Bianca Trama Freitas

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

Carlos Mariz de Oliveira Teixeira

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

Fabio Rizzo de Aguiar

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

Graciele Almeida de Oliveira

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

Ivo Bernardi de Freitas

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

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.

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.

Rodolfo Tasca

Bacharel e licenciado em Química pela Universidade Estadual de Campinas (SP). Mestre em Química na área de Físico-Química pela Universidade Estadual de Campinas (SP). Professor.

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, Érika Kurihara, Renato da Rocha, Viviane T. Mendes

Coordenação de pesquisa iconográfica: Luciano Baneza Gabarron

Pesquisa iconográfica: Márcia Mendonça

Coordenação de *bureau*: Rubens M. Rodrigues

Tratamento de imagens: Ademir Francisco Baptista, 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 / Sônia Lopes, Sergio Rosso ; editora responsável Maíra Rosa Carnevalle. -- 1. ed. -- São Paulo : Moderna, 2020.

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

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

20-36704 CDD-373.19

Índices para catálogo sistemático:

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

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

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

Todos os direitos reservados

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

1 3 5 7 9 10 8 6 4 2

MODERNA

Apresentação

Conversando com você, *estudante*,

Estamos vivenciando um momento sem precedentes de integração mundial e de produção e fluxo de informação, promovidos principalmente pelo uso disseminado de tecnologias da comunicação. Nesse cenário, as contribuições das Ciências da Natureza e suas Tecnologias ganham ainda mais importância, trazendo novos dados acerca dos fenômenos naturais e novas interpretações daquilo que já conhecíamos, desvendando fronteiras tecnológicas cada vez mais amplas.

Diante dessa realidade, almejamos uma educação de qualidade amplamente acessível a jovens como você, pautada em dados científicos e no desenvolvimento de senso crítico, fornecendo instrumentos para que você faça escolhas conscientes a fim de melhorar a sua qualidade de vida e a das demais pessoas. Afinal, entender a natureza nos possibilita adotar posturas mais adequadas diante dos enormes desafios do mundo atual.

Por meio desta coleção, vamos analisar como a Química, a Física e a Biologia e suas tecnologias estão integradas na resolução de problemas reais. Nosso objetivo é que você encontre o estímulo para despertar seu olhar para a natureza de modo crítico, analítico, ético e responsável. Para isso, selecionamos temáticas atuais e relevantes que serão abordadas à luz dessas ciências ao longo de cada uma das unidades. Com essas escolhas, procuramos valorizar o desenvolvimento de competências e habilidades fundamentais para sua formação como indivíduo e cidadão de um mundo em constante transformação.

Assim, convidamos você a desfrutar do prazer de abrir os olhos e desvendar a beleza que é entender a natureza e fazer parte dela.

Com carinho,

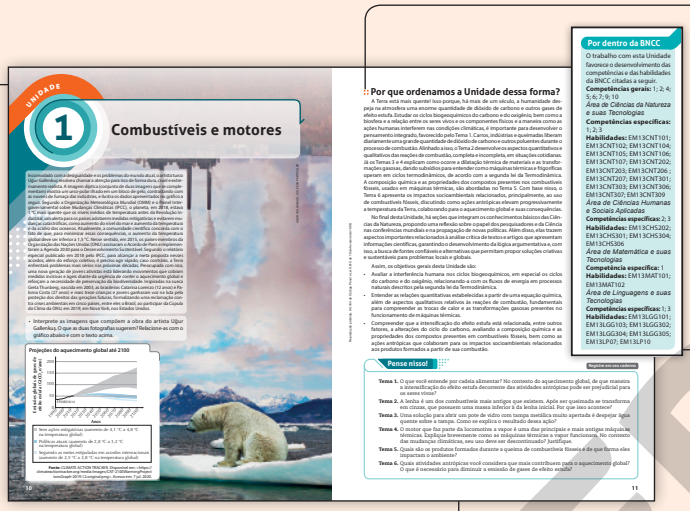
Os *Autores*.

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

MODERNA

Conheça seu livro

Esta obra está dividida em Unidades que abrangem diferentes tópicos e seções. Veja e entenda, a seguir, a estrutura do seu livro e o propósito de cada parte dele.



Abertura de Unidade

Imagens e texto convidam você a conhecer uma problemática atual e interdisciplinar que servirá de desencadeador de ideias a serem trabalhadas na Unidade.

Pense nisso!

Questões que ajudam a estabelecer relações entre o que você já sabe e o que será estudado.

Por que ordenamos a Unidade 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

ANP aprova especificações do diesel menos poluente

Notícia sobre a regulamentação aprovada pela ANP para o fim da comercialização do diesel S-50 e S-1800.
Disponível em: <http://www.anp.gov.br/noticias/1376-anpaprova-especificacoes-dodiesel-menos-poluente-obrigatorio-a-partir-de-1-de-janeiro>. Acesso em: 29 jul. 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.

MANUAL DO PROFESSOR

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

Combustíveis e motores 10

Tema 1 Estrutura dos ecossistemas, fluxo de energia e ciclo da matéria 12

O planeta Terra e a biosfera 12
A teoria de Gaia 13
Definição de ecossistemas 14
Componentes estruturais dos ecossistemas 14
Níveis tróficos e cadeias alimentares 14
Pirâmides ecológicas 16
Pirâmide de números 17
Pirâmide de biomassa 17
Pirâmide de energia 18
Modelo de fluxo energético 18
Ciclos biogeoquímicos 18
Ciclo do carbono 19
Ciclo do oxigênio 20
Atividades 21

Tema 2 Reações de combustão e estequiometria 23

Quantidade de matéria 24
Balanceamento de equações químicas 24
Cálculos estequiométricos 25
Relacionando quantidades de reagentes e produtos em um cenário ideal 25
Relacionando quantidades de reagentes e produtos em um cenário real 27
Atividades 30

Tema 3 Dilatação térmica e transformações gasosas 32

Dilatação e contração térmica 32
Parâmetros da dilatação térmica 32
Prática investigativa – Entendendo o funcionamento de um termostato 33
Dilatação de sólidos e de líquidos 36
Transformações gasosas 37
Transformação isotérmica 37
Transformação isovolumétrica ou isocórica 38
Transformação isobárica 39
Transformação adiabática 39
Atividades 40

Tema 4 Ciclos termodinâmicos e entropia 42

Ciclos termodinâmicos 42
Segunda lei da Termodinâmica 45
Rendimento e eficiência 45
Ciclo de Carnot 46
Entropia 47
Atividades 47

Tema 5 Combustíveis fósseis e chuva ácida 49

Principais fontes não renováveis de combustíveis 49
Hidrocarbonetos e suas formas de representação 50
Hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos 51
Obtenção de hidrocarbonetos 52
Nomenclatura dos hidrocarbonetos alifáticos 54
Propriedades dos hidrocarbonetos 55
Os óxidos e a queima de combustíveis fósseis 57
Como avaliar o nível de acidez da chuva? 58
Caráter ácido-base dos óxidos 58
Atividades 59

Tema 6 Padrões climáticos e balanço térmico da Terra 62

Atmosfera e efeito estufa 62
Os grandes padrões climáticos 63
Efeito da altitude no clima 66
Efeito dos oceanos no clima 66
Fatores naturais e antrópicos que afetam o balanço térmico da Terra 67
Radiação solar 67
Gases de efeito estufa 68
Albedo 69
Aerossóis naturais e antropogênicos 69
Qual é a contribuição antrópica para o aquecimento global? 69
Atividades 70
Reflexões sobre a ciência 72
Pensamento crítico e argumentação 73
Valores e atitudes 75
Revise e amplie! 75

UNIDADE 2

Esportes 76

Tema 1 Níveis de organização e tipos de tecido 78

Diferenciação celular 79
Tecido epitelial 79
Epitélios de revestimento 79
Epitélios glandulares 80

MODERNA

Tecido conjuntivo ... 81
Tecido conjuntivo propriamente dito ... 81
Tecido adiposo ... 81
Tecido conjuntivo cartilaginoso ... 82
Tecido conjuntivo ósseo ... 82
Tecido muscular ... 84
Tecido nervoso ... 84
Neurônios ... 84
Gliócitos ... 85
Atividades ... 85

Tema 2 Fisiologia do movimento ... 87

O aparelho locomotor ... 87
Sistema esquelético ... 87
Sistema articular ... 88
Sistema muscular esquelético ... 88
Integração entre os sistemas esquelético, articular e muscular na geração de movimento ... 92
Atividade física e condicionamento físico ... 92
Prática investigativa – Aquecimento físico e frequência cardíaca ... 93
Sistema cardiovascular ... 94
O coração e seu funcionamento ... 96
Atividades ... 97

Tema 3 Descrição dos movimentos ... 100

Referencial e movimento relativo ... 100
Corpo extenso e ponto material ... 101
Trajetória ... 101
Deslocamento, velocidade e aceleração ... 102
Movimento progressivo e movimento retrógrado ... 104
Movimento uniforme (MU) ... 104
Funções horárias no MU ... 105
Movimento uniformemente variado (MUV) ... 106
Funções horárias no MUV ... 107
Movimento progressivo e retardado ... 108
Equação de Torricelli ... 109
Queda livre ... 109
Organizando os movimentos ... 110
Lançamento vertical ... 110
Atividades ... 111

Tema 4 Composição de movimentos e movimento circular ... 113

Grandezas vetoriais ... 113
Vetor deslocamento ... 114
Velocidade vetorial média ... 114
Aceleração vetorial média ... 115
Lançamento horizontal ... 115
Velocidade no lançamento horizontal em um dado ponto ... 115
Lançamento oblíquo ... 116
Movimento circular ... 117
Velocidade angular ... 117
Período e frequência ... 118
Movimento circular uniforme ... 118
Aceleração centrípeta ... 118
Atividades ... 119

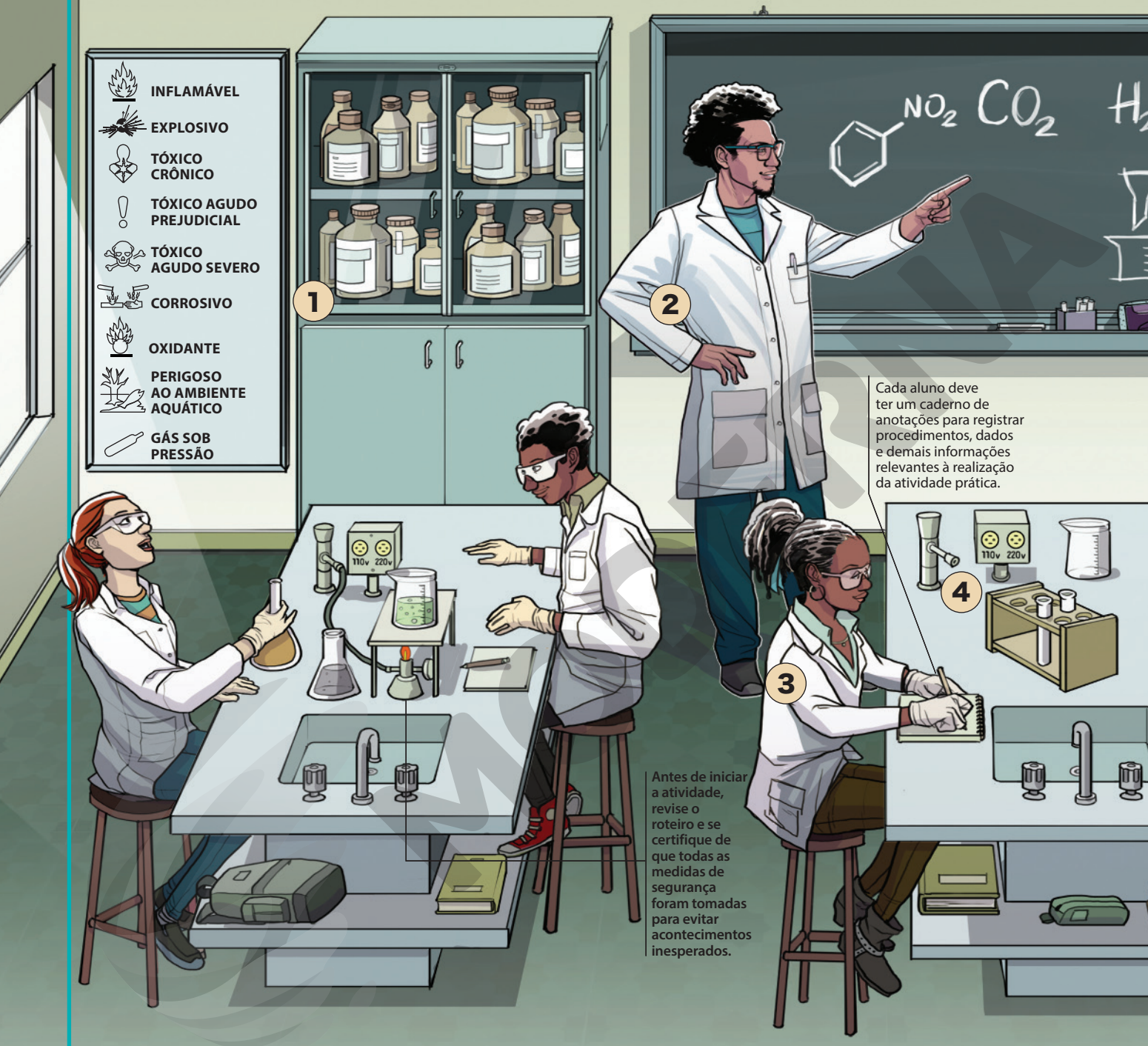
Tema 5 Substâncias que afetam a prática esportiva ... 121

Isomeria constitucional ... 122
Conceito de isomeria ... 122
Tipos de isomeria constitucional ... 122
Reações para identificação de isômeros ... 124
Diversidade dos compostos orgânicos ... 125
Nomenclatura de compostos de função mista ... 125
Espectroscopia de absorção molecular no infravermelho: um método para identificar grupos funcionais ... 126
Propriedades dos compostos orgânicos ... 128
Temperatura de fusão e de ebulição ... 128
Solubilidade dos compostos orgânicos ... 129
Substâncias proibidas antes e/ou durante as competições ... 130
Esteroides ... 130
Estimulantes ... 131
Diuréticos ... 133
Transportadores de gás oxigênio ... 135
Transportadores naturais ... 135
Transportadores artificiais ... 135
Polímeros nos esportes ... 136
Náilon ... 137
Borracha natural ... 138
Boxe + ... 139
Borrachas sintéticas ... 139
Silicones ... 140
Compósitos ... 140
Atividades ... 141
Reflexões sobre a ciência ... 144
Pensamento crítico e argumentação ... 145
Comunicação ... 147
Revise e amplie! ... 148
Tabela periódica ... 149
Tabelas para consulta ... 150
Respostas ... 151
Por dentro da BNCC ... 152
Bibliografia ... 157

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.

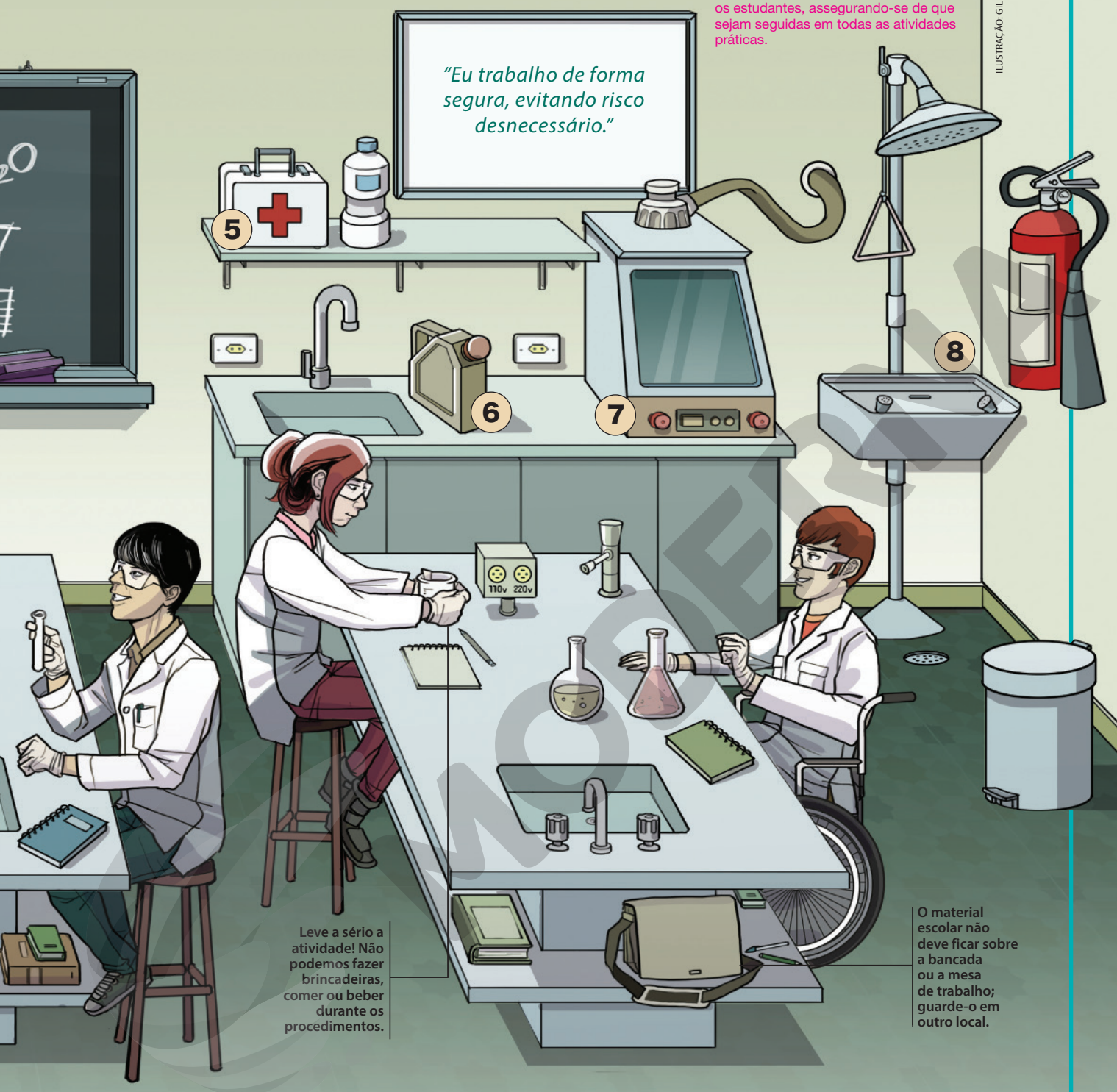
2 O que fazer?
Devemos prestar muita atenção às explicações do professor antes de iniciar uma atividade prática. Se mesmo assim houver dúvidas ou acontecer algum imprevisto, comunique-o imediatamente.

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

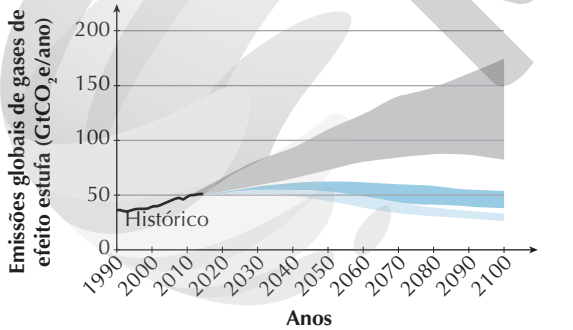
1 Combustíveis e motores

UGUR GALLENKUS - COLEÇÃO PARTICULAR

Incomodado com a desigualdade e os problemas do mundo atual, o artista turco Uğur Gallenkuş resolveu chamar a atenção para isso de forma dura, cruel e extremamente realista. Ele usa em suas composições imagens dípticas (conjuntos de duas imagens que se complementam) como a mostrada nesta abertura, a qual se relaciona com os dados apresentados no gráfico a seguir. Segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), o planeta, em 2018, estava 1 °C mais quente que os níveis médios de temperatura antes da Revolução Industrial, um alerta para os países adotarem medidas mitigatórias e evitarem mudanças catastróficas, como aumento do nível do mar e aumento da temperatura e da acidez dos oceanos. Atualmente, a comunidade científica concorda com o fato de que, para minimizar essas consequências, o aumento da temperatura global deve ser inferior a 1,5 °C. Nesse sentido, em 2015, os países-membros da Organização das Nações Unidas (ONU) assinaram o Acordo de Paris e implementaram a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Segundo o relatório especial publicado em 2018 pelo IPCC, para alcançar a meta proposta nesses acordos, além do esforço coletivo, é preciso agir rápido; caso contrário, a Terra enfrentará problemas mais sérios nas próximas décadas. Preocupada com isso, uma nova geração de jovens ativistas está liderando movimentos que cobram medidas incisivas e ágeis diante da urgência de conter o aquecimento global e reforçam a necessidade de preservação da biodiversidade. Inspiradas na sueca Greta Thunberg, nascida em 2003, as brasileiras Catarina Lorenzo (12 anos) e Paloma Costa (27 anos) e mais treze crianças e jovens ganharam voz na luta pela proteção dos direitos das gerações futuras, formalizando uma reclamação contra crises ambientais em cinco países, entre eles o Brasil, ao participar da Cúpula do Clima da ONU, em 2019, em Nova York, nos Estados Unidos.

- Interprete as imagens que compõem a obra do artista Uğur Gallenkuş. O que as duas fotografias sugerem? Relacione-as com o gráfico abaixo e com o texto acima.

Projeções do aquecimento global até 2100



- Sem ações mitigatórias (aumento de 4,1 °C a 4,8 °C na temperatura global)
- Políticas atuais (aumento de 2,8 °C a 3,2 °C na temperatura global)
- Seguindo as metas estipuladas em acordos internacionais (aumento de 2,5 °C a 2,8 °C na temperatura global)

Fonte: CLIMATE ACTION TRACKER. Disponível em: <https://climateactiontracker.org/media/images/CAT-2100WarmingProjectionsGraph-2019.12.original.png>. Acesso em: 7 jul. 2020.

NELSON MATSUDA

MODERNA

Por que ordenamos a Unidade dessa forma?

A Terra está mais quente! Isso porque, há mais de um século, a humanidade despeja na atmosfera uma enorme quantidade de dióxido de carbono e outros gases de efeito estufa. Estudar os ciclos biogeoquímicos do carbono e do oxigênio, bem como a biosfera e a relação entre os seres vivos e os componentes físicos e a maneira como as ações humanas interferem nas condições climáticas, é importante para desenvolver o pensamento integrado, favorecido pelo Tema 1. Carros, indústrias e queimadas liberam diariamente uma grande quantidade de dióxido de carbono e outros poluentes durante o processo de combustão. Alinhado a isso, o Tema 2 desenvolve os aspectos quantitativos e qualitativos das reações de combustão, completa e incompleta, em situações cotidianas. Já os Temas 3 e 4 explicam como ocorre a dilatação térmica de materiais e as transformações gasosas, dando subsídios para entender como máquinas térmicas e frigoríficas operam em ciclos termodinâmicos, de acordo com a segunda lei da Termodinâmica. A composição química e as propriedades dos compostos presentes nos combustíveis fósseis, usados em máquinas térmicas, são abordadas no Tema 5. Com base nisso, o Tema 6 apresenta os impactos socioambientais relacionados, principalmente, ao uso de combustíveis fósseis, discutindo como ações antrópicas elevam progressivamente a temperatura da Terra, colaborando para o aquecimento global e suas consequências.

No final desta Unidade, há seções que integram os conhecimentos básicos das Ciências da Natureza, propondo uma reflexão sobre o papel dos pesquisadores e da Ciência nas conferências mundiais e na propagação de novas políticas. Além disso, elas trazem aspectos importantes relacionados à análise crítica de textos e artigos que apresentam informações científicas, garantindo o desenvolvimento da lógica argumentativa e, com isso, a busca de fontes confiáveis e alternativas que permitam propor soluções criativas e sustentáveis para problemas locais e globais.

Assim, os objetivos gerais desta Unidade são:

- Avaliar a interferência humana nos ciclos biogeoquímicos, em especial os ciclos do carbono e do oxigênio, relacionando-a com os fluxos de energia em processos naturais descritos pela segunda lei da Termodinâmica.
- Entender as relações quantitativas estabelecidas a partir de uma equação química, além de aspectos qualitativos relativos às reações de combustão, fundamentais para compreender as trocas de calor e as transformações gasosas presentes no funcionamento de máquinas térmicas.
- Compreender que a intensificação do efeito estufa está relacionada, entre outros fatores, a alterações do ciclo do carbono, avaliando a composição química e as propriedades dos compostos presentes em combustíveis fósseis, bem como as ações antrópicas que colaboram para os impactos socioambientais relacionados aos produtos formados a partir de sua combustão.

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; 9; 10

Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Competências específicas: 1; 2; 3

Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT102; EM13CNT104; EM13CNT105; EM13CNT106; EM13CNT107; EM13CNT202; EM13CNT203; EM13CNT206 ; EM13CNT207; EM13CNT301; EM13CNT303; EM13CNT306; EM13CNT307; EM13CNT309

Área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Competências específicas: 2; 3

Habilidades: EM13CHS202; EM13CHS301; EM13CHS304; EM13CHS306

Área de Matemática e suas Tecnologias

Competência específica: 1

Habilidades: EM13MAT101; EM13MAT102

Área de Linguagens e suas Tecnologias

Competências específicas: 1; 3

Habilidades: EM13LGG101; EM13LGG103; EM13LGG302; EM13LGG304; EM13LGG305; EM13LP07; EM13LP10

Pense nisso!

Registre em seu caderno

Tema 1. O que você entende por cadeia alimentar? No contexto do aquecimento global, de que maneira a intensificação do efeito estufa decorrente das atividades antrópicas pode ser prejudicial para os seres vivos?

Tema 2. A lenha é um dos combustíveis mais antigos que existem. Após ser queimada se transforma em cinzas, que possuem uma massa inferior à da lenha inicial. Por que isso acontece?

Tema 3. Uma solução para abrir um pote de vidro com tampa metálica muito apertada é despejar água quente sobre a tampa. Como se explica o resultado dessa ação?

Tema 4. O motor que faz parte da locomotiva a vapor é uma das principais e mais antigas máquinas térmicas. Explique brevemente como as máquinas térmicas a vapor funcionam. No contexto das mudanças climáticas, seu uso deve ser descontinuado? Justifique.

Tema 5. Quais são os produtos formados durante a queima de combustíveis fósseis e de que forma eles impactam o ambiente?

Tema 6. Quais atividades antrópicas você considera que mais contribuem para o aquecimento global? O que é necessário para diminuir a emissão de gases de efeito estufa?

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

MODELO

TEMA 1

Estrutura dos ecossistemas, fluxo de energia e ciclo da matéria

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6

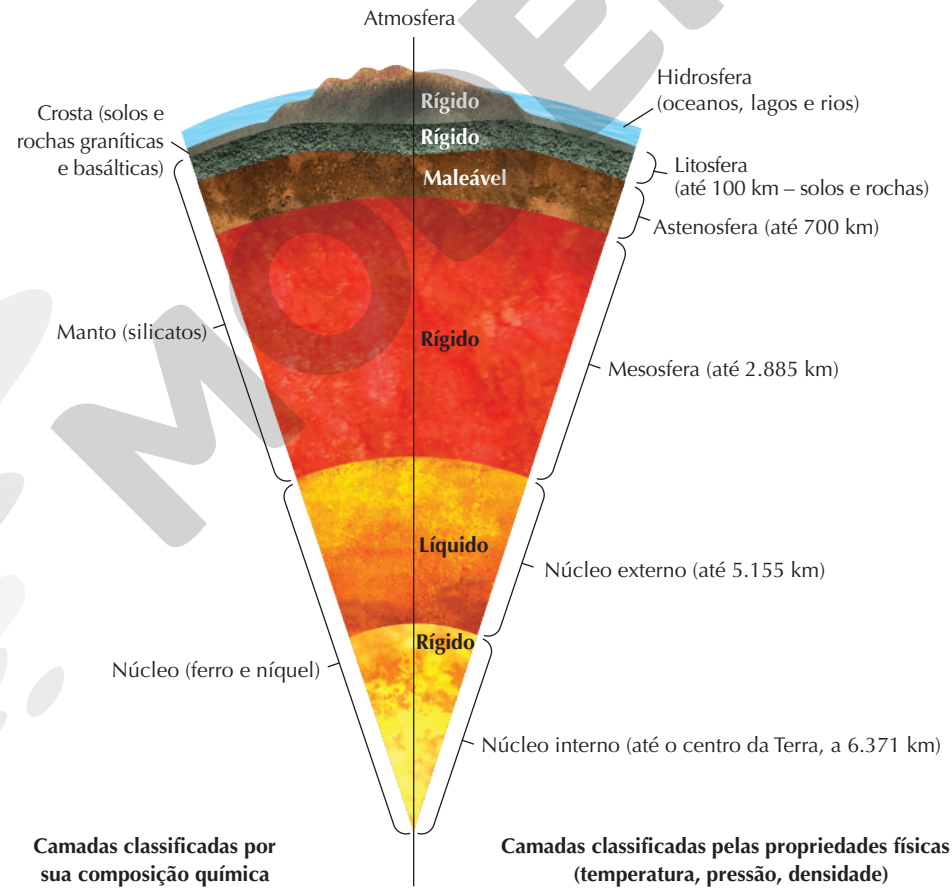
Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT105; EM13CNT202; EM13CNT203

Nos ecossistemas, os organismos interagem com o ambiente em que vivem e também entre si. Todos os seres vivos precisam de energia para viver, e eles diferem quanto à forma pela qual obtêm essa energia. Os seres fotossintetizantes, como as plantas, transformam a energia luminosa do Sol em energia química, armazenada em moléculas que são usadas como fontes de energia ou formam o corpo do organismo. Essas moléculas podem ser usadas como alimento para a manutenção da vida de outros organismos. Os seres humanos, além de participarem das interações alimentares nos ecossistemas, utilizam muitas dessas moléculas (como a madeira) ou seus derivados (como o etanol) como combustíveis para as suas atividades.

Neste Tema, vamos estudar os componentes dos ecossistemas, as interações alimentares que ocorrem entre os organismos que os compõem e como ocorre o fluxo de energia e a ciclagem da matéria nos ambientes.

O planeta Terra e a biosfera

O interior do planeta Terra não é uma esfera homogênea. Há uma diferenciação em camadas quanto à composição, densidade, temperatura e pressão (**Fig. 1.1**).



Fonte: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. *et al. Decifrando a Terra*. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2007.

Figura 1.1 Representação esquemática da estrutura interna da Terra. Os limites de cada camada, referidos em quilômetros abaixo do nível do mar, podem variar de acordo com a fonte. A astenosfera e a parte inferior da litosfera costumam ser designadas como manto superior. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Fique por dentro

Fluxo de energia entre seres vivos (Laboratório de Tecnologias Educacionais – Unicamp)

O vídeo trata do fluxo de energia entre os seres vivos, abordando aspectos dos diferentes níveis tróficos das cadeias alimentares, assim como as alterações que podem ocorrer em consequência de interferências humanas.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qO3yasOJgNA>. Acesso em: 16 jul. 2020.

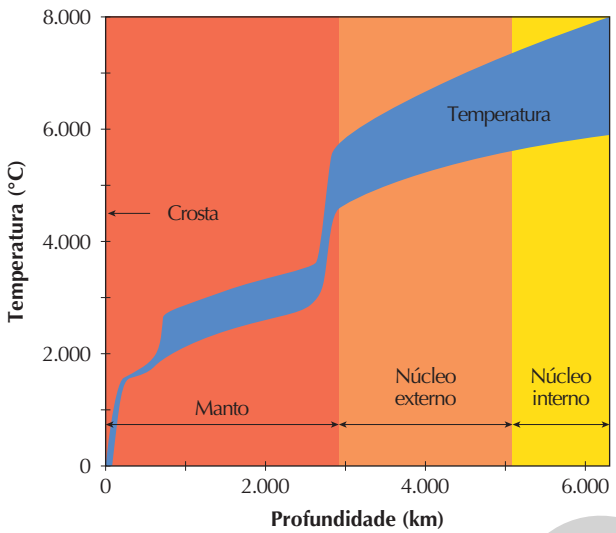
ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

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

A temperatura e a pressão aumentam muito com a profundidade, como é possível verificar pela **figura 1.2**. Nela, a faixa azul representa a variação de temperatura esperada em cada profundidade, a partir do nível do mar. O núcleo interno, apesar de ser de ferro extremamente quente, bem acima do ponto de fusão, apresenta-se sólido graças à imensa pressão. No núcleo externo, embora a temperatura seja mais baixa que no núcleo interno, a pressão menor permite que o material esteja na fase líquida. Entre o núcleo externo e o manto há uma forte redução de temperatura, que se mantém em queda até a crosta.

NELSON MATSUDA

Figura 1.2 Variação da temperatura em função da profundidade



Fonte: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. *et al. Decifrando a Terra*. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2007.

A **litosfera** (rígida) é formada pela camada mais superficial do manto em conjunto com a crosta terrestre, que é onde vivemos. A litosfera é formada por **placas litosféricas** que flutuam sobre a astenosfera, a qual, por ter certa maleabilidade, permite que as placas se movimentem. É em razão dessa movimentação de placas que a geografia do planeta se alterou muito e ainda se altera em tempo geológico, que costuma ser medido em milhões ou bilhões de anos, desde a formação do planeta.

As bacias ou partes baixas da crosta terrestre acomodam os oceanos, que, com os rios, lagos, depósitos subterrâneos de água e os gelos polares (às vezes referidos como criosfera), constituem a **hidrosfera**.

Finalmente, acima disso tudo vem a camada menos densa de todas, formada por gases e que constitui a **atmosfera**.

Na Terra, a vida se distribui pelos ecossistemas presentes na parte superior da litosfera, na maior parte da hidrosfera e na atmosfera até cerca de 7.000 metros de altitude.

A **biosfera** é o conjunto desses ecossistemas. De modo mais simplificado, podemos dizer que a biosfera é a região do planeta onde há seres vivos.

A teoria de Gaia

Em 1916, o geólogo estadunidense Thomas Chrowder Chamberlin (1843-1928) explicou com a seguinte frase a importância da interação dos seres vivos com o ambiente: "O mais importante reside em convencer tantas pessoas quanto pudermos de que a nossa Terra não é um planeta morto, mas um organismo vivo e ativo".

Posteriormente, em 1979, o cientista britânico James E. Lovelock (1919-) publicou o livro *Gaia: a new look at life on Earth* (*Gaia*: um novo olhar sobre a vida na Terra), em que formula a hipótese de Gaia, nome escolhido com base na mitologia grega, pois Gaia era a deusa da Terra, mãe de todos os seres vivos.

As formulações iniciais, como a de que a Terra seria um organismo vivo, foram ao longo do tempo modificadas inclusive pelo próprio Lovelock, a ponto de gradualmente alçar o que foi considerado pseudociência por alguns ao nível atual de teoria.

A **teoria de Gaia**, também denominada **teoria biogeoquímica**, é uma teoria da ecologia que propõe que os seres vivos e os componentes físicos da Terra (atmosfera, hidrosfera e litosfera) constituem um sistema complexo de interações que fazem as condições climáticas e biogeoquímicas do planeta serem como são. Os ciclos biogeoquímicos que estudamos em ecologia e abordaremos mais adiante são exemplos dessa trama de interações.

Inúmeros estudos mostram que a própria composição de gases da atmosfera terrestre depende diretamente dos seres vivos, já que o alto teor de gás oxigênio (O_2) e o baixo teor de gás carbônico (CO_2) só são mantidos pela fotossíntese; portanto, a manutenção da maioria das formas de vida que existem hoje na Terra não seria possível sem a atuação dos organismos fotossintetizantes (**Tabela 1.1**).

Tabela 1.1 Comparação entre a composição química atual da atmosfera terrestre e a provável composição caso não houvesse vida no planeta

Componentes	Terra atual	Terra sem vida
CO_2 e outros gases	0,03%	98%
N_2	79%	1,9%
O_2	20%	Traços

Fonte dos dados: ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

Segundo a teoria de Gaia, a atmosfera terrestre não desenvolveu a capacidade de sustentar a vida apenas pela interação de forças físicas, surgidas ao acaso, para depois a vida evoluir adaptando-se a condições ambientais preexistentes e imutáveis. Na verdade, a própria vida interferiu na composição da atmosfera, mantendo-a em um equilíbrio compatível com a sobrevivência dos organismos.

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

MODERNA

A hipótese formulada inicialmente causou grande impacto nos meios científicos, tendo recebido severas críticas de alguns cientistas e apoio de outros. Apesar das discussões calorosas que geralmente ocorrem quando se fala em hipótese ou teoria de Gaia ou teoria biogeoquímica, ela carrega uma mensagem muito importante: a Terra deve ser vista como um sistema, em que os seres vivos e o ambiente estão inter-relacionados e são inseparáveis. A preservação da vida é também a preservação do planeta físico, e vice-versa.

A seguir, vamos conhecer um pouco melhor a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas em geral, compreendendo seus componentes abióticos e bióticos.

Definição de ecossistemas

Vamos começar o estudo dos ecossistemas observando os componentes da **figura 1.3**.

MANOJ SHAH/PHOTODISC/GETTY IMAGES

Figura 1.3 Abutres e marabus se alimentando da carcaça de uma zebra. A zebra, um animal herbívoro, após sua morte serve de alimento a aves detritívoras. Nos ecossistemas, a matéria é constantemente reciclada no ambiente.

Ecossistemas são espaços onde comunidades biológicas vivem integradas aos componentes não vivos do ambiente em determinado tempo. Esses componentes bióticos e abióticos interagem e propiciam a ciclagem da matéria e o fluxo da energia, dois processos indissociáveis.

Nos ecossistemas, portanto, observa-se a complexa rede de interações dos organismos entre si, e deles com o ambiente. Como já vimos, os ecossistemas são as unidades que, juntas, constituem a biosfera.

Vamos agora iniciar nosso estudo sobre ecossistemas por meio da descrição de seus componentes estruturais.

Componentes estruturais dos ecossistemas

Os ecossistemas apresentam dois componentes essenciais intimamente inter-relacionados, que já aparecem na sua própria definição: componentes bióticos e componentes abióticos.

Os **componentes bióticos** constituem a comunidade biológica ou a biota do ecossistema. São todas as espécies de seres vivos que, funcionando cada uma com suas particularidades, contribuem para dois processos fundamentais: a ciclagem da matéria e o fluxo de energia.

Há dois tipos básicos de organismos ou componentes bióticos, diferenciados pela forma como obtêm matérias-primas para produzir energia, ou seja, pelo padrão de nutrição: os organismos autótrofos e os heterótrofos.

Os organismos **autótrofos** (do grego, *auto* = próprio; *trofos* = alimento) sintetizam o próprio alimento a partir de substâncias inorgânicas, como o gás carbônico e a água, e uma fonte de energia, por exemplo, a energia luminosa; note que a energia não está inicialmente incorporada em algum tipo de matéria orgânica viva ou morta. São autótrofos todos os organismos fotossintetizantes (que usam energia luminosa) ou quimiossintetizantes (que usam energia química liberada por reações inorgânicas).

Os organismos **heterótrofos** (do grego, *hetero* = outro, diferente; *trofos* = alimento), por sua vez, precisam incorporar matéria orgânica produzida pelos autótrofos para dela extraírem a energia necessária para sua construção e funcionamento; por isso, dependem de outros organismos vivos ou de detritos deixados por eles (matéria orgânica morta). Em uma linguagem mais simples, os heterótrofos precisam ingerir matéria orgânica, enquanto os autótrofos fabricam sua própria matéria orgânica a partir de materiais inorgânicos.

Sendo assim, os heterótrofos dependem direta ou indiretamente da matéria orgânica sintetizada pelos autótrofos para seu crescimento, reprodução e reparação de perdas, além da obtenção de energia necessária para a manutenção dos processos vitais.

Os **componentes abióticos** dos ecossistemas são aqueles do ambiente físico, como rochas expostas, solos, fundos e águas dos rios, mares e lagos, gelo, ar atmosférico.

Relacionados com esses componentes há uma série de fatores ou variáveis que podem afetar diretamente os seres vivos. Os exemplos são inúmeros. Há **fatores físicos** (como a radiação solar que atravessa a atmosfera, a temperatura, a pressão, a umidade do ar ou do solo, os ventos e as chuvas, associadas à disponibilidade de água), **fatores químicos** (como o pH do meio, a salinidade das águas, a concentração de nutrientes minerais, a disponibilidade de gás oxigênio) ou, ainda, **fatores geológicos**, como as propriedades mecânicas do solo (granulação ou textura, compactação etc.).

Níveis tróficos e cadeias alimentares

As diferentes espécies do componente biótico dos ecossistemas interagem, principalmente, por meio de relações alimentares. Os autótrofos são o alimento vivo

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

MODERNA

mais primário para os heterótrofos em geral e constituem a categoria dos **produtores** (**Fig. 1.4**).

FABIO COLOMBINI

Figura 1.4 Trecho de Mata Atlântica com destaque para os seres autótrofos ou produtores, as plantas (Sete Barras, SP, 2019).

Os heterótrofos que consomem diretamente os autótrofos são os chamados **herbívoros** ou **consumidores primários**. Herbívoros servem de alimento para os **carnívoros**, que são os **consumidores secundários**. Carnívoros que se alimentam de consumidores secundários são os **consumidores terciários**, e assim por diante (**Fig. 1.5**). Há uma relação hierárquica entre essas categorias, elas são chamadas de **níveis tróficos**.

CHRIS BRUNSKILL LTD/GETTY IMAGES

Figura 1.5 Onça-pintada (*Panthera onca*) abatendo um jacaré (*Caiman* sp.) na margem do rio Três Irmãos, em Porto Jofre (MT), 2017. Como nesse ecossistema não há carnívoros que se alimentem de onças, elas são exemplos de carnívoro de topo, ou seja, o elo final da cadeia alimentar. Os jacarés, por sua vez, por se alimentarem de herbívoros e outros carnívoros, podem ocupar o segundo nível trófico (consumidores secundários) ou níveis tróficos mais elevados.

É muito comum um mesmo organismo consumidor atuar em diversos níveis. Por exemplo, ao comer um prato de arroz, feijão e bife, a pessoa está sendo um consumidor primário ao comer o arroz e o feijão (que são produtores) e secundário ao comer a carne de boi (que é um herbívoro). Os heterótrofos que se alimentam de autótrofos e também de heterótrofos são chamados **onívoros** (**Fig. 1.6**).

THELMA GATUZZO/MOMENT OPEN/GETTY IMAGES

Figura 1.6 Araçari-banana (*Pteroglossus bailloni*). Essa ave, que chega a 40 cm de comprimento total, alimenta-se de frutos diversos, mas também pode comer insetos, ovos e filhotes de outras aves – é uma espécie onívora.

Há ainda outra categoria nutricional extremamente importante, que é a dos **detritívoros**, ou seja, heterótrofos que se alimentam de matéria orgânica morta (**detritos**), podendo, por sua vez, ser comidos por carnívoros diversos. As aves que mostramos comendo o corpo de uma zebra morta na savana africana (**Fig. 1.3**) são, assim como nossos urubus, detritívoras.

Os detritívoros, como larvas de muitos insetos, minhocas e urubus, são análogos aos herbívoros, ocupando a posição de consumidores primários.

A matéria orgânica morta também é um alimento de base nos ecossistemas, como a biomassa de autótrofos. Assim, quando um pássaro come uma minhoca ou uma das larvas que se alimentam de carniça (animal morto em decomposição), ele está sendo um consumidor secundário.

Os detritívoros são muito importantes por fragmentarem os detritos, tornando-os mais acessíveis aos **decompositores**, que são certas bactérias e fungos (**Fig. 1.7**).

GUENTERMANAUS/SHUTTERSTOCK

Figura 1.7 Fungos crescendo sobre tronco morto caído, na Floresta Amazônica (Presidente Figueiredo, AM, sem data). Os cogumelos que vemos são apenas os corpos de frutificação (elementos reprodutivos); as partes não reprodutivas envolvidas na decomposição da matéria orgânica são filamentos ou hifas que penetram e se ramificam no interior do tronco.

Há, no entanto, uma situação atípica. É o caso dos animais que se alimentam de bactérias e fungos (decompositores), e não dos detritos propriamente ditos. Nesse caso, as bactérias e os fungos poderiam ser considerados consumidores primários dos detritos (alimento base), e os referidos animais seriam consumidores secundários.

Os decompositores podem ser considerados o último nível trófico, embora atuem sobre os detritos produzidos por todos os demais níveis. Um dos resultados da ação dos decompositores é a liberação de nutrientes minerais a partir da última degradação química da matéria orgânica morta (processo chamado de remineralização). Esses nutrientes então podem ser absorvidos pelos produtores novamente, fechando o ciclo da matéria.

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

SEM VALOR COMERCIAL

Essas sequências de relações alimentares, com um representante de cada nível trófico, são as **cadeias alimentares**. Elas podem ser de dois tipos, dependendo do alimento de base. **Cadeias de pasteio** (**Fig. 1.8 A**) ou de pastejo são baseadas em produtores (matéria viva), enquanto as baseadas em matéria orgânica morta são chamadas **cadeias de detritos** (**Fig. 1.8 B**).

Fonte: CAIN, M. L. *et al. Ecologia*. 3. ed. Porto Alegre, 2018.

Figura 1.8 Representação esquemática de cadeias alimentares. **(A)** Cadeia de pasteio. Note que se inicia com produtor. **(B)** Cadeia de detritos. A madeira é a matéria orgânica morta, o cupim é o consumidor primário e o tamanduá-bandeira, o secundário. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Um exemplo de cadeia de detritos é quando comemos cogumelos, como o *shiitake*, que cresce em troncos de madeira mortos. Nesse caso, a madeira morta é o alimento base, o *shiitake* ocupa a posição de consumidor primário e o ser humano é o consumidor secundário.

Cadeias alimentares de pasteio e de detritos ocorrem simultaneamente, podendo apresentar superposições ou interligações. A um conjunto de cadeias alimentares interligadas representando relações alimentares em uma comunidade biológica chamamos **teia alimentar** (**Fig. 1.9**).

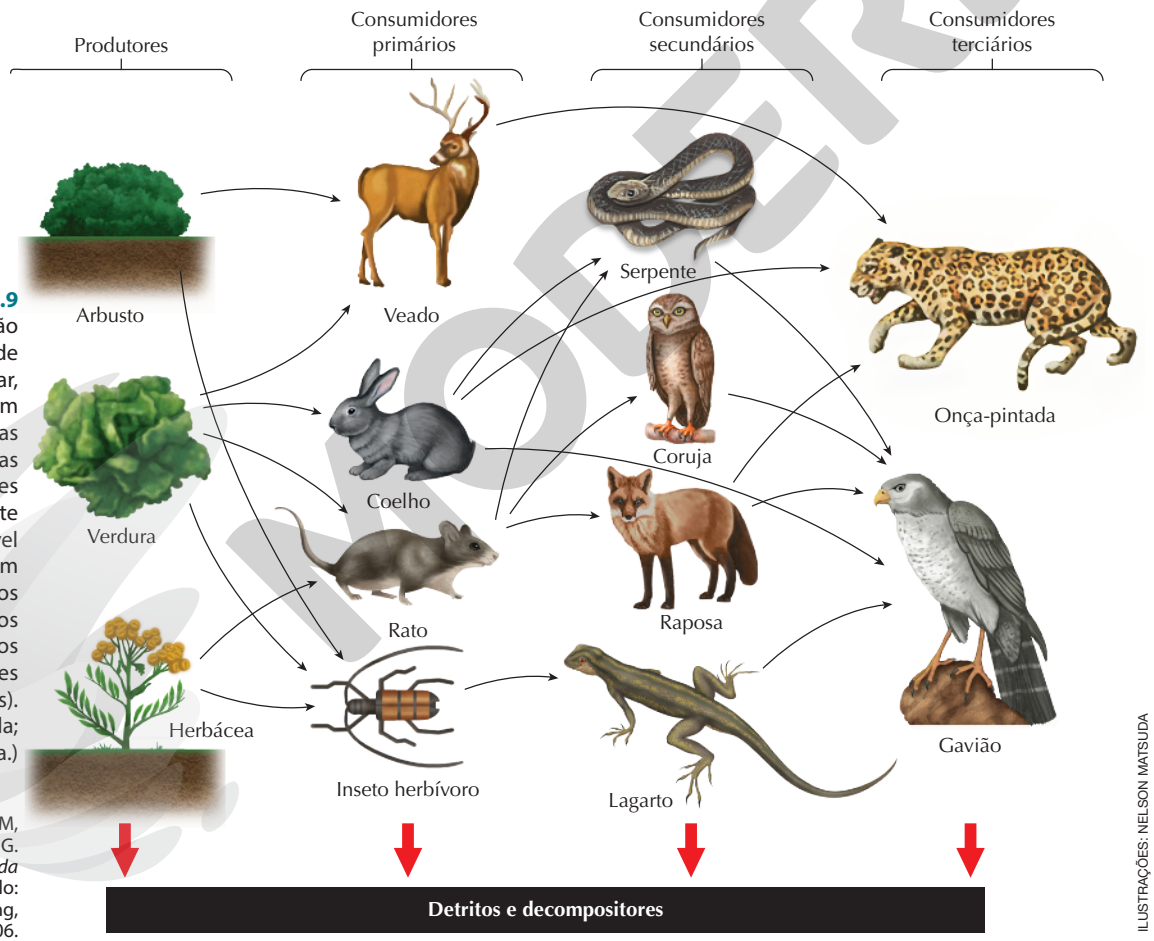


Figura 1.9 Representação esquemática de teia alimentar, na qual podem ser reconhecidas diversas cadeias alimentares interligadas. Note que cada nível trófico apresenta um escape de detritos que sustentam os detritívoros e os decompositores (setas vermelhas). (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Fonte: ODUM, E.; BARRET, G. *Fundamentos da Ecologia*. São Paulo: Cengage Learning, 2006.

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

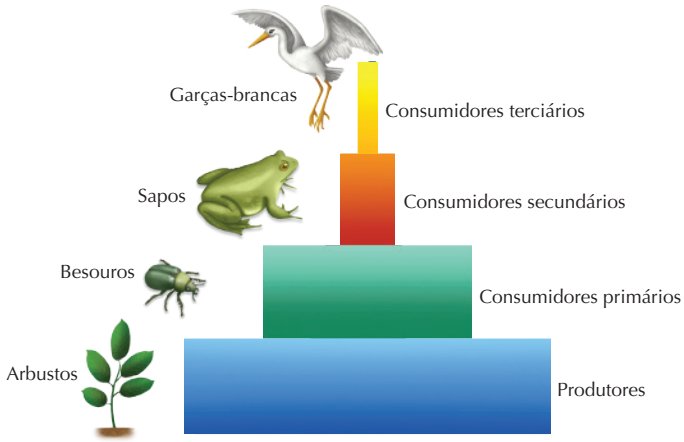
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

:: Pirâmides ecológicas

Uma **pirâmide ecológica** é uma representação gráfica da proporção quantitativa de cada nível trófico no conjunto da comunidade ou no conjunto das populações que constituem os diversos elos de uma cadeia alimentar. As quantidades representadas podem ser de três naturezas: número de indivíduos, biomassa total ou quantidade de energia que passa através de cada nível

trófico por unidade de tempo (fluxo). Essas pirâmides são construídas empilhando retângulos (ou paralelepípedos) cuja largura é proporcional ao valor associado ao nível correspondente (**Fig. 1.10**).

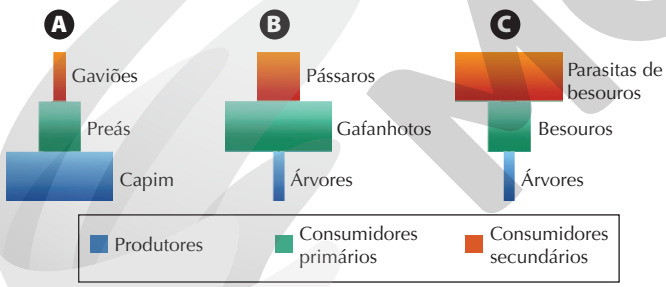


Fonte: SADAVA, D. *et al*. *Vida*: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

Figura 1.10 Representação esquemática de pirâmide ecológica genérica. Nesse caso, a pirâmide representa o número total de indivíduos em cada nível trófico da comunidade. Note que os produtores são os mais numerosos, fato percebido pela largura do retângulo que os representa, seguindo-se pela ordem os níveis de consumidores. Os seres vivos representados à esquerda são exemplos de populações envolvidas em uma cadeia alimentar de pasteio. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Pirâmide de números

A **pirâmide de números** representa a quantidade de indivíduos em cada nível trófico ou a correspondente densidade populacional (número de indivíduos por unidade de área). Em certos casos particulares, essa pirâmide pode ter uma forma atípica, sendo parcialmente ou totalmente invertida (**Fig. 1.11**).



Fonte: SADAVA, D. *et al*. *Vida*: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

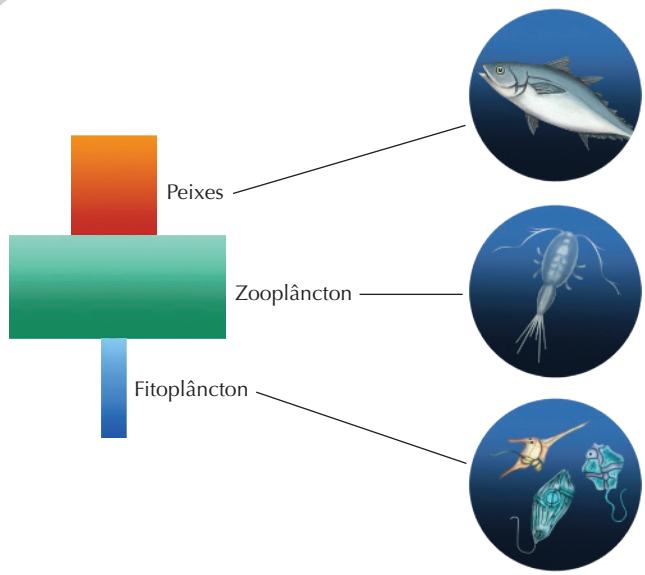
Figura 1.11 Diferentes formatos possíveis para uma pirâmide de números com três níveis. A largura dos retângulos é proporcional ao número de indivíduos correspondente. (**A**) Pirâmide típica, com números decrescentes de produtores, consumidores primários e consumidores secundários, nessa ordem. (**B**) Pirâmide com base estreita, parcialmente invertida. (**C**) Pirâmide totalmente invertida.

As pirâmides de números não são muito informativas, pois não expressam a importância trófica de cada nível. Por exemplo, uma comunidade com 200 pés de capim, 50 gafanhotos e 10 pássaros é muito diferente de outra que apresente 200 coqueiros, 50 papagaios e 10 gaviões. Isso se deve à enorme diferença quanto ao tamanho dos indivíduos. Para compensar essa distorção, são mais interessantes as pirâmides de biomassa.

Pirâmide de biomassa

A **biomassa** (ou massa orgânica) representa a quantidade de matéria orgânica, absoluta ou por área ou por volume, em unidades ecológicas, como os ecossistemas, os níveis tróficos, as populações ou mesmo os indivíduos. Como diferentes espécies apresentam diferentes teores de água no corpo, é comum a biomassa ser expressa em termos de **massa seca**, que representa a quantidade apenas da matéria orgânica. Como no caso da densidade populacional, a biomassa representada pela massa por *unidade de área* permite a comparação de sistemas de tamanhos diferentes.

Assim como as pirâmides de números, as de biomassa também podem apresentar alguma inversão. É o caso do fitoplâncton (constituído por cianobactérias e algas microscópicas com alta taxa de divisão celular) e do zooplâncton herbívoro (pequenos animais, principalmente crustáceos, que se alimentam das algas unicelulares), nos oceanos e outros sistemas aquáticos. Como a biomassa registrada é aquela presente em dado momento, o valor medido representa apenas o momento atual. Mas é preciso considerar que inúmeros novos indivíduos do fitoplâncton vão nascendo ao mesmo tempo que inúmeros vão sendo ingeridos pelos animais do zooplâncton. Com isso, a biomassa de produtores presente em dado momento é menor do que aquela que foi produzida e rapidamente consumida, dando a impressão de que uma pequena quantidade de produtores sustenta uma grande quantidade de consumidores (**Fig. 1.12**).



Fonte: SADAVA, D. *et al*. *Vida*: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

Figura 1.12 Representação esquemática de pirâmide de biomassa parcialmente invertida. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

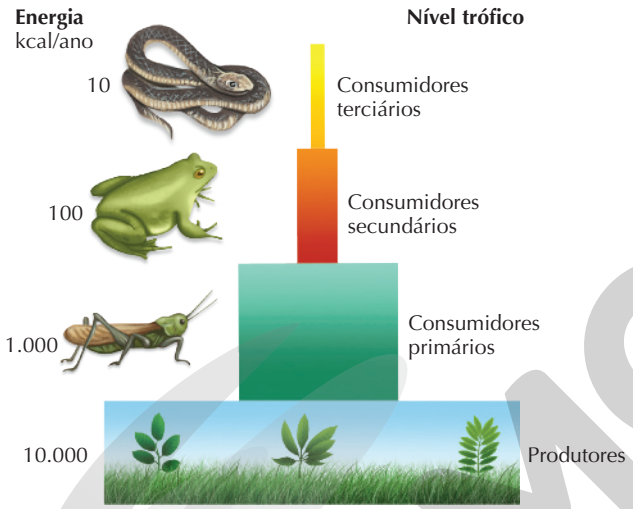
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Pirâmide de energia

A **pirâmide de energia** é bem diferente das pirâmides de números e biomassa. Enquanto aquelas representam quantidades registradas em determinado momento, esta representa a intensidade de um processo; no caso, o fluxo de energia (que estudaremos no tópico a seguir). Essa energia pode entrar no primeiro nível trófico na forma de luz (no caso dos produtores fotossintetizantes) ou, nos demais níveis, na forma de energia química presente nos alimentos (caso dos consumidores e decompositores).

O fluxo é quanta energia passa através dos componentes de cada nível trófico por intervalo de tempo – no caso dos consumidores, ela entra no nível trófico quando seus integrantes se alimentam a partir do nível anterior e sai do nível trófico quando seus integrantes liberam calor derivado do seu metabolismo, liberam detritos ou servem de alimento para os integrantes do nível trófico seguinte. Como parte da energia assimilada por um nível trófico se perde para o meio na forma de calor ou incorporada aos detritos, o fluxo através de determinado nível trófico nunca pode ser maior que o do nível anterior. Assim, as pirâmides de energia nunca podem ser invertidas (**Fig. 1.13**).



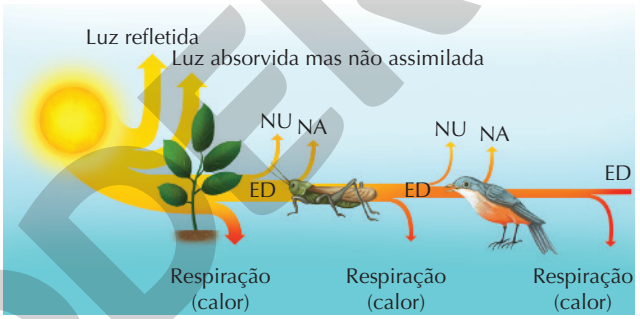
Fonte: SADAVA, D. *et al*. *Vida*: a ciência da Biologia. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

Figura 1.13 Representação esquemática de pirâmide de energia de uma cadeia alimentar de ambiente terrestre. O fluxo em cada nível trófico está apresentado à esquerda, em kcal/ano. Note a intensa redução do conteúdo energético total à medida que se consideram níveis tróficos mais elevados. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Modelo de fluxo energético

Para entender bem como se dá o fluxo de energia através de uma cadeia alimentar, como uma cadeia de pasteio em ambiente terrestre (**Fig. 1.14**), é importante considerar que:

- parte da energia (luz) que chega à superfície terrestre vinda do Sol é refletida;
- parte da luz que incide sobre os produtores é absorvida por eles, mas não assimilada pela clorofila;
- da energia efetivamente assimilada pelos produtores, uma parte é usada para o trabalho metabólico (respiração celular), resultando em perda na forma de calor;
- um herbívoro geralmente não ingere a planta por inteiro (lagartas e gafanhotos, por exemplo, consomem só as folhas), e com isso há uma quantidade de biomassa vegetal contendo energia que não é utilizada (raízes e ramos, nesse exemplo);
- ao ingerir partes das plantas, há uma quantidade de biomassa que o herbívoro não consegue absorver, a qual é eliminada pelas fezes (detritos) – essa é uma energia não assimilada pelo corpo do consumidor (o que ele assimila é apenas uma parte do que havia disponível em seu alimento – essa é a quantidade de energia usada para a construção e o funcionamento do corpo);
- esse raciocínio se repete nas transferências para os níveis tróficos seguintes;
- no final, está disponível para o último nível trófico apenas uma pequena parte da energia assimilada inicialmente pelos produtores, e essa quantidade é insuficiente para sustentar um nível trófico adicional, ou seja, o número de níveis na cadeia alimentar é limitado. É por isso que, como vimos, não há consumidores que se alimentem de onças, por exemplo – elas são carnívoros de topo, nível final da cadeia alimentar.



Fonte: ODUM, E.; BARRET, G. *Fundamentos da Ecologia*. São Paulo: Cengage Learning, 2006.

Figura 1.14 Representação esquemática de fluxo de energia através dos níveis tróficos. Uma pequena parte da energia incidente é assimilada pelos produtores. Note como a energia disponível (ED) para o nível trófico seguinte vai se reduzindo. NU – energia não utilizada pelos consumidores (partes não ingeridas); NA – energia não assimilada (partes ingeridas, mas não digeridas). A respiração celular, processo que sustenta energeticamente a vida, resulta em liberação de calor, que não pode ser reaproveitado. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Ciclos biogeoquímicos

Como acabamos de ver, nos ecossistemas a energia flui unidirecionalmente, sendo gradativamente dissipada na forma de calor para manter o organismo funcionando (respiração celular).

A matéria, todavia, é continuamente reciclada, alternando entre a forma orgânica (biomassa e detritos) e a inorgânica (gases, água e sais minerais ou nutrientes). Essa reciclagem ou ciclagem da matéria ou ainda ciclagem dos nutrientes. Os nutrientes minerais (nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e muitos outros) ora estão incorporados à matéria orgânica, ora nas rochas, ora livres no meio físico; são matérias-primas essenciais para que os produtores possam sintetizar os mais diversos

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

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

MODERNA

compostos orgânicos a partir dos glicídios produzidos pela fotossíntese.

O termo "biogeoquímicos" se deve ao fato de que as transformações da matéria ocorrem por conta de processos biológicos (por parte de seres vivos), geológicos (envolvendo transformações de rochas e solos, vulcanismo, tectonismo e outros) e químicos (como a transformação de gás oxigênio (O_2) em gás ozônio (O_3) ou de compostos sulfurosos e nitrogenados em ácidos, na atmosfera).

Os ciclos biogeoquímicos podem ser bastante complexos e são exemplos de como a vida se integra com o meio abiótico para determinar as características da biosfera, como vimos no estudo da teoria de Gaia.

Todos os ciclos biogeoquímicos apresentam dois componentes fundamentais: os **depósitos**, onde os elementos ficam estocados – biomassa dos organismos, atmosfera, rochas e sedimentos –, e as **vias de transferência** de um depósito para outro. As vias podem ser transportes físicos (como o vento ou as trocas de gases entre água e ar) ou transformações químicas (como a fotossíntese e a respiração celular).

Ciclo do carbono

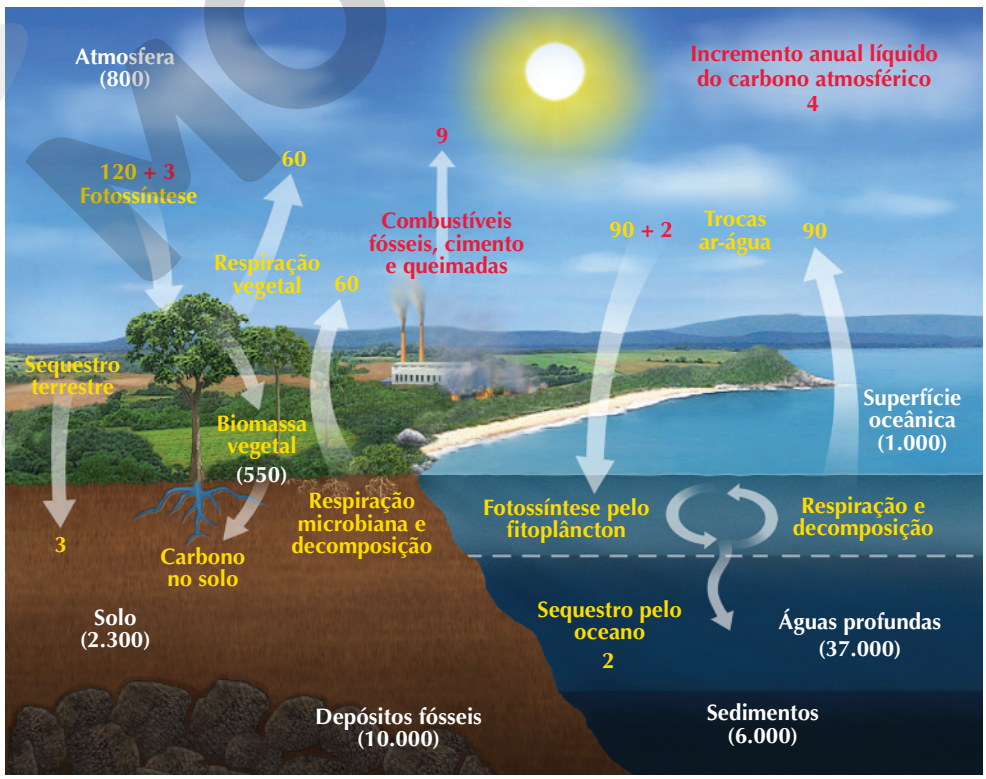
A **ciclagem do carbono** é bastante complexa e muito dependente dos seres vivos e das atividades humanas.

Os principais depósitos são os fundos oceânicos (incluindo massas d´água profundas com detritos e os sedimentos carbonáticos), seguindo-se dos depósitos fósseis de petróleo e carvão mineral. Seguem-se o solo, onde se acumulam detritos produzidos por vegetais e animais, e a superfície oceânica, onde ocorre um ciclo rápido em que a fotossíntese realizada pelo fitoplâncton capta gás carbônico (CO_2) e a respiração e a decomposição de detritos superficiais liberam esse gás. Finalmente, os comparativamente menores depósitos de carbono são a atmosfera e a biomassa dos seres vivos.

Algumas vias importantes imobilizam carbono em depósitos de maior duração – a isso chamamos **sequestro**. No sequestro, há uma retirada de carbono dos depósitos associados a transferências rápidas para integrá-lo em depósitos mais estáveis.

As atividades humanas afetam o ciclo do carbono na medida em que mobilizam determinados depósitos liberando carbono em uma escala de tempo muito menor que a escala da formação desses depósitos. É o caso da queima de combustíveis fósseis, da calcinação de rochas calcárias para produção de cimento e também das queimadas, que transferem carbono da biomassa vegetal para a atmosfera. A fotossíntese nos ambientes terrestres e marinhos absorve parte do excesso de CO_2 liberado pelas atividades humanas, mas não totalmente. Com isso, vai acontecendo um aumento gradual do CO_2 na atmosfera. Há muita discussão sobre se esse incremento é exclusivamente consequência das atividades humanas, mas o fato incontestável é que a concentração do CO_2 atmosférico está aumentando consistentemente – trataremos mais detalhadamente desse assunto no Tema 6 desta Unidade.

Além do que comentamos até aqui, há outros depósitos e transferências, como os esqueletos calcários de inúmeros organismos marinhos, como os corais, os moluscos com conchas e as carapaças de protistas unicelulares marinhos que decantam após a morte das células, e a deposição de matéria orgânica morta em ambientes sem oxigênio, como turfeiras e pântanos, a qual, em tempo geológico, pode originar depósitos de carvão mineral e petróleo (**Fig. 1.15**).



LUCCA NAVARRO

Fonte: NASA. *Earth Observatory*. The Carbon Cycle. Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/CarbonCycle>. Acesso em: 16 jul. 2020.

Figura 1.15 Diagrama do ciclo do carbono, em bilhões de toneladas de carbono por ano, mostrando os depósitos e as vias rápidas de transferência de carbono entre o ambiente terrestre, a atmosfera, o solo e os oceanos. Não estão incluídas vias geológicas de longa duração ou eventuais, como a formação de rochas sedimentares carbonáticas, a liberação de carbono por atividade vulcânica e a formação de carvão mineral e petróleo. Em amarelo, os fluxos naturais; em vermelho, vias relacionadas com atividades humanas; números em branco quantificam depósitos. Não estão representadas a biomassa e a respiração animal. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

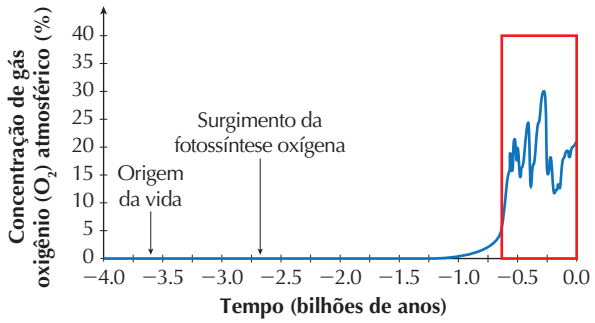
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODELO

Ciclo do oxigênio

NELSON MATSUDA

Figura 1.16 Variação da concentração do O_2 atmosférico em tempo geológico



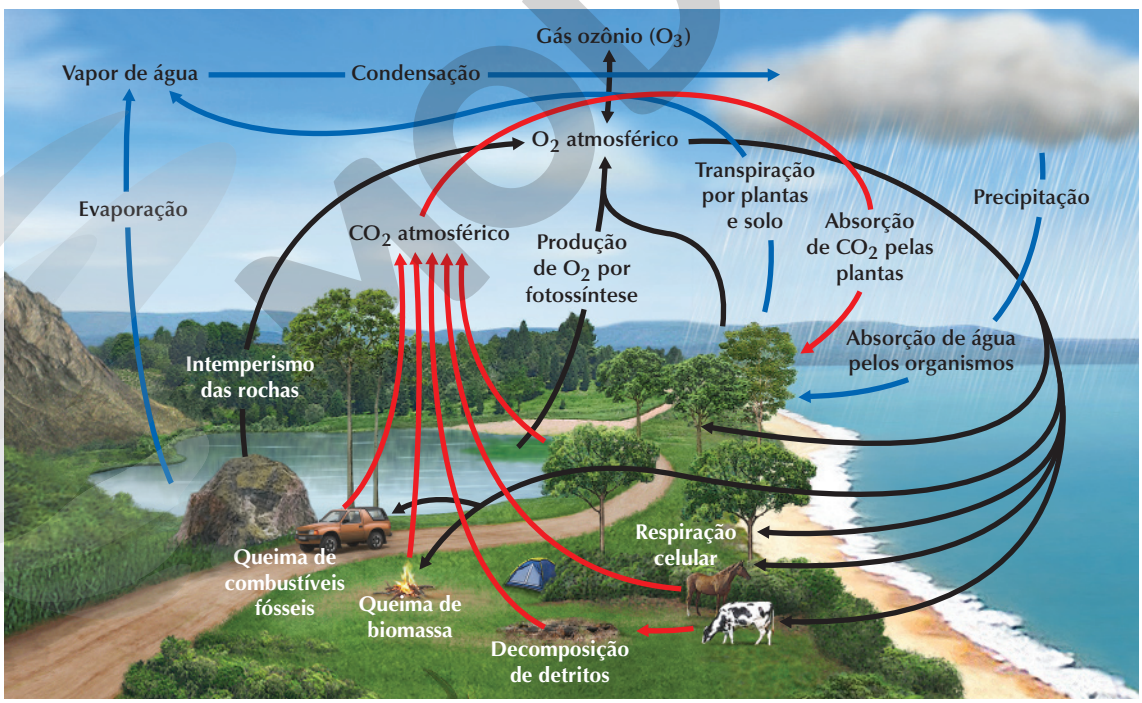
Fonte: COSTA, K. M. *et al*. Evolution and physiology of neural oxygen sensing. *Frontiers in Physiology 5* (302), 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/264759228_Evolution_and_physiology_of_neural_oxygen_sensing>. Acesso em: 17 jul. 2020.

O **ciclo do oxigênio** se caracteriza pela presença da maior parte desse elemento incorporada a óxidos diversos nas rochas. Os depósitos litosféricos correspondem a cerca de 99,5% do oxigênio, ficando a atmosfera com pouco menos que 0,5% (o restante está incorporado na biomassa dos organismos).

A presença de materiais não oxidados em sedimentos antigos apontam que a atmosfera da Terra primitiva foi anóxica (sem gás oxigênio) e redutora (**Fig. 1.16**). Com o surgimento da fotossíntese oxígena, que ocorreu a cerca de 2,7 bilhões de anos, o gás oxigênio (O_2) começou a compor a atmosfera. Entre 2,7 e 1 bilhão de anos, o O_2 liberado pelos organismos fotossintetizantes contribuiu para a oxidação de grandes quantidades de espécies químicas de ferro dissolvidas nos oceanos, o que gerou os maiores depósitos de ferro conhecidos no mundo, como na Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais. Foi somente após 1 bilhão de anos, que a produção de O_2 começou a superar seu consumo em diversos processos, como das formações ferríferas, intemperismo e oxidação de matéria orgânica, que ocorrem até os dias atuais, passando a se acumular na atmosfera.

Nos últimos 600 milhões de anos (quadro vermelho), quando os animais surgiram e se diversificaram, o depósito atmosférico de O_2 foi profundamente afetado, sucedendo-se variações intensas em decorrência dos eventos que foram ocorrendo na biosfera (na maior parte desse tempo, o teor atmosférico do gás oscilou entre pouco menos que 15% e cerca de 30%).

A ciclagem do oxigênio tem uma particularidade especial: as transferências se fazem simultaneamente com aquelas do ciclo da água e do carbono. Desse modo, esses ciclos são indissociáveis (**Fig. 1.17**). Note a importância de processos como fotossíntese, respiração e combustão.



Fonte: BEGON, M. *et al*. *Ecologia*: de indivíduos a ecossistemas. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

Figura 1.17 Representação esquemática de ambiente mostrando a interdependência dos ciclos da água (setas azuis), do oxigênio (setas pretas) e do carbono (setas vermelhas). (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

LUCCA NAVARRO

Na atmosfera, além de gás oxigênio, também é encontrado gás ozônio (O_3). Há um contínuo processo de degradação e recombinação de moléculas de O_2 formando o gás ozônio (O_3), como representado pela reação a seguir, o qual se acumula na alta atmosfera e é fundamental para a filtragem de radiações ultravioleta, que podem causar mutações e câncer.

$$O_3(g) \rightleftharpoons O_2(g) + O(g)$$

Para um aprofundamento a respeito das variações da concentração de O_2 atmosférico nos últimos 600 milhões de anos, sugerimos a leitura do artigo (em inglês) a seguir: BERNER, R. A. Atmospheric oxygen over Phanerozoic time. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 96 (20) 10955-10957, 1999. Disponível em: <https://www.pnas.org/content/96/20/10955>. Acesso em: 17 jul. 2020.

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

Atividades

Registre em seu caderno

1. A respeito do ciclo do oxigênio, responda:

a) Qual é o papel dos seres vivos na manutenção da taxa de oxigênio no ar atmosférico?

b) De que forma o oxigênio contribui para a filtragem da radiação nas altas camadas da atmosfera?

2. (UEL-PR) Uma cadeia alimentar marinha de quatro níveis tróficos pode ser composta pelos seguintes elementos: fitoplâncton como produtores, zooplâncton como consumidores primários, anchovas como consumidoras secundárias e atuns como consumidores terciários. Com base no texto e nos conhecimentos sobre cadeias alimentares marinhas, é correto afirmar:

a) Fitoplâncton são organismos macroscópicos de vida longa, com pouca energia disponível.

b) Zooplâncton são organismos macroscópicos de vida longa, com muita energia disponível.

c) A maior quantidade de energia está disponível nos produtores.

d) Atuns são consumidores de vida curta, devido à baixa disponibilidade de energia interna.

e) O nível de energia da cadeia determina os ciclos de vida dos produtores.

3. Retome o esquema de fluxo energético (**Fig. 1.14**), que representa as perdas de energia antes e depois da assimilação por organismos de três níveis tróficos.

a) A que correspondem a energia não utilizada e a energia não assimilada pelos seres vivos?

b) Explique por que, em um fluxo como esse, não há como sustentar mais do que um ou no máximo dois níveis tróficos adicionais.

4. (Enem) Ao percorrer o trajeto de uma cadeia alimentar, o carbono, elemento essencial e majoritário da matéria orgânica que compõe os indivíduos, ora se encontra em sua forma inorgânica, ora se encontra em sua forma orgânica. Em uma cadeia alimentar composta por fitoplâncton, zooplâncton, moluscos, crustáceos e peixes ocorre a transição desse elemento da forma inorgânica para a orgânica.

Em qual grupo de organismos ocorre essa transição?

a) Fitoplâncton.

b) Zooplâncton.

c) Moluscos.

d) Crustáceos.

e) Peixes.

5. Em diversas comunidades ribeirinhas da região amazônica, o pirarucu (*Arapaima gigas*) é a principal fonte proteica. Sua alimentação é bem variada, incluindo frutas, vermes, peixes, anfíbios, répteis e até aves aquáticas.

Nessa mesma região, encontra-se também o maguari (*Ardea cocoi*), uma das maiores garças do Brasil. Essa ave aquática habita beiras de lagos de água doce, rios, estuários, manguezais e alagados. Alimenta-se de pequenos peixes, caranguejos, moluscos, anfíbios e pequenos répteis.

Analise as informações anteriores e indique uma cadeia alimentar que pode ser encontrada nessa região:

a) Ser humano ⟶ Pirarucu ⟶ Vegetação

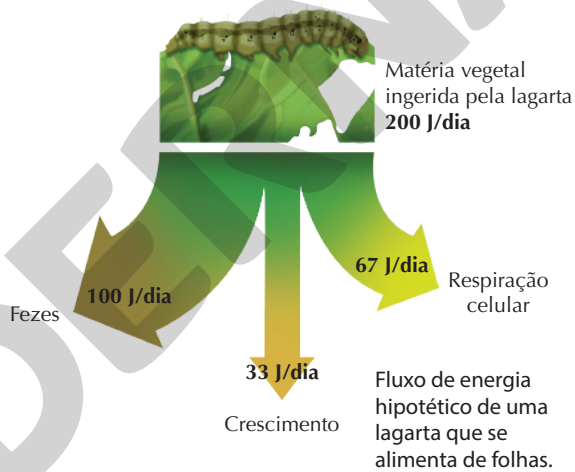
b) Vegetação ⟶ Pirarucu ⟶ Peixe herbívoro ⟶ Ser humano

c) Vegetação ⟶ Peixe herbívoro ⟶ Pirarucu ⟶ Ser humano

d) Ser humano ⟶ Pirarucu ⟶ Peixe herbívoro ⟶ Vegetação

e) Vegetação ⟶ Maguari ⟶ Pirarucu ⟶ Ser humano

6. Analise a figura a seguir e responda às questões.



Fluxo de energia hipotético de uma lagarta que se alimenta de folhas.

a) Qual é a quantidade de energia incorporada pela lagarta na forma de alimento por dia? A lagarta consegue usar todo o material que comeu para manter-se viva ou para crescer? Justifique sua resposta.

b) Qual é a proporção que corresponde ao material efetivamente utilizado pela lagarta em relação ao que ela comeu?

c) Qual é a proporção de energia efetivamente aproveitada como combustível para a lagarta manter-se viva, realizando todas as suas atividades? Qual é a proporção destinada para a construção do corpo e, portanto, para o crescimento?

7. Leia o fragmento de texto a seguir e retome a **figura 1.15**.

A Amazônia é uma região tropical imensa, com alta diversidade biológica e com muita água, onde a floresta interage fortemente com a atmosfera, rios e lagos. A floresta tropical densa de terra firme, que cobre a maior parte da região e que se situa predominantemente sobre solos de baixa fertilidade química natural, [...] [dependeria], então, de uma eficiente reciclagem da matéria orgânica produzida pela própria floresta. A reciclagem da matéria orgânica depende fortemente da atividade

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

ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

biológica que, em condições naturais na floresta, é muito favorecida pela temperatura e umidade apropriadas da região. [...]

LUIZÃO, F. J. Ciclo de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas. *Mudanças climáticas*. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v59n3/a14v59n3.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2020.

Podemos afirmar que a "atividade biológica" mencionada no texto, pode ser vista na imagem do ciclo do carbono na fase:

a) de fotossíntese, que garante a fixação do gás carbônico.
b) de decomposição, que libera gás carbônico e garante a devolução de nutrientes inorgânicos ao ciclo da matéria.
c) de respiração vegetal, que lança gás carbônico na atmosfera, podendo ser usado por outros seres vivos.
d) de alimentação dos animais, que garante o consumo da matéria orgânica pelos seres vivos.
e) da queima de combustíveis fósseis, que cria altas taxas de gás carbônico para serem lançadas na atmosfera.

8. [...] Apesar da fama de carnívoras e assassinas, as piranhas se alimentam principalmente de material de origem vegetal. Pequenos invertebrados, insetos e pedaços de animais mortos são apenas uma parcela minoritária de sua dieta, que raramente inclui a ingestão de peixes pequenos. No entanto, as piranhas são presas de animais como biguás (pássaros mergulhadores), botos, jacarés e peixes maiores, como o pirarucu. [...]

BRUM, L. Piranhas unidas jamais serão vencidas. *Ciência Hoje On-line*, 9 maio 2005. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/piranhas-unidas-jamais-serao-vencidas/>. Acesso em: 17 jul. 2020.

De acordo com as informações do texto, podemos concluir que as piranhas:

a) são sempre consumidoras primárias nas cadeias alimentares das quais fazem parte.
b) pertencem a mais de um nível trófico da cadeia alimentar, pois se alimentam tanto de organismos produtores como de consumidores.
c) não podem ser classificadas em cadeias alimentares, pois são animais onívoros.
d) são comidas por peixes maiores apenas quando se comportam como onívoras; as piranhas carnívoras são mais agressivas e se defendem bem de predadores.
e) estão no topo das cadeias alimentares de que fazem parte.

9. (Fuvest-SP) Considere a situação hipotética de lançamento, em um ecossistema, de uma determinada quantidade de gás carbônico, com marcação radioativa no carbono. Com o passar do tempo, esse gás se dispersaria pelo ambiente e seria incorporado por seres vivos.

Considere as seguintes moléculas:

I. Moléculas de glicose sintetizadas pelos produtores.
II. Moléculas de gás carbônico produzidas pelos consumidores a partir da oxidação da glicose sintetizada pelos produtores.
III. Moléculas de amido produzidas como substância de reserva das plantas.
IV. Moléculas orgânicas sintetizadas pelos decompositores.

Carbono radioativo poderia ser encontrado nas moléculas descritas em

a) I, apenas.
b) I e II, apenas.
c) I, II e III, apenas.
d) III e IV, apenas.
e) I, II, III e IV.

10. Considere uma comunidade hipotética estável, cujas espécies, seus respectivos números de indivíduos e peso seco médio por indivíduo estão registrados na tabela a seguir.

Espécie	Nº de indivíduos	Massa seca média por indivíduo (g)
Goiabeira	1	20.000
Gafanhoto	130	6
Morcego frugívoro	8	38
Pássaro insetívoro	9	130
Gavião predador de animais grandes	1	580
Lagartas de uma espécie de borboleta	230	10
Capim	83	173
Pássaros frugívoros	3	45
Morcego insetívoro	12	163

Com base nos dados da tabela, resolva:

a) Quais são as espécies que integram os níveis tróficos dos produtores e consumidores primários, secundários e terciários?
b) Calcule o número total de indivíduos e a biomassa total por nível trófico.
c) Construa as duas pirâmides (números e biomassa). As pirâmides são típicas? Justifique sua resposta.

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 2

Reações de combustão e estequiometria

A combustão do composto 2,2,4-trimetilpentano ou iso-octano (C_8H_{18}), um dos componentes da gasolina, pode ser explorada para explicar as reações de combustão.

Caso os estudantes não tenham trabalhado o conteúdo de oxirredução, esclareça o significado das expressões "agente oxidante" e "agente redutor", empregadas para definir os reagentes de uma combustão.

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6; 10
Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT104; EM13CNT303; EM13CNT306; EM13CNT309

Fique por dentro

ANP aprova especificações do diesel menos poluente

Notícia sobre a regulamentação aprovada pela ANP para o fim da comercialização do diesel S-50 e S-1800.

Disponível em: <http://www.anp.gov.br/noticias/1376-anp-aprova-especificacoes-do-diesel-menos-poluente-obrigatorio-a-partir-de-1-de-janeiro>.

Qualidade do ar

Site com dados atualizados da qualidade do ar, em todo o território brasileiro.

Disponível em: <http://meioambiente.cptec.inpe.br/>.
Acessos em: 29 jul. 2020.

Da maneira como se desenvolveu, a sociedade moderna parece ter se tornado dependente dos combustíveis fósseis. O diesel, a gasolina e o gás natural veicular (GNV) são combustíveis derivados do petróleo. Esses combustíveis são majoritariamente formados de hidrocarbonetos – moléculas constituídas apenas por átomos de carbono e hidrogênio.

Os hidrocarbonetos podem reagir com gás oxigênio (O_2) de diferentes maneiras, dependendo das condições de temperatura e pressão e dos reagentes envolvidos. Essa transformação química é chamada de **reação de combustão** e envolve a liberação de energia e, frequentemente, de luz. Além disso, reações de combustão de hidrocarbonetos geralmente levam à formação de dióxido de carbono (CO_2, denominado, também, de gás carbônico) e vapor-d'água (H_2O), como no caso da combustão do metano (CH_4), principal componente do GNV, que vemos a seguir.

$$CH_4(g) + 2\,O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2\,H_2O(v)$$

A quantidade de gás carbônico produzida nas reações de combustão de compostos orgânicos é limitada por algumas condições reacionais, principalmente pela quantidade de comburente disponível no sistema. O **comburente** é qualquer substância que participe da reação como agente oxidante, sendo o gás oxigênio o mais comum. A outra substância que participa da reação de combustão, como agente redutor, recebe o nome de **combustível** (do latim *comburo*, "queimar inteiramente").

Quando a quantidade de gás oxigênio é suficiente para queimar todo o combustível, produzindo somente CO_2 como espécie que contém átomos de carbono, dizemos que ocorreu uma **combustão completa**. Dependendo das condições reacionais, como a quantidade de gás oxigênio disponível, poderá ocorrer a **combustão incompleta**, e a formação de outros produtos em diversas proporções, como monóxido de carbono (CO) e fuligem (constituído majoritariamente por átomos de carbono e, por isso, denotado pelo símbolo C).

A equação química a seguir representa uma reação de combustão incompleta do composto metano.

Verifique a compreensão dos estudantes acerca do significado dos coeficientes estequiométricos fracionários. Ao final do estudo do tema, peça que reavaliem as concepções iniciais.

$$CH_4(g) + \frac{3}{2}\,O_2(g) \longrightarrow CO(g) + 2\,H_2O(v)$$

Note que são necessárias duas moléculas de gás oxigênio para a combustão completa de uma molécula de metano. Se a quantidade de gás oxigênio for limitada, ocorrerá uma combustão incompleta do metano, caracterizada por formação de monóxido de carbono e por menor produção de energia, comparativamente à da combustão completa.

KARLOS GEROMY/OIMP/D.A PRESS

Figura 2.1 Fumaça eliminada pelo escapamento de caminhões com motor desregulado (São Luís, MA). A fumaça é uma dispersão de sólidos em gases.

Os hidrocarbonetos que compõem o diesel apresentam de 15 a 25 átomos de carbono em sua estrutura e, portanto, requerem uma quantidade maior de gás oxigênio para sua combustão completa, em comparação com o metano. Veículos movidos a diesel, quando mal regulados, podem expelir uma fumaça preta pelo escapamento, como pode ser visto na **Figura 2.1**. Essa fumaça é produto da combustão incompleta, resultado da quantidade insuficiente de gás oxigênio dentro do motor. É importante ressaltar que a constatação de que ocorre combustão incompleta não exclui a possibilidade de que seja formado CO_2. Assim, o material liberado pelo escapamento de veículos que utilizam combustíveis fósseis é composto de uma mistura de fuligem e dos gases CO_2 e CO, além de outros óxidos, como os de enxofre e de nitrogênio, oriundos de impurezas no combustível e de gás

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

MODERNA

Peça aos estudantes que citem os meios de transporte mais comuns na região em que vivem e a fonte de energia empregada nesses veículos, buscando identificar o tipo de combustível mais usado.

nitrogênio presente no ar atmosférico. Essas substâncias liberadas na atmosfera são consideradas poluentes e são prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. Cabe ressaltar que na atmosfera podem ocorrer uma série de reações químicas, uma delas é a oxidação do CO a CO_2.

Em 2008, o Centro Internacional de Qualidade do Combustível (IFQC, na sigla em inglês) divulgou um relatório sobre o teor de enxofre presente no diesel de mais de 100 países. De acordo com a classificação, o diesel brasileiro ficou entre os que apresentavam maior teor de enxofre, cerca de mil partes por milhão (1.000 ppm), o que corresponde a 1 kg de enxofre para cada tonelada de diesel.

No Brasil, foi proposta a adoção de diesel S-10 e S-500, que contêm, respectivamente, 10 ppm e 500 ppm de enxofre. Nos Estados Unidos e na União Europeia, é obrigatório o uso do diesel com baixo teor de enxofre (ULSD, na sigla em inglês). Esse diesel contém 15 ppm de enxofre.

Observe que essas classificações se baseiam na proporção entre a quantidade de enxofre e a de combustível. De forma análoga, existe uma proporção entre os participantes de uma transformação química. O conhecimento dessas proporções, uma área da Química que se denomina **estequiometria**, permite realizar previsões úteis desde o sistema produtivo até os laboratórios de pesquisa.

Quantidade de matéria

As substâncias envolvidas em uma transformação química podem ser mensuradas em miligramas, gramas, quilogramas, toneladas e outras unidades de medidas de massa, de acordo com seu uso em laboratório ou na indústria. No entanto, ao nos referirmos às massas unitárias de átomos, íons e moléculas, seus valores são frações das unidades usuais. Por exemplo, a massa de uma molécula de água corresponde a $3{,}0 \cdot 10^{-23}$ g, valor muito baixo para ser quantificado com balanças convencionais.

De acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida que deve ser utilizada para quantificar a matéria e relacioná-la com a quantidade em massa é o **mol**.

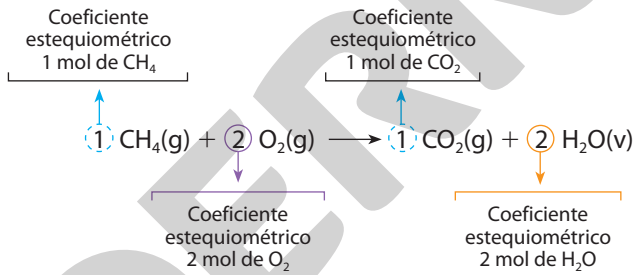
Um mol representa um valor constante de espécies químicas (átomos, moléculas, íons etc.), chamado constante de Avogadro, em homenagem ao cientista italiano Lorenzo Romano Amedeo Carlo Avogadro (1776-1856) por sua hipótese para a relação entre o volume dos gases (V) e o número de partículas (N_A) contidas nele. Esse valor foi obtido experimentalmente por vários cientistas, que usaram diferentes métodos, e está na base da definição atual de quantidade de matéria (n): um mol corresponde a exatamente $6{,}02214076 \cdot 10^{23}$ partículas (íons, átomos, moléculas, elétrons etc.). Essa relação pode ser esquematizada da seguinte forma.

1 mol de { átomos / moléculas / íons } equivale a $6{,}02214076 \cdot 10^{23}$ { átomos / moléculas / íons }

Informe aos estudantes que o termo "número de mols", embora desaconselhado pela IUPAC, ainda pode ser encontrado em alguns livros e exercícios de vestibular como sinônimo de quantidade de matéria.

Balanceamento de equações químicas

A representação de uma transformação por meio de equação química apresenta a proporção em quantidade de matéria entre as diversas espécies (representadas por suas fórmulas químicas) que participam da reação. Isso vai ao encontro da lei da conservação da massa, descrita pelo químico francês Antoine-Laurent Lavoisier (1743-1794), a partir da observação de que a soma das massas dos reagentes é sempre igual à soma das massas dos produtos. Assim, o número de átomos de cada elemento químico à esquerda da seta (em que estão representados os reagentes) deve ser igual ao número de átomos desses mesmos elementos que aparecem à direita da seta (em que estão representados os produtos). Fazemos esse **balanceamento** por meio de um valor indicado antes de cada fórmula unitária, denominado **coeficiente estequiométrico**. Veja o exemplo:



No balanceamento de uma equação química o valor do coeficiente estequiométrico pode ser alterado desde que todos os outros valores sejam alterados pelo mesmo fator, para que a proporção entre os reagentes e os produtos permaneça constante.

Em geral, escolhem-se os menores coeficientes inteiros possíveis. Quando o valor do coeficiente estequiométrico é igual a 1, não é preciso representá-lo na equação química.

Tomemos como exemplo a reação de combustão completa do propano (C_3H_8), um dos principais componentes do gás liquefeito de petróleo (GLP), conhecido como gás de cozinha.

$$C_3H_8(g) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + H_2O(v)$$

A representação anterior não está de acordo com a lei da conservação da massa, pois o número de átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio nos reagentes é diferente da quantidade desses átomos nos produtos. Para igualar os átomos de reagentes e produtos sem alterar a composição das substâncias envolvidas, propõe-se, a seguir, um método que balanceia essa equação.

1º passo: igualar o número de átomos que estão presentes em apenas um composto em cada lado da equação (geralmente, átomos diferentes de oxigênio e hidrogênio)

$$C_3H_8(g) + O_2(g) \longrightarrow 3\,CO_2(g) + H_2O(v)$$

Os 3 átomos de carbono presentes nos reagentes devem estar presentes também nos produtos. Assim, usa-se o coeficiente estequiométrico 3 para o dióxido de carbono.

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

MODERNA

2º passo: igualar o número de átomos de hidrogênio

$$C_3H_8(g) + O_2(g) \longrightarrow 3\,CO_2(g) + 4\,H_2O(v)$$

Para balancear o hidrogênio, usa-se o coeficiente 4 para a água, pois 4 moléculas de água contêm 8 átomos de hidrogênio.

3º passo: igualar o número de átomos de oxigênio

$$C_3H_8(g) + 5\,O_2(g) \longrightarrow 3\,CO_2(g) + 4\,H_2O(v)$$

g mol^{-1} (gramas por mol) é a unidade utilizada para indicar a massa de um mol de espécie química, denominada massa molar (*M*), que pode ser obtida a partir das massas atômicas, frequentemente disponíveis em tabelas periódicas.

A demonstração da conversão de massa atômica em massa molar é dada na Unidade **Água**.

Cálculos estequiométricos

Após o balanceamento, a equação química representa as proporções em que as substâncias reagem e são produzidas, retomando o exemplo acima: uma molécula de C_3H_8 combina-se com cinco moléculas de O_2 para produzir 3 moléculas de CO_2 e 4 moléculas de H_2O. Note que as relações descritas entre as moléculas envolvidas em uma reação química são equivalentes à relação entre a quantidade de matéria dessas substâncias. Além disso, a partir da equação química balanceada podem-se estabelecer relações entre as massas das espécies envolvidas na reação, representadas no quadro a seguir.

Equação química	**$C_3H_8(g)$** + **$5\,O_2(g)$** ⟶ **$3\,CO_2(g)$** + **$4\,H_2O(v)$**			
Quantidade de matéria (*n*)	1 mol	5 mol	3 mol	4 mol
Conversão (*nM*)	1 mol · 44,0 g mol^{-1}	5 mol · 32,0 g mol^{-1}	3 mol · 44,0 g mol^{-1}	4 mol · 18,0 g mol^{-1}
Massa (*m*)	44,0 g + 160,0 g = 204,0 g (reagentes)		132,0 g + 72,0 g = 204,0 g (produtos)	

Após o balanceamento da equação química observa-se a conservação das massas de reagentes e de produtos. Outra forma de representar as reações químicas é por meio de modelos moleculares, como mostrado na **Figura 2.2**.

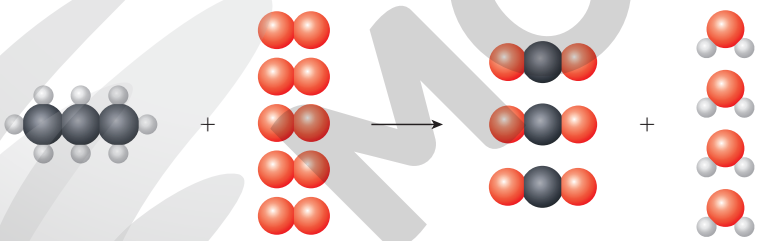


ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

Figura 2.2 Modelo submicroscópico, de acordo com a teoria atômica de Dalton, da reação de combustão de uma molécula de propano. As esferas cinza-escuras, cinza-claras e vermelhas correspondem, respectivamente, aos átomos de carbono, de hidrogênio e de oxigênio. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Note que os átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio se rearranjam, mas estão presentes nas mesmas quantidades nos reagentes e nos produtos.

Fique por dentro

Balanceamento de equações químicas

Com este simulador, você pode retomar a lei de Lavoisier, estudar o balanceamento de equações com o auxílio de ferramentas visuais interativas e verificar sua compreensão sobre o assunto por meio de um jogo.

Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balancing-chemical-equations>. Acesso em: 10 ago. 2020.

Use modelos atômicos e moleculares concretos para auxiliar na compreensão do significado das equações químicas em nível submicroscópico.

Relacionando quantidades de reagentes e produtos em um cenário ideal

Os coeficientes estequiométricos permitem que diversas relações sejam estabelecidas quando analisamos uma equação química, todas elas de acordo com as leis ponderais, ou seja, com as relações entre as massas das substâncias envolvidas em uma reação química.

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

MODERNA

Observe no quadro a seguir algumas relações que podem ser estabelecidas com base na equação química balanceada, que representa a produção de ferro metálico (Fe) a partir da reação entre o mineral hematita (óxido de ferro(III), Fe_2O_3), o carvão coque (material com alto teor de carbono, C) e gás oxigênio (O_2).

Equação química	**2 Fe_2O_3(s)** +	**4 C(s)** +	**O_2(g)** ⟶	**4 Fe(l)** +	**4 CO_2(g)**
Quantidade de matéria (*n*)	2 mol	4 mol	1 mol	4 mol	4 mol
Massa (*m* = *nM*)	2 mol · 159,6 g mol^{-1} ou 319,2 g	4 mol · 12,0 g mol^{-1} ou 48,0 g	1 mol · 32,0 g mol^{-1} ou 32,0 g	4 mol · 55,8 g mol^{-1} ou 223,2 g	4 mol · 44,0 g mol^{-1} ou 176,0 g
Quantidade de partículas (*n* · 6 · 10^{23})*	2 mol · 6 · 10^{23} mol^{-1} ou 12 · 10^{23} moléculas	4 mol · 6 · 10^{23} mol^{-1} ou 24 · 10^{23} átomos	1 mol · 6 · 10^{23} mol^{-1} ou 6 · 10^{23} moléculas	4 mol · 6 · 10^{23} mol^{-1} ou 24 · 10^{23} átomos	4 mol · 6 · 10^{23} mol^{-1} ou 24 · 10^{23} moléculas
Volume dos gases nas CNTP (*n* · 22,4 L mol^{-1}) 22,4 L = Volume de um mol de gás na CNTP****	—	—	1 mol · 22,4 L mol^{-1} ou 22,4 L	—	4 mol · 22,4 L mol^{-1} ou 89,6 L

* Utilizou-se o valor aproximado da constante de Avogadro para facilitar os cálculos.

** CNTP: Condições Normais de Temperatura e Pressão (0 °C e 1 atm).

Ao discutir o quadro, deixe claro quais são as diferenças entre as grandezas.

A produção de ferro por processos siderúrgicos é uma das mais antigas cadeias produtivas mundiais e contribui para as emissões de CO_2, tornando a compreensão dessa atividade, em termos de quantidades das substâncias envolvidas, não apenas importante do ponto de vista econômico, mas também fundamental para a discussão das questões ambientais ligadas às emissões de gases de efeito estufa.

Como aprendemos, podem-se estabelecer **relações entre as massas** das substâncias envolvidas em uma reação química por meio dos coeficientes estequiométricos de sua equação química balanceada. Assim, por exemplo, podemos estimar a massa de ferro metálico que é possível obter a partir de uma tonelada de óxido de ferro(III); acompanhe.

Com base na equação química balanceada, destaca-se a relação entre as quantidades de matéria das substâncias de interesse (o óxido de ferro(III) e o ferro metálico):

2 mol de Fe_2O_3 —— **4 mol** de Fe

Em seguida, é estabelecida a relação entre as massas utilizando as massas molares das substâncias como fator de conversão:

Massa de Fe_2O_3	Massa de Fe
2 mol · 159,6 g mol^{-1}	4 mol · 55,8 g mol^{-1}
319,2 g	223,2 g

De acordo com a lei descrita pelo químico francês Joseph Louis Proust (1754-1826), todas as reações químicas ocorrem seguindo proporções definidas de massas de reagentes e de produtos. Portanto, pode-se determinar a massa de ferro metálico que é possível produzir a partir de uma tonelada ($1{,}0 \cdot 10^6$ g) de óxido de ferro(III), segundo a seguinte regra de três:

Mostre que as massas dos reagentes e a dos produtos apresentam relações de proporcionalidade.

Massa de Fe_2O_3	Massa de Fe
319,2 g	223,2 g
$1{,}0 \cdot 10^6$ g	*m*(Fe)

$$m(\text{Fe}) = \frac{1{,}0 \cdot 10^6\ \text{g} \cdot 223{,}2\ \text{g}}{319{,}2\ \text{g}}$$

$$\therefore m(\text{Fe}) \approx 0{,}70 \cdot 10^6\ \text{g} = 0{,}70\ \text{t}$$

Ou seja, a partir de 1,0 t de óxido de ferro(III), estima-se produzir 0,70 t de ferro metálico.

Embora na indústria o usual seja reportar as quantidades de reagentes em massa, nos textos acadêmicos é comum encontrar a informação em quantidade de matéria. Com base na equação química balanceada é possível estabelecer a **relação entre a massa e a quantidade de matéria** das substâncias. Analisando ainda a produção de ferro metálico, qual seria a quantidade de matéria de carbono necessária para reagir com uma tonelada de óxido de ferro(III)?

Segundo a proporção estequiométrica, 2 mol de óxido de ferro(III), o que corresponde a 319,2 g, reagem com 4 mol de átomos de carbono. Dessa forma, para uma tonelada de Fe_2O_3, temos:

Massa de Fe_2O_3	Quantidade de matéria de C
319,2 g	4 mol
$1{,}0 \cdot 10^6$ g	*n*(C)

$$n(C) = \frac{1{,}0 \cdot 10^6\ \text{g} \cdot 4\ \text{mol}}{319{,}2\ \text{g}}$$

$$\therefore n(C) \approx 1{,}2 \cdot 10^4\ \text{mol}$$

Ou seja, para reagir com uma tonelada de óxido de ferro(III) são necessários, aproximadamente, $1{,}2 \cdot 10^4$ mol de carbono.

MODERNA

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

A equação química balanceada também permite inferir a **relação entre as quantidades de matéria** das substâncias, possibilitando calcular a quantidade de reagente necessária para produzir determinada quantidade de produto. Assim, qual seria a quantidade de matéria de óxido de ferro(III) necessária para produzir 8 mol de ferro metálico?

Com base na proporção estequiométrica, sabe-se que 2 mol de óxido de ferro(III) produzem 4 mol de ferro metálico. Dessa forma:

Quantidade de matéria de Fe_2O_3	Quantidade de matéria de Fe
2 mol	4 mol
$n(Fe_2O_3)$	8 mol

$$n(Fe_2O_3) = \frac{8\ mol \cdot 2\ mol}{4\ mol}$$

$$\therefore\ n(Fe_2O_3) = 4\ mol$$

Portanto, para produzir o dobro de quantidade de matéria de ferro metálico, é necessário o dobro de quantidade de matéria de óxido de ferro(III).

Quando em uma reação química uma das substâncias é um gás, é possível construir uma **relação entre a massa e o volume** das substâncias, como relacionar o volume desse gás com a massa de outra substância presente no sistema. Para isso, é importante saber que um mol de qualquer gás ocupa, aproximadamente, um volume de 22,4 L à temperatura de 0 °C e pressão atmosférica de 1 atm, frequentemente denominadas condições normais de temperatura e pressão (CNTP), ou 24,5 L à temperatura de 25 °C e 1 atm, frequentemente denominadas condições ambiente de temperatura e pressão (CATP).

Considerando as CNTP, que volume de gás oxigênio é necessário para reagir completamente com uma tonelada de óxido de ferro(III)?

Por meio da equação química balanceada, sabemos que 22,4 L de O_2 são necessários para reagir com 319,2 g de Fe_2O_3(s). Assim, o volume de O_2 necessário para reagir com uma tonelada de Fe_2O_3(s) será calculada segundo a regra de três:

Massa de Fe_2O_3	Volume de O_2
319,2 g	22,4 L
$1 \cdot 10^6$ g	$V(O_2)$

$$V(O_2) = \frac{1 \cdot 10^6\ g \cdot 22{,}4\ L}{319{,}2\ g}$$

$$\therefore\ V(O_2) \approx 7 \cdot 10^4\ L = 70\ m^3$$

Ou seja, na produção de ferro metálico a partir de uma tonelada de óxido de ferro(III) são necessários, aproximadamente, 70 m^3 de gás oxigênio.

Por fim, é possível verificar uma **relação entre a massa e o número de partículas**, sejam elas átomos, íons ou moléculas, presentes em determinada amostra de substâncias.

Uma vez que CO_2 é um gás de efeito estufa, é importante que saibamos dimensionar a quantidade produzida desse gás em diferentes processos e, assim, possibilitar a proposição de ações que minimizem os impactos inerentes a ele, ou elimine-os quando for possível. Vamos estimar a quantidade de moléculas de dióxido de carbono que podem ser liberadas no processo de obtenção de ferro metálico a partir de uma tonelada de óxido de ferro(III).

Verificando a equação química balanceada, sabemos que 319,2 g de Fe_2O_3(s), o que corresponde a 2 mol de Fe_2O_3(s), podem formar 4 mol de CO_2(g). A quantidade desse gás formada a partir da reação química de uma tonelada de Fe_2O_3(s) será calculada conforme a seguir.

Massa de Fe_2O_3	Quantidade de matéria de CO_2
319,2 g	4 mol
$1 \cdot 10^6$ g	n(C)

$$n(C) = \frac{1 \cdot 10^6\ g \cdot 4\ mol}{319{,}2\ g} \approx 1{,}2 \cdot 10^4\ mol$$

Assim, se 1 mol de dióxido de carbono apresenta, aproximadamente, $6{,}0 \cdot 10^{23}$ moléculas de CO_2, temos:

Quantidade de matéria de CO_2	Número de moléculas de CO_2
1 mol	$6 \cdot 10^{23}$ moléculas
$1{,}2 \cdot 10^4$ mol	$N_A(CO_2)$

$$N_A(CO_2) = \frac{1{,}2 \cdot 10^4\ mol \cdot 6 \cdot 10^{23}\ moléculas}{1\ mol}$$

$$\therefore\ N_A(CO_2) \approx 7{,}2 \cdot 10^{27}\ moléculas$$

Ou seja, na produção de ferro metálico a partir de uma tonelada de óxido de ferro(III) podem ser lançadas na atmosfera, aproximadamente, $7{,}2 \cdot 10^{27}$ moléculas de dióxido de carbono. As siderúrgicas têm avaliado, como alternativa para a redução da emissão de CO_2 na produção de ferro metálico, a substituição do carvão coque como agente redutor dos íons Fe^{3+} por gás hidrogênio (H_2).

Relacionando quantidades de reagentes e produtos em um cenário real

O minério de ferro é uma rocha a partir da qual se pode obter ferro metálico de maneira economicamente viável. É encontrado em grandes reservas no Brasil, principalmente no Amapá, Pará, Mato Grosso do Sul e em Minas Gerais.

O minério, entretanto, não é constituído apenas pelo composto químico de interesse – no caso, o óxido de ferro(III). Em sistemas reais, os minérios encontrados naturalmente incluem também outras substâncias denominadas de impurezas. Essas impurezas não participam da reação de obtenção do metal e devem ser consideradas ao estimar a quantidade de ferro metálico que será obtida a partir de determinada quantidade de minério.

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

MODERNA

Pureza

A obtenção de ferro metálico a partir do minério de ferro é um processo que ocorre em várias etapas e depende do fornecimento de energia na forma de calor. Essa dependência pode ser indicada pelo símbolo Δ na parte superior da seta que separa reagentes e produtos nas equações químicas, como visto a seguir:

$$2\ Fe_2O_3(s) + 4\ C(s) + O_2(g) \xrightarrow{\Delta} 4\ Fe(l) + 4\ CO_2(g)$$

Com base na estequiometria da equação global que representa o processo siderúrgico de obtenção do metal ferro a partir do mineral hematita, calculou-se que uma tonelada de óxido de ferro(III) produz 0,70 t de ferro metálico. Suponha, no entanto, que a porcentagem de impurezas no minério extraído de uma determinada jazida seja de 10%. Dessa forma, o grau de **pureza** do reagente é 90%, ou seja, 90% da massa do material é óxido de ferro(III). Assim, estabelecemos as relações a seguir:

- Quantidade estimada pela estequiometria, considerando 100% de pureza.
  1,0 t de minério —— 1,0 t de Fe_2O_3 (100%) —— 0,70 t de Fe (100%)
- Quantidade máxima obtida, considerando 90% de pureza:
  1 t de minério —— 90% de 1 t = 0,90 t de Fe_2O_3 —— 90% de 0,70 t = 0,63 t de Fe

A partir de uma tonelada de hematita com 90% de pureza, pode-se obter no máximo 0,63 t de ferro metálico, quantidade inferior a 0,70 t, das amostras que não apresentam impurezas.

Reagente limitante e reagente em excesso

De acordo com o exemplo anterior, caso fosse empregada a quantidade de carvão coque e de gás oxigênio equivalente para reagir com 1,0 t de óxido de ferro(III), ao final do processo o carvão coque e o gás oxigênio não seriam consumidos totalmente. Nesse caso, diz-se que o reagente óxido de ferro(III), introduzido em quantidade insuficiente para a obtenção de 0,70 t de ferro, é o **reagente limitante** da reação, ou seja, ele determina a quantidade máxima de produto que pode ser formado.

Com base na equação química apresentada anteriormente, é possível calcular a massa de carvão coque e de gás oxigênio necessária para a reação de 1,0 t de óxido de ferro(III) com 100% de pureza:

Massa de Fe_2O_3	Massa de C
319,2 g	48 g
$1,0 \cdot 10^6$ g	m(C)

$$m(C) = \frac{1,0 \cdot 10^6\ g \cdot 48\ g}{319,2\ g}$$

$$\therefore\ m(C) \approx 1,5 \cdot 10^5\ g = 0,15\ t$$

Você pode solicitar aos estudantes que façam os cálculos para o CO_2 como forma de avaliar a compreensão dos conceitos até esse ponto.

Massa de Fe_2O_3	Massa de O_2
319,2 g	32 g
$1,0 \cdot 10^6$ g	$m(O_2)$

$$m(O_2) = \frac{1,0 \cdot 10^6\ g \cdot 32\ g}{319,2\ g}$$

$$\therefore\ m(O_2) \approx 1,0 \cdot 10^5\ g = 0,10\ t$$

Assim, as quantidades em massa envolvidas, caso não houvesse impurezas nos materiais empregados, seriam:

$$\underset{1,0\ t}{2\ Fe_2O_3(s)} + \underset{0,15\ t}{4\ C(s)} + \underset{0,10\ t}{O_2(g)} \xrightarrow{\Delta} \underset{0,70\ t}{4\ Fe(l)} + \underset{0,55\ t}{4\ CO_2(g)}$$

No caso em que a pureza do material é de 90% de hematita, ou seja, 0,90 t de óxido de ferro(III) em uma tonelada de minério, temos os seguintes valores de massa para as substâncias consumidas e produzidas na reação:

$$\underset{0,90\ t}{2\ Fe_2O_3(s)} + \underset{0,14\ t}{4\ C(s)} + \underset{0,09\ t}{O_2(g)} \xrightarrow{\Delta} \underset{0,63\ t}{4\ Fe(l)} + \underset{0,5\ t}{4\ CO_2(g)}$$

Caso fosse utilizado 0,15 t de carvão coque e 0,10 t de gás oxigênio na reação de 0,90 t de óxido de ferro(III), haveria um excesso de 0,01 t tanto de carvão coque quanto de gás oxigênio. Nesse caso, o carvão coque e o gás oxigênio poderiam ser considerados os **reagentes em excesso**, porque não seriam totalmente consumidos no processo. Os reagentes em excesso são consumidos até que o reagente limitante acabe. Esses conceitos são importantes na indústria quando se deseja maximizar o rendimento do processo, especialmente daqueles de maior custo econômico, e evitar a falta ou o desperdício durante o procedimento.

No caso da obtenção do ferro a partir do minério em uma siderúrgica, o alto-forno é ventilado constantemente, permitindo que o gás oxigênio esteja em uma quantidade superior à necessária para a reação. Isso faz com que esse gás seja o principal reagente em excesso, garantindo que o óxido de ferro(III) e o carvão coque sejam consumidos com a maior eficiência possível.

Reações consecutivas

A pirita (**Fig. 2.3**) é um mineral de cor dourada que apresenta em sua constituição o dissulfeto de ferro (FeS_2).

JAIME KOWAL/GETTY IMAGES

Figura 2.3 Pirita. No sul do Brasil, especialmente em Santa Catarina, há extensas jazidas deste mineral.

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

Esse minério de ferro era usado antigamente para a produção de ácido sulfúrico em uma sequência de reações químicas a partir da queima do dissulfeto de ferro.

I. $4\ FeS_2(s) + 11\ O_2(g) \longrightarrow 2\ Fe_2O_3(s) + 8\ SO_2(g)$

II. $2\ SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\ SO_3(g)$

III. $SO_3(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_2SO_4(aq)$

Observe que o processo completo de produção de ácido sulfúrico não ocorre em apenas uma etapa, mas em três reações químicas, nas quais o produto gerado na etapa anterior é usado como reagente na etapa seguinte.

Supondo que se deseje determinar a massa de FeS_2 necessária para produzir 150 g de H_2SO_4, como podemos relacionar uma substância presente na primeira etapa do processo com uma substância presente na última etapa?

Primeiro, devemos igualar os coeficientes estequiométricos das substâncias que aparecem em mais de uma etapa; no exemplo apresentado, devemos multiplicar a equação II por 4 e a equação III por 8:

I. $4\ FeS_2(s) + 11\ O_2(g) \longrightarrow 2\ Fe_2O_3(s) + 8\ SO_2(g)$

II. $8\ SO_2(g) + 4\ O_2(g) \longrightarrow 8\ SO_3(g)$

III. $8\ SO_3(g) + 8\ H_2O(l) \longrightarrow 8\ H_2SO_4(aq)$

Somando as três equações, temos:

IV. $4\ FeS_2(s) + 15\ O_2(g) + 8\ H_2O(l) \longrightarrow 2\ Fe_2O_3(s) + 8\ H_2SO_4(aq)$

A proporção estequiométrica do processo global indica que são necessários 4 mol de FeS_2 ($M = 120{,}0\ g\ mol^{-1}$) para produzir 8 mol de H_2SO_4 ($M = 98{,}1\ g\ mol^{-1}$). Ou seja, para produzir 150 g de ácido sulfúrico, temos:

Massa de H_2SO_4	Massa de FeS_2
$8\ mol \cdot 98{,}1\ g\ mol^{-1}$	$4\ mol \cdot 120{,}0\ g\ mol^{-1}$
150 g	$m(FeS_2)$

$$m(FeS_2) = \frac{150{,}0\ g \cdot 480\ g}{784{,}8\ g} \therefore\ m(FeS_2) \approx 91{,}7\ g$$

Portanto, são necessários aproximadamente 91,7 g de FeS_2 para produzir 150 g de ácido sulfúrico.

Rendimento de uma reação química

O desenvolvimento da metalurgia possibilitou a obtenção não apenas do ferro, mas também do alumínio, a partir da bauxita (**Fig. 2.4**), mineral cujo principal componente é o óxido de alumínio (Al_2O_3).

MISHAINIK/SHUTTERSTOCK

Figura 2.4 Bauxita. Embora o processo de obtenção do alumínio a partir do minério libere gás carbônico para a atmosfera, o metal é quase 100% reciclado no Brasil, o que diminui seu impacto ambiental.

A obtenção do alumínio metálico a partir do óxido de alumínio pode ser representada pela equação química a seguir:

$$2\ Al_2O_3(s) + 3\ C(s) \xrightarrow{\Delta} 4\ Al(l) + 3\ CO_2(g)$$

A proporção estequiométrica dessa equação química indica que 2 mol de óxido de alumínio reagem com 3 mol de carvão para produzir 4 mol de alumínio metálico. Dessa forma, partindo de uma massa inicial de Al_2O_3 de duas toneladas, é possível calcular a massa de alumínio que será produzida, como mostrado a seguir. Para isso, precisamos das massas molares das substâncias envolvidas: $M(Al_2O_3) = 102\ g\ mol^{-1}$; $M(Al) = 27\ g\ mol^{-1}$.

Massa de Al_2O_3	Massa de Al
$2\ mol \cdot 102\ g\ mol^{-1}$	$4\ mol \cdot 27\ g\ mol^{-1}$
$2 \cdot 10^6\ g$	$m(Al)$

$$m(Al) = \frac{2 \cdot 10^6\ g \cdot 108\ g}{204\ g} \therefore\ m(Al) \approx 1{,}06 \cdot 10^6\ g$$

A massa de alumínio metálico que pode ser produzida a partir de duas toneladas de óxido de alumínio é, aproximadamente, 1,06 t. No entanto, no meio reacional, não observamos o rendimento máximo previsto a partir da equação química, em razão de algumas características inerentes ao processo e ao meio reacional, como:

- a reação pode ser reversível, ou seja, parte do produto formado regenera os reagentes;
- perdas na etapa de separação dos produtos formados do meio reacional, nos diversos processos de separação de misturas: cristalização, filtração, extração, decantação, destilação etc.;
- perdas por retirada de alíquotas para análises ao longo do processo;
- resíduos aderidos aos recipientes e utensílios utilizados para o manuseio da mistura reacional;
- os reagentes formam produtos diferentes daqueles previstos pela equação química que descreve o processo estudado.

Assim, o rendimento de um processo pode ser definido como a razão entre a **quantidade de matéria ou massa teórica** – o que corresponde à conversão e recuperação total dos produtos formados, estimadas com base na equação química que descreve o processo – e a **quantidade de matéria ou massa real** – obtida ao final do processo.

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{quantidade de matéria ou massa real}}{\text{quantidade de matéria ou massa teórica}} \cdot 100$$

Como a quantidade de produto formado e obtido ao final do processo, em geral, é menor que a quantidade determinada teoricamente, o rendimento é menor que 100%.

Anteriormente determinamos a massa de alumínio metálico que seria produzida caso a reação ocorresse com 100% de rendimento. Qual seria a massa de metal produzida considerando o rendimento da reação igual a 85%?

Rendimento	Massa de alumínio
100%	$1{,}06 \cdot 10^6\ g$
85%	$m(Al)$

$$m(Al) = \frac{85\% \cdot 1{,}06 \cdot 10^6\ g}{100\%} \therefore\ m(Al) \approx 9{,}0 \cdot 10^5\ g$$

Portanto, a massa de alumínio metálico produzida seria de aproximadamente 0,9 t, ou seja, 0,16 t a menos do que a quantidade máxima teórica, 1,06 t.

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

MODERNA

Atividades

Registre em seu caderno

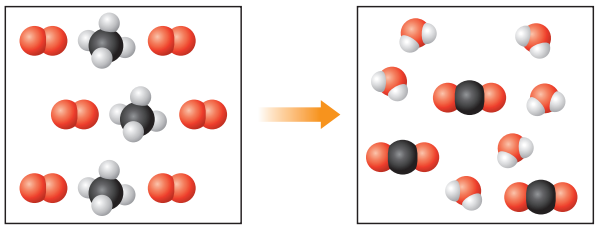
1. A combustão do metano pode produzir, além de água, dióxido de carbono ou monóxido de carbono.

a) Escreva as equações químicas para a combustão completa e incompleta de 1 mol de iso-octano (C_8H_{18}), um dos componentes da gasolina.

b) Que fator pode determinar o tipo de combustão (completa ou incompleta) que vai ocorrer?

2. A combustão de um determinado hidrocarboneto está representada no esquema a seguir, em que as esferas cinza-escuras, brancas e vermelhas indicam, respectivamente, átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio.

NELSON MATSUDA



(Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Com base no esquema, represente a equação química devidamente balanceada da reação em questão. Trata-se de uma reação de combustão completa ou incompleta?

3. É comum, durante a queima de um combustível, o surgimento de uma chama intensa que pode servir para iluminação. A intensidade da luminosidade dessa chama depende da presença de material particulado, como a fuligem (partículas sólidas formadas por átomos de carbono). Sabendo que a fuligem é resultante da combustão incompleta de combustíveis e que esse tipo de reação é mais comum em materiais com alto teor de carbono (razão entre o número de átomos de carbono e o número de átomos de hidrogênio), explique por que a combustão do etino (C_2H_2) emite mais luz que a combustão do etano (C_2H_6).

4. (UPM-SP) Na queima de 10 kg de carvão de 80% de pureza, a quantidade de moléculas de gás carbônico produzida é:

Dados: massa molar (g mol^{-1}): C = 12, O = 16.

$C + O_2 \longrightarrow CO_2$

a) $17{,}6 \cdot 10^{28}$.
b) $6{,}25 \cdot 10^{27}$.
c) $57{,}6 \cdot 10^{19}$.
d) $4{,}8 \cdot 10^{25}$.
e) $4{,}0 \cdot 10^{26}$.

5. A columbita é um minério que apresenta em sua composição o pentóxido de nióbio (Nb_2O_5), substância da qual se extrai nióbio metálico. Uma das formas de obter o metal é por meio do processo que pode ser representado de forma simplificada pela equação química a seguir.

$3\ Nb_2O_5(s) + 10\ Al(s) \longrightarrow 6\ Nb(s) + 5\ Al_2O_3(s)$

Durante um processo de extração de nióbio foram usadas 2 toneladas de alumínio e 5 toneladas de columbita, que apresenta pureza de Nb_2O_5 de apenas 30%. Com base nessas informações, responda:

a) quanto nióbio metálico poderia ser obtido nesse processo?

b) qual é o reagente limitante dessa reação?

c) qual é o reagente em excesso? Quantas partículas desse reagente restaram ao fim da reação?

6. Analise a tabela a seguir, que mostra os valores de massa dos reagentes e produtos envolvidos na reação de combustão de 1 mol de hidrogênio. Reescreva-a em seu caderno, completando os campos pintados em cinza com os valores corretos, e responda aos itens a seguir.

Experimento	Massa (g)				
	O_2	H_2	H_2O	O_2 que não reagiu	H_2 que não reagiu
1	0,032	0,002	0,018	0,016	0,0
2	0,032	0,004	0,036		0,0
3	0,032		0,036	0,0	0,002
4	0,080	0,015	0,090	0,0	

a) Escreva a equação química da combustão do hidrogênio.

b) Explique que lei experimental foi aplicada para determinar os valores da tabela.

c) Que massa de oxigênio é necessária para reagir totalmente com 0,010 g de hidrogênio?

d) Se reagirmos 1,60 g de oxigênio com 0,30 g de hidrogênio, qual deverá ser a massa de água formada?

7. (Fuvest-SP) Nas mesmas condições de pressão e temperatura, 50 L de gás propano (C_3H_8) e 250 L de ar foram colocados em um reator, ao qual foi fornecida energia apenas suficiente para iniciar a reação de combustão. Após algum tempo, não mais se observou a liberação de calor, o que indicou que a reação havia se encerrado. Com base nessas observações experimentais, três afirmações foram feitas:

I. Se tivesse ocorrido apenas combustão incompleta, restaria propano no reator.

II. Para que todo o propano reagisse, considerando a combustão completa, seriam necessários, no mínimo, 750 L de ar.

III. É provável que, nessa combustão, tenha se formado fuligem.

Note e adote: Composição aproximada do ar em volume: 80% de N_2 e 20% de O_2.

Está correto apenas o que se afirma em

a) I.
b) III.
c) I e II.
d) I e III.
e) II e III.

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

8. O butano (C_4H_{10}) é o principal componente do gás de cozinha. Para manter uma chama acesa em fogo baixo por 2 minutos, gastam-se, em média, 10 g desse reagente. Para essa reação de combustão, indique a massa (em grama) de dióxido de carbono (CO_2) e a quantidade de matéria (em mol) de água produzidas.

9. Foram extraídas 2,5 t de hematita, óxido de ferro(III), de uma jazida brasileira. A produção na siderúrgica a partir do mineral extraído dessa jazida produziu 1,68 tonelada de ferro metálico. Supondo que carvão e gás oxigênio estão presentes em excesso nesse processo, determine:

a) a quantidade de óxido (em tonelada) que reagiu.

b) a quantidade de impurezas residuais.

c) o rendimento (em porcentagem) da reação.

10. (Enem) No Japão, um movimento nacional para a promoção da luta contra o aquecimento global leva o slogan: 1 pessoa, 1 dia, 1 kg de CO_2 a menos! A ideia é cada pessoa reduzir em 1 kg a quantidade de CO_2 emitida todo dia, por meio de pequenos gestos ecológicos, como diminuir a queima de gás de cozinha.

Um hambúrguer ecológico? É pra já! Disponível em: <http://lqes.iqm.unicamp.br/canal_cientifico/lqes_news/lqes_news_cit/lqes_news_2007/lqes_news_novidades_1036.html>. Acesso em: 24 fev. 2012 (adaptado).

Considerando um processo de combustão completa de um gás de cozinha composto exclusivamente por butano (C_4H_{10}), a mínima quantidade desse gás que um japonês deve deixar de queimar para atender à meta diária, apenas com esse gesto, é de

Dados: $CO_2 = 44\ g\ mol^{-1}$; $C_4H_{10} = 58\ g\ mol^{-1}$.

a) 0,25 kg. **c)** 1,0 kg. **e)** 3,0 kg.

b) 0,33 kg. **d)** 1,3 kg.

11. (Fatec-SP) Um veículo de passeio, movido a gasolina, deixou a capital paulista com o tanque cheio, dirigindo-se a uma cidade do interior situada a 480 km, na região noroeste do estado. Ao final da viagem, verificou-se que o consumo médio do veículo foi de 16 km por litro de combustível. Admitindo-se que a composição média da gasolina seja dada pela fórmula C_8H_{18} e que a combustão seja completa, conclui-se que o volume de CO_2, em litros, medido nas CATP e lançado ao ar durante a viagem foi de, aproximadamente,

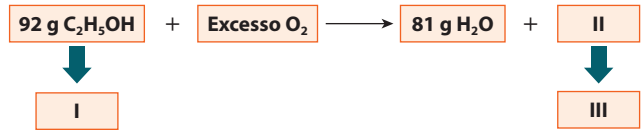
Dados: volume molar de gás nas CATP (Condições Ambientes de Temperatura e Pressão) = $25\ L\ mol^{-1}$; densidade da gasolina = $8 \cdot 10^2\ g\ L^{-1}$; massas molares ($g\ mol^{-1}$): C = 12, H = 1, O = 16.

a) 10.000. **d)** 40.000.

b) 20.000. **e)** 50.000.

c) 30.000.

12. No laboratório, estudantes realizaram um experimento envolvendo a combustão completa do etanol (C_2H_5OH). Eles organizaram os resultados desse experimento conforme o esquema a seguir.



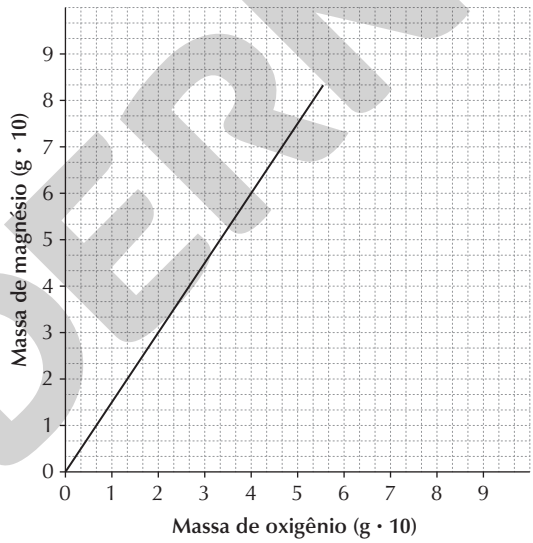
Utilizando as informações contidas nas anotações dos estudantes, determine:

I) a pureza do etanol utilizado;

II) a massa de gás carbônico produzido;

III) o volume de gás carbônico liberado, considerando as condições normais de temperatura e pressão.

13. (Fatec-SP) O gráfico a seguir relaciona as massas de magnésio que reagem com oxigênio para formar óxido de magnésio.



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Considere os reagentes em extrema pureza e reação completa. A análise desse gráfico permite afirmar que

a) as massas de oxigênio e magnésio, envolvidas nas reações, são inversamente proporcionais.

b) a massa de oxigênio, necessária para reagir com 48 g de magnésio, é de 4,8 g.

c) usando-se 60 g de magnésio e 60 g de oxigênio formam-se 100 g de óxido de magnésio, havendo um excesso de 20 g de oxigênio.

d) usando-se 60 g de magnésio e 60 g de oxigênio formam-se 120 g de óxido de magnésio.

e) a proporção entre as massas de magnésio e oxigênio que reagem para formar óxido de magnésio é de 2 de Mg para 3 de O.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

MODERNA

TEMA 3

Dilatação térmica e transformações gasosas

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 2; 4; 5; 6; 7; 9
Habilidades: EM13CNT102; EM13CNT301; EM13CNT306; EM13CNT307

PAUL VASARHELYI/SHUTTERSTOCK

Figura 3.1 A dilatação dos combustíveis dos postos é minimizada por eles serem armazenados em tanques subterrâneos, que sofrem menos variação de temperatura.

A dilatação e a contração térmica ocorrem em vários materiais e podem ser notadas em diversas situações; por exemplo, um dos motivos de os postos de combustível (**Fig. 3.1**) usarem tanques de armazenamento subterrâneos é diminuir a variação de temperatura dos combustíveis e, com isso, controlar a sua dilatação.

Em alguns motores, como os de veículos e de geladeiras, as peças podem dilatar em proporções diferentes para garantir o seu correto funcionamento. As peças de motores de carros, que trabalham geralmente a uma temperatura ideal de aproximadamente 90 °C, são projetadas com folgas milimétricas para que, ao dilatarem com o aquecimento, ajustem-se perfeitamente ao atingirem os 90 °C.

Neste Tema vamos estudar como ocorrem as dilatações de materiais, além de entendermos as transformações gasosas.

Dilatação e contração térmica

Um dos efeitos da mudança de temperatura de um corpo é a variação de suas dimensões. Esse fenômeno é facilmente verificado, por exemplo, na coluna de um termômetro com álcool etílico colorido (**Fig. 3.2**). Ao ser aquecido, o álcool se expande em razão do aumento da distância entre as partículas que o constituem. Conforme o movimento das partículas aumenta, o espaço ocupado por elas também aumenta. Como a energia térmica é proporcional à agitação das partículas do corpo, ela também interfere no espaço ocupado por elas.

OLEKSII ZELIVIANSKYI/DREAMSTIME/GLOW IMAGES

Figura 3.2 Termômetro com coluna de álcool colorido.

O aumento das dimensões de um sólido ou de um líquido por causa da elevação da sua temperatura é chamado de **dilatação térmica**. Quando há diminuição da temperatura, ocorre **contração térmica**. Vejamos a seguir os parâmetros que nos ajudam a melhor compreender e analisar casos de dilatação e contração térmica.

Parâmetros da dilatação térmica

Como materiais diferentes apresentam diferentes arranjos de partículas, ao aquecer um corpo, as partículas podem se afastar mais ou menos, dependendo da estrutura interna desse material. Chamamos de **coeficiente de dilatação térmica** a grandeza física que expressa a capacidade de cada material de sofrer dilatação

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

ou contração. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida do coeficiente de dilatação térmica é o K^{-1}, mas, como a variação de temperatura nas escalas Kelvin e Celsius é a mesma, podemos também utilizar $°C^{-1}$ no lugar de K^{-1}.

Quando é preciso obter a dilatação de uma única dimensão, deve-se considerar o **coeficiente de dilatação linear** (α). É o caso da dilatação de fios, cabos e barras finas.

Podemos obter uma expressão para a dilatação linear, considerando uma lâmina metálica de coeficiente de dilatação linear α, comprimento inicial L_0 e temperatura inicial T_0. Se aumentarmos sua temperatura para T, seu comprimento aumentará para L, conforme mostra a **Figura 3.3**.

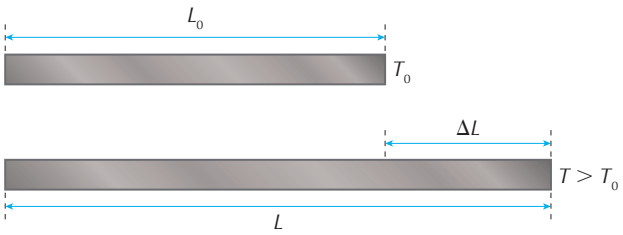


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 3.3 Representação esquemática da dilatação linear de uma lâmina.

Sendo a variação de temperatura $\Delta T = T - T_0$ e a dilatação linear $\Delta L = L - L_0$, temos:

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$$

A **Tabela 3.1**, a seguir, indica o coeficiente de dilatação linear de alguns materiais.

Tabela 3.1 Coeficiente de dilatação linear α de alguns materiais

Material	α ($10^{-6}\ K^{-1}$)
Ferro	11,8
Níquel	13,4
Cobre	16,5
Alumínio	23,1
Chumbo	28,9
Zinco	30,2

Fonte: LIDE, D. R. (editor da versão para internet) *Handbook of Chemistry and Physics*. 96. ed. Boca Raton: CRC, 2016.

Prática investigativa

Entendendo o funcionamento de um termostato

Antes de iniciar a atividade, reúna-se em grupo, leia todo o procedimento e consulte o infográfico Segurança no laboratório, no início deste Volume.

Cuidados

Segurança

- Tome cuidado ao manusear o estilete, as lâminas e a lâmpada que vai aquecer, para que não causem ferimentos. É recomendável que o professor seja o responsável pelo manuseio.

Descarte

- As aparas de papel e cartolina devem ser descartadas no lixo apropriado e as aparas de fita adesiva, no lixo comum. O restante do material pode ser limpo e guardado para futuro reaproveitamento.

Nessa prática investigativa, vamos aquecer uma lâmina dupla, cujo princípio de funcionamento é fundamental para compreender um termostato. O termostato é usado para controlar, ligar ou desligar máquinas a partir da medida da temperatura e está presente em equipamentos eletrodomésticos comuns de nossas casas, como a geladeira e o ferro de passar roupas.

Objetivo

Compreender o funcionamento de um termostato.

Materiais

- Papel-alumínio e sulfite
- 2 tipos de cartolina, de maior e menor espessura
- 4 pilhas AA de 1,5 V e um suporte para 4 pilhas AA
- Lâmpada halógena de 6 V e 10 W
- Tesoura e estilete
- Fita isolante, fita adesiva, fita dupla face e cola branca
- Pregador de roupas e rolha
- Prego de pelo menos 3 cm de comprimento
- Marcador permanente na cor preta
- Pequena caixa com dimensões aproximadas 4 cm × 4 cm × 4 cm
- Pedaço de madeira com dimensões 20 cm × 5 cm ou papelão
- Relógio

Continua

Prepare-se!

O termostato é composto de duas lâminas de materiais diferentes grudadas uma na outra, como mostra a figura a seguir. Como as lâminas são de materiais diferentes, os seus coeficientes de dilatação linear também o serão. Logo, ao receberem ou perderem calor, elas se curvam por causa da dilatação diferente que cada lâmina sofre. Por meio dessa característica, esse dispositivo pode ser usado para interromper ou conectar a ligação elétrica de uma máquina, por exemplo, dependendo da temperatura à qual o termostato é submetido.

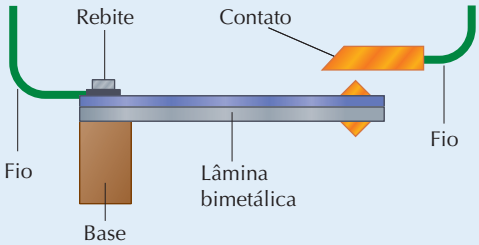


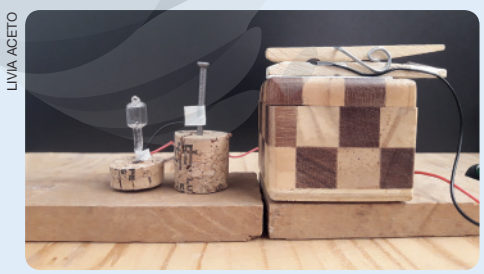
ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 3.4 Representação esquemática de um termostato.

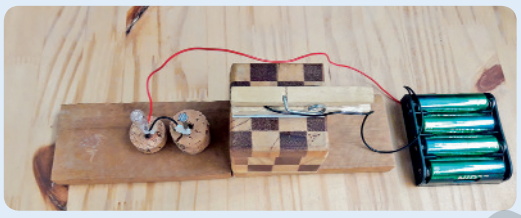
Portanto, observando a figura que mostra a representação do termostato, a ligação será estabelecida quando a lâmina se curvar. Nesse caso, qual das lâminas possui o maior coeficiente de dilatação linear, a de baixo ou a de cima? Por quê?

Procedimento

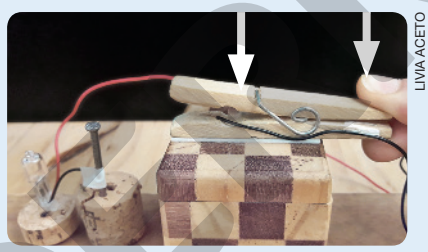
- Usem o pedaço de madeira de 20 cm × 5 cm para formar uma base para o experimento. Caso não seja possível usar a madeira, cortem e colem pedaços de papelão com essa medida para formar a base.
- Com o estilete, cortem a rolha transversalmente em duas partes de tamanhos diferentes: a parte maior será o suporte do prego e a outra, o da lâmpada. Usem a fita dupla face para fixar as rolhas na base. Além dessa função de suporte, a rolha será usada para o ajuste fino da altura do prego: a altura da abertura do pregador deve ficar alinhada à cabeça do prego, como mostrado na figura a seguir.


LIVIA ACETO

- Façam a ligação elétrica conforme a figura a seguir. O fio vermelho que sai do suporte de pilhas deve ser ligado a um dos terminais da lâmpada. O fio preto está dividido em duas partes, porque a lâmina de alumínio vai fechar o circuito posteriormente. Separem uma pequena parte do fio preto para fazer a conexão entre o terminal da lâmpada e o prego.


LIVIA ACETO

- A outra parte do fio preto é aquela que sai do suporte de pilhas e deve ser fixada no pregador com fita adesiva, como mostrado na imagem. Notem que a ponta do fio preto deve estar desencapada e a fita adesiva não deve cobrir essa parte. As setas brancas indicam os dois pontos de fixação do fio.


LIVIA ACETO

- Preparem 3 lâminas na medida 10 cm × 1,5 cm, uma com papel sulfite e duas com as cartolinas de maior e de menor espessura. Primeiramente, cortem o papel ou a cartolina na medida indicada e depois colem esses pedaços em uma folha de papel-alumínio. Cortem o papel-alumínio por último para formar as lâminas com duas camadas.

LIVIA ACETO

- Ajustem a lâmina de papel sulfite no pregador, com o papel-alumínio virado para baixo. O contato da lâmina com o prego fechará o circuito e a lâmpada acenderá.
- Depois que a lâmpada acender, meçam quantos minutos demora para que a lâmina se curve e desfaça o contato elétrico com o prego. Meçam também quantos minutos se passam até que o contato elétrico seja feito novamente. Façam as medidas em local fechado e sem corrente de vento sobre o experimento para que o calor da lâmpada não seja desviado.

Continua

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

- Repitam esse procedimento para as outras duas lâminas, organizando os dados em uma tabela.
- Com o marcador permanente, pintem de preto a face de papel-alumínio que está virada para baixo, logo em cima da lâmpada. Observem se haverá diferença no tempo que elas demoram para desfazer o contato elétrico com o prego.

Discuta com seus colegas

1. Com qual lâmina o termostato perdeu contato com o prego mais rapidamente: a de papel sulfite, a de cartolina menos espessa ou a de cartolina mais espessa?
2. Em qual dessas três lâminas o papel-alumínio pode ter atingido a maior temperatura? Por quê?
3. Qual efeito ocorreria se a lâmpada fosse posicionada mais distante do prego?
4. Se vocês tivessem que escolher umas das lâminas para montar um termostato que iria equipar um instrumento, qual delas seria a mais apropriada? Por quê?
5. O aparato experimental montado foi adequado para as medições realizadas? Se não, o que vocês sugeririam para melhorar o experimento?
6. Façam um resumo dos seus resultados e comparem as conclusões com os outros grupos, seguindo a orientação do professor.

Quando analisamos objetos em que duas dimensões são relevantes, por exemplo, placas de metal, revestimentos de parede ou tampas de ferro, devemos considerar o coeficiente de dilatação superficial β.

Para obter uma expressão matemática que represente a dilatação nesse caso, vamos considerar uma placa que tenha coeficiente de dilatação superficial β, superfície com área inicial A_0 e temperatura inicial T_0. Se aumentarmos sua temperatura para T, a área aumentará para A, conforme mostra a figura a seguir.

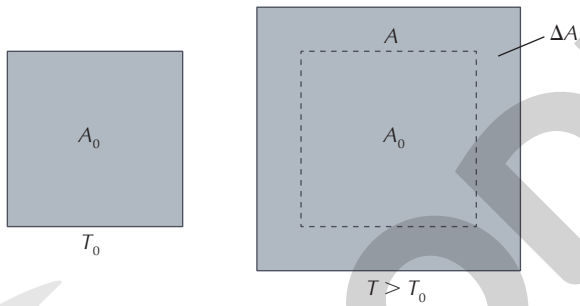


Figura 3.4 Representação esquemática da dilatação superficial de uma placa.

Sendo $\Delta T = T - T_0$ a variação de temperatura e a dilatação superficial $\Delta A = A - A_0$, temos:

$$\Delta A = \beta \cdot A_0 \cdot \Delta T$$

Há uma relação aproximada entre os coeficientes de dilatação linear e superficial que é dada por:

$$\beta = 2\,\alpha$$

Vejamos um exemplo que envolve a dilatação superficial, considerando a engrenagem e o eixo interno da caixa de marcha de um veículo (**Fig. 3.5**). Para garantir uma boa fixação entre essas duas peças, necessária para que esse sistema suporte forças intensas durante o seu uso, o furo no centro da engrenagem é projetado com dimensão muito próxima do diâmetro do eixo.

Sabendo que a engrenagem tem coeficiente de dilatação superficial $\beta = 82 \cdot 10^{-6}\,°C^{-1}$ e que o raio inicial do furo em seu centro mede 4,5 mm, qual é a diferença de temperatura para que a área do furo seja 0,5 mm² maior e o eixo possa ser encaixado?

Aplicando a equação da dilatação superficial, temos:

$$\Delta A = \beta \cdot A_0 \cdot \Delta T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0{,}5\ \text{mm}^2 = 82 \cdot 10^{-6}\,°C^{-1} \cdot \pi \cdot (4{,}5\ \text{mm})^2 \cdot \Delta T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{5 \cdot 10^{-1}\ \text{mm}^2}{5.216{,}6 \cdot 10^{-6}\ \text{mm}^2\,°C^{-1}} \Rightarrow \Delta T \simeq 95{,}8\,°C$$

SCHLOL/E+/GETTY IMAGES

Figura 3.5 Engrenagens e eixos que compõem a caixa de marcha de um automóvel.

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

ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

MODERNA

Por último, vamos estudar a dilatação nas três dimensões. Nesse caso, usa-se o **coeficiente de dilatação volumétrica** (γ). Para obtermos uma expressão matemática, vamos considerar um bloco com coeficiente de dilatação volumétrica γ, que tenha volume inicial V_0 e temperatura inicial T_0. Se aumentarmos sua temperatura para T, o volume aumentará para V, conforme mostra a **Figura 3.6**.

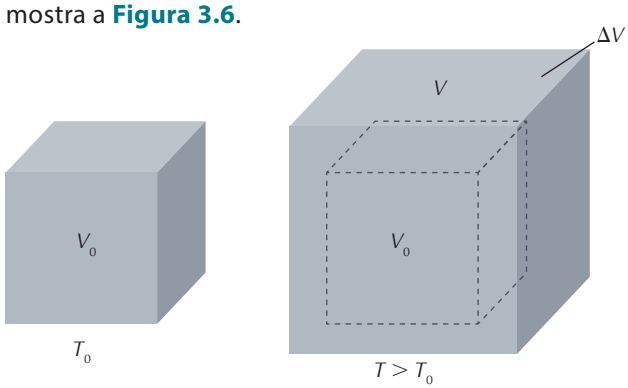


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 3.6 Representação esquemática da dilatação volumétrica de um bloco.

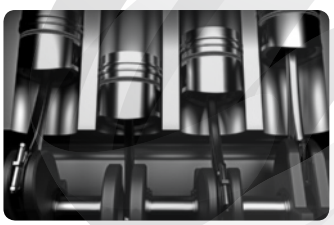
Sendo a variação de temperatura $\Delta T = T - T_0$, a dilatação volumétrica $\Delta V = V - V_0$, temos:

$$\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta T$$

Assim como há, para os coeficientes de dilatação linear e superficial, uma relação aproximada, também há uma relação para os coeficientes de dilatação volumétrica e linear dada por:

$$\gamma = 3 \cdot \alpha$$

Uma aplicação da dilatação volumétrica se dá quando engenheiros automobilísticos projetam as peças do motor dos veículos. É necessário considerar a dilatação, pois o motor em funcionamento atinge cerca de 90 °C e os pistões, mesmo dilatados, precisam se movimentar livremente pelo cilindro dentro do bloco do motor, como mostra a **Figura 3.7**.



3ALEXD/E+/GETTY IMAGES

Figura 3.7 Vista interior do bloco de motor onde é possível ver os pistões que se movimentam para cima e para baixo.

Veja um exemplo de variação volumétrica que ocorre com cilindros de carros. A maioria dos carros possui cilindros de alumínio, cada um com 538 cm^3 de volume inicial. Quando o motor é ligado, a sua temperatura é elevada de 20 °C para 90 °C. Usando os dados da **Tabela 3.1**, qual é a variação volumétrica que esse cilindro sofrerá?

De acordo com a **Tabela 3.1**, que apresenta os coeficientes de dilatação linear, temos, para o alumínio, $\alpha = 23{,}1 \cdot 10^{-6}\ °C^{-1}$; logo, o coeficiente de dilatação volumétrica é:

$$\gamma = 3 \cdot \alpha \Rightarrow \gamma = 3 \cdot 23{,}1 \cdot 10^{-6}\ °C^{-1}$$
$$\therefore \gamma = 69{,}3 \cdot 10^{-6}\ °C^{-1}$$

Usando o coeficiente de dilatação volumétrica calculado, a variação de volume será:

$$\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta T \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \Delta V = 69{,}3 \cdot 10^{-6}\ °C^{-1} \cdot 538\ cm^3 \cdot (90\ °C - 20\ °C) \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \Delta V \simeq 2{,}6 \cdot 10^6 \cdot 10^{-6}\ cm^3$$
$$\therefore \Delta V \simeq 2{,}6\ cm^3$$

Dilatação de sólidos e de líquidos

Os sólidos e os líquidos dilatam de maneira muito diferente dos gases, cujas dimensões são muito sensíveis à pressão aplicada sobre eles. A maioria dos sólidos é incompressível, assim como a maioria dos líquidos; por isso, é possível estudar sua dilatação térmica sem considerar a pressão à qual estão submetidos.

O estudo da dilatação de corpos sólidos pode ser feito com base nas equações de dilatação linear, superficial e volumétrica.

No caso dos líquidos, devemos levar em conta que eles adquirem a forma do recipiente em que estão contidos, pois não têm forma própria. Ao ter a sua temperatura aumentada, o líquido varia pela própria dilatação, chamada de **dilatação volumétrica real** (ΔV). Porém, como o recipiente também dilata ($\Delta V_{recipiente}$), a **dilatação aparente** ($\Delta V_{aparente}$), que é a dilatação visível, torna-se diferente da real.

Por exemplo, se um recipiente repleto de água é levado ao fogo, quando a água aquecer sem ferver, parte do conteúdo pode transbordar, caso a dilatação real do líquido seja maior do que a dilatação do recipiente.

Dessa forma, podemos relacionar a dilatação aparente e a do recipiente com a dilatação real por:

$$\Delta V = \Delta V_{aparente} + \Delta V_{recipiente}$$

A **Tabela 3.2**, a seguir, apresenta o coeficiente de dilatação volumétrica de alguns líquidos.

Tabela 3.2 Coeficiente de dilatação volumétrica de líquidos

Material	$\gamma\ (10^{-4}\ °C^{-1})$
Água a 20 °C	2,1
Álcool etílico	1,12
Acetona	1,5
Gasolina	9,6
Glicerina	4,85
Mercúrio	1,82
Petróleo	10

Fonte: SERWAY, R.; JEWETT, J. *Principles of Physics: A Calculus-Based Text*. Independence: Cengage, 2013.

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

MODERNA

Imagine um laboratório que faz um teste de expansão térmica com mercúrio em um frasco aberto de 2 L de capacidade. O frasco está completamente repleto e à temperatura de 10 °C. Quando o conjunto é aquecido até 60 °C, o mercúrio transborda 20 mL para fora do frasco. Se o valor do coeficiente de dilatação volumétrica do material do frasco é $1{,}0 \cdot 10^{-5}\,°C^{-1}$, qual é a dilatação volumétrica real do mercúrio?

A dilatação volumétrica real é calculada com base na equação:

$$\Delta V = \Delta V_{aparente} + \Delta V_{recipiente}$$

$$\therefore \Delta V = \Delta V_{aparente} + \gamma_{recipiente} \cdot V_{recipiente} \cdot \Delta T$$

Como $\Delta V_{aparente} = 20\ mL = 0{,}02\ L$, então:

$$\Delta V = 0{,}02\ L + 1{,}0 \cdot 10^{-5}\ °C^{-1} \cdot 2\ L \cdot (60\ °C - 10\ °C) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta V = 0{,}02\ L + 0{,}001\ L \therefore \Delta V = 0{,}021\ L$$

Uma consequência da dilatação e contração volumétrica de um material é a variação de sua densidade:

$$\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta T \therefore \Delta V = \gamma \cdot \frac{m}{d} \cdot \Delta T$$

Portanto, se ocorrer dilatação volumétrica, a densidade do material diminuirá; e se houver contração volumétrica, a densidade aumentará. Existe um mito de que abastecer o carro (**Fig. 3.8**) em dias frios pode ser mais econômico, pois em 1 L haveria maior quantidade de massa de combustível. No entanto, essa variação de volume não é significativa, porque o combustível fica armazenado em tanques subterrâneos com isolamento térmico.

ANCHALEE PHANMAHA/MOMENT UNRELEASED RF/GETTY IMAGES

Figura 3.8 Abastecer o carro em dias mais frios compensa mais?

Transformações gasosas

Vimos nas seções anteriores como algumas peças do motor de veículos se dilatam. Esse motor é de combustão interna e considerado uma **máquina térmica**, ou seja, ele transforma o calor da queima de combustível em movimento, que ocorre em um processo cíclico. Assim, um gás recebe energia proveniente da combustão, que transfere energia para os pistões, realizando trabalho.

Todo esse processo pode ser descrito pela **primeira lei da Termodinâmica**, que expressa a relação entre a variação da energia interna (ΔU), o calor trocado com o meio (Q) e o trabalho realizado ($\mathcal{T}$) por uma máquina térmica como:

$$\Delta U = Q - \mathcal{T}$$

Veremos a seguir como ocorrem as transformações gasosas em função das grandezas mencionadas anteriormente, ou seja, em função da energia interna, do calor trocado com o meio e do trabalho realizado.

Transformação isotérmica

Em transformações gasosas com temperatura constante ($\Delta T = 0$), não ocorre variação da energia interna. Pelo fato de a temperatura ser constante, dizemos que se trata de uma **transformação isotérmica**. Assim, o termo de variação da energia interna na expressão matemática da primeira lei da Termodinâmica é igual a zero:

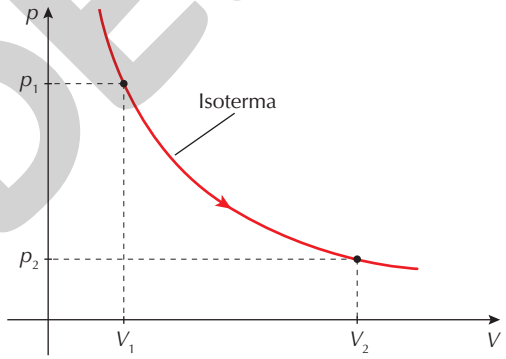
$$\Delta U = 0$$

Desse modo, pela primeira lei da Termodinâmica, consideramos que o trabalho realizado é igual à quantidade de calor trocada com o meio externo, ou seja:

$$\mathcal{T} = Q$$

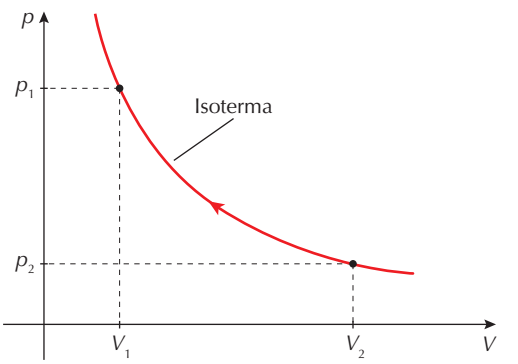
Em expansões isotérmicas, representadas no gráfico de pressão pelo volume, também chamado de diagrama pV, na **Figura 3.9**, o gás realiza trabalho ao se expandir ($\mathcal{T} > 0$). Para que isso ocorra, o gás precisa receber calor de uma fonte externa ($Q > 0$), de forma que não haja variação da energia interna e o calor se transforme integralmente em trabalho. A curva no gráfico da **Figura 3.9** também é chamada de **isoterma**.

Figura 3.9 Diagrama *pV* de uma expansão isotérmica



Em uma compressão isotérmica, representada pelo gráfico da **Figura 3.10**, ocorre o oposto: quando um gás ideal é comprimido, o trabalho é negativo ($\mathcal{T} < 0$), pois o meio externo realiza trabalho e o calor é negativo ($Q < 0$), ou seja, o calor é liberado para o ambiente.

Figura 3.10 Diagrama *pV* de uma compressão isotérmica



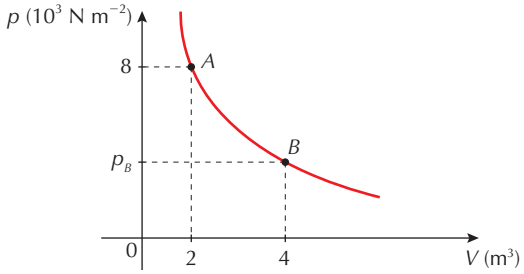
ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

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

MODERNA

Vejamos a seguir um exemplo de transformação isotérmica sofrida por um gás ideal que vai do estado *A* para o estado *B*, conforme mostra o gráfico da **Figura 3.11**.

Figura 3.11 Diagrama *pV* de uma transformação isotérmica



Sabendo que o gás troca 6.000 J com o meio, qual é a pressão do gás no estado *B*? Qual é o trabalho realizado pelo gás na transformação? Qual é a variação da energia interna do gás?

Para calcular a pressão do gás no estado *B*, devemos aplicar a lei de Boyle-Mariotte, que é dada por:

$$p_A \cdot V_A = p_B \cdot V_B$$

Substituindo os valores, temos:

$8 \cdot 10^3\ \text{N m}^{-2} \cdot 2\ \text{m}^3 = p_B \cdot 4\ \text{m}^3$

$\therefore\ p_B = 4 \cdot 10^3\ \text{N m}^{-2}$

Como temos uma transformação isotérmica, sabemos que a variação de energia interna do gás é nula; portanto, pela primeira lei da Termodinâmica, a quantidade de calor trocada é totalmente usada para realizar trabalho; logo:

$\mathcal{C} = Q \therefore \mathcal{C} = 6.000\ \text{J}$

Em um processo isotérmico, não há variação de temperatura. Portanto, a variação de energia interna do gás é nula:

$\Delta U = 0$.

Transformação isovolumétrica ou isocórica

Nas transformações gasosas em que o volume é constante ($\Delta V = 0$), ou seja, em uma **transformação isovolumétrica ou isocórica**, o gás não realiza trabalho e trabalho não é realizado sobre ele.

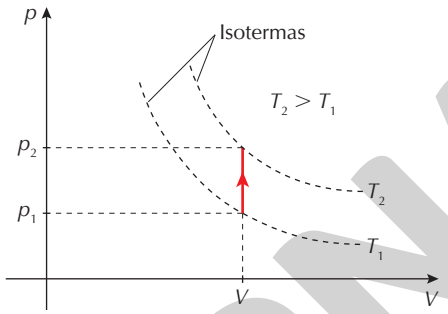
$$\mathcal{C} = 0$$

Desse modo, pela primeira lei da Termodinâmica, a variação de energia interna no processo é igual à quantidade de calor trocada com o meio externo, ou seja:

$$\Delta U = Q$$

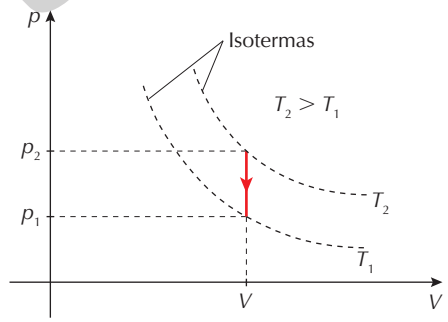
Vamos considerar uma transformação isovolumétrica em que ocorra aumento de pressão (**Fig. 3.12**). Tomemos como exemplo o que ocorre em uma panela de pressão antes de começar a sair vapor pela válvula. A pressão dentro da panela, com volume constante, aumenta conforme aumenta a temperatura. Portanto, nas transformações isovolumétricas, ocorre aumento da pressão quando ocorrer aumento da temperatura ($\Delta T > 0$). Por sua vez, como a temperatura aumenta, ocorre aumento na energia interna ($\Delta U > 0$) do sistema. Logo, o sistema recebe calor do meio externo ($Q > 0$).

Figura 3.12 Diagrama *pV* de uma transformação isovolumétrica em que há aumento de pressão



Agora, se em uma transformação com volume constante a temperatura diminuir, a pressão diminuirá (**Fig. 3.13**). Haverá, nesse caso, uma diminuição na agitação das partículas do gás, levando à diminuição de temperatura ($\Delta T < 0$) e à diminuição da energia interna do sistema ($\Delta U < 0$). Portanto, há liberação de calor para o meio externo ($Q < 0$).

Figura 3.13 Diagrama *pV* de uma transformação isovolumétrica em que há diminuição de pressão



Vejamos um exemplo envolvendo um motor de quatro tempos que possui uma câmara de combustão. Em uma de suas etapas de funcionamento, o gás dentro da câmara recebe 2.340 J provenientes da combustão. Qual é o trabalho realizado e a variação da energia interna do gás?

Como a transformação é isovolumétrica, não há variação de volume, portanto não há realização de trabalho; logo:

$$\mathcal{C} = 0$$

Assim, pela primeira lei da Termodinâmica, a variação de energia interna será igual à quantidade de calor trocada com o meio, isto é:

$\Delta U = Q \therefore \Delta U = 2.340\ \text{J}$

MODERNA

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

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

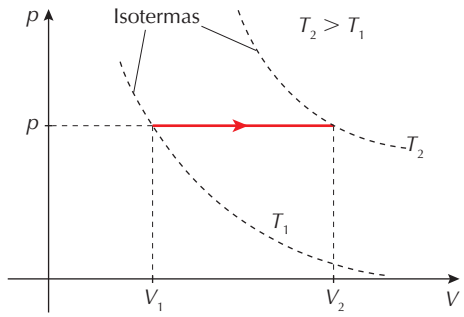
Transformação isobárica

Vamos agora estudar como ocorre uma **transformação isobárica**, ou seja, uma transformação na qual a pressão seja constante ($\Delta p = 0$). Se ocorre uma expansão do gás (**Fig. 3.14**), tanto o volume quanto a temperatura aumentam ($\Delta V > 0$ e $\Delta T > 0$). Como consequência do aumento do volume, o gás realiza trabalho sobre o meio externo ($\mathcal{T} > 0$) e, com o aumento da temperatura, a variação da energia interna será positiva ($\Delta U > 0$). Utilizando a primeira lei da Termodinâmica, temos:

$$\Delta U = Q - \mathcal{T} \Rightarrow Q = \Delta U + \mathcal{T}$$

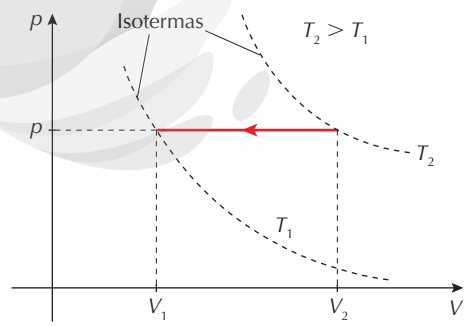
Portanto, como o trabalho e a variação de energia interna nesse caso são positivos, o calor também será positivo, isto é, recebido pelo gás.

Figura 3.14 Diagrama *pV* de uma expansão isobárica



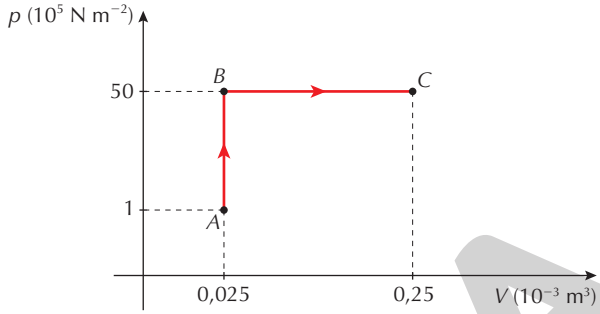
No caso de uma compressão isobárica (**Fig. 3.15**), temos o oposto. O volume e a temperatura diminuem ($\Delta V < 0$ e $\Delta T < 0$). Como o volume diminui, o trabalho é realizado sobre o gás ($\mathcal{T} < 0$) para comprimi-lo e, com a diminuição de temperatura, a variação de energia interna é negativa ($\Delta U < 0$). Note que, como $\mathcal{T} < 0$ e $\Delta U < 0$, de acordo com a expressão $Q = \Delta U + \mathcal{T}$, temos $Q < 0$, ou seja, o calor é liberado para o meio externo.

Figura 3.15 Diagrama *pV* de uma compressão isobárica



Voltando ao exemplo do motor de quatro tempos, há outra etapa na qual o gás contido na câmara de combustão, depois de passar por uma transformação isocórica, passa por uma outra, isobárica, como mostrado na **Figura 3.16**.

Figura 3.16 Diagrama *pV* de certa massa de gás ideal



Qual é o trabalho realizado pelo gás ao final da transformação *ABC*?

O trabalho realizado pode ser calculado como:

$$\mathcal{T}_{A \to C} = \mathcal{T}_{A \to B} + \mathcal{T}_{B \to C}$$

Além disso, podemos obter o trabalho pela área sob a curva de um gráfico da pressão *p* em função do volume *V*, ($\mathcal{T} = p \cdot \Delta V$). 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**.

Portanto, como $V_{A \to B} = 0$, temos $\mathcal{T}_{A \to B} = 0$; logo:

$\mathcal{T}_{A \to C} = p_C \cdot \Delta V_{B \to C} \Rightarrow$

$\Rightarrow \mathcal{T}_{A \to C} = 50 \cdot 10^5\ \text{N m}^{-2} \cdot$

$\cdot (0{,}25 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3 - 0{,}025 \cdot 10^{-3}\ \text{m}^3)$

$\therefore \mathcal{T}_{A \to C} = 11{,}25 \cdot 10^2\ \text{N m}$

Lembrando que 1 N m = 1 J:

$\mathcal{T}_{A \to C} = 1.125\ \text{J}$

Transformação adiabática

Ao encher uma bola ou um pneu de bicicleta com uma bomba de ar manual, enquanto o volume diminui, um trabalho é realizado sobre o gás. Considerando que cada movimento do êmbolo da bomba é suficientemente rápido para que as trocas de calor entre o ar da bomba e o meio sejam desprezíveis, temos uma **transformação adiabática**. Em transformações gasosas adiabáticas, não há troca de calor entre o sistema e o meio externo ($Q = 0$). Portanto, pela primeira lei da Termodinâmica, temos:

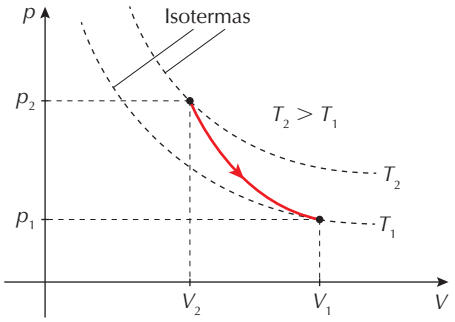
$$\Delta U = \cancel{Q} - \mathcal{T} \Rightarrow \Delta U = -\mathcal{T}$$

Em uma **expansão adiabática** como mostra o gráfico da **Figura 3.17**, o volume aumenta ($\Delta V > 0$), mas a temperatura e a pressão diminuem ($\Delta T < 0$ e $\Delta p < 0$). Como o volume aumenta, o gás realiza trabalho sobre o meio ($\mathcal{T} > 0$). Por exemplo, ao tocarmos uma lata de um produto em aerossol, durante a saída do produto, percebemos que a sua temperatura diminui, porque ocorre uma expansão adiabática.

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

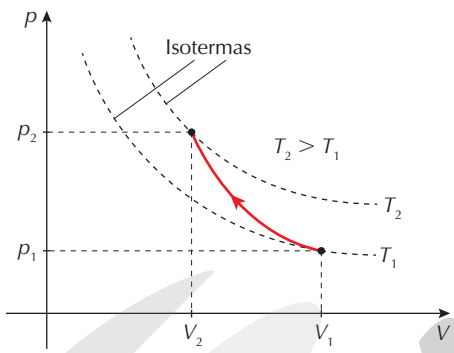
ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 3.17 Diagrama *pV* de uma expansão adiabática



E, ao empurrar o embolo de uma bomba de ar repetidas vezes para encher um pneu de bicicleta, por exemplo, o revestimento da bomba poderá aquecer, pois temos uma **compressão adiabática**, como mostra o gráfico da **Figura 3.18**. Nesse caso, o gás diminui de volume ($\Delta V < 0$) e o meio exerce trabalho sobre o gás ($\mathcal{C} < 0$) sem fornecer calor ($Q = 0$).

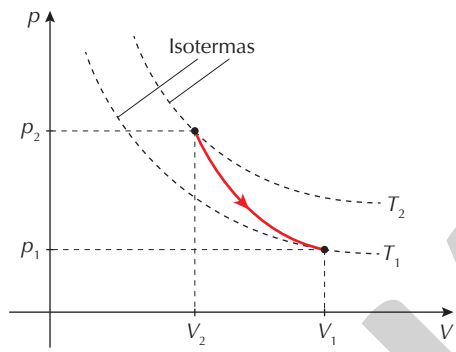
Figura 3.18 Diagrama *pV* de uma compressão adiabática



Pela primeira lei da Termodinâmica, temos $\Delta U = -\mathcal{C}$; porém, como o trabalho é negativo, $\Delta U > 0$, ocorre aumento da energia interna. Como a energia interna varia de acordo com a temperatura, podemos afirmar que a temperatura também aumenta. Esse aumento de temperatura pode ser percebido, por exemplo, se o material que reveste a bomba não for um bom isolante térmico, pois, ao empurrar várias vezes o êmbolo, o corpo da bomba vai aquecer.

Vejamos um exemplo em que uma amostra de gás perfeito sofre uma transformação adiabática realizando um trabalho de 500 J, como mostra o gráfico da **Figura 3.19**.

Figura 3.19 Diagrama *pV* de uma transformação adiabática



Nesse caso, o gás está se expandindo ou contraindo? Qual é a quantidade de calor que o gás troca com o meio? Qual é a variação da energia interna do gás?

Pelo enunciado, temos que o trabalho é realizado pelo gás, ou seja, ele sofre uma expansão, o que também pode ser confirmado visualmente pelo gráfico.

Como a transformação é adiabática, não há troca de calor com o meio; portanto:

$$Q = 0$$

Para calcularmos a variação da energia interna do gás, podemos aplicar a primeira lei da Termodinâmica.

$$\Delta U = Q - \mathcal{C} \Rightarrow \Delta U = 0 - \mathcal{C} \Rightarrow \Delta U = -\mathcal{C}$$
$$\therefore \Delta U = -500 \text{ J}$$

Fique por dentro

Construção de um dilatômetro e determinação do coeficiente de dilatação térmica linear

Nesse artigo, você verá como construir um dispositivo com materiais de baixo custo e de fácil aquisição para obter valores dos coeficientes de dilatação térmica linear de diferentes materiais, como alumínio, latão, cobre, cimento e vidro.

Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172014000100013>. Acesso em: 30 jul. 2020.

Atividades

Registre em seu caderno

1. (Ufam) Analise as seguintes afirmativas a respeito dos tipos de transformações ou mudanças de estado de um gás.

I. Em uma transformação isocórica, o volume do gás permanece constante.
II. Em uma transformação isobárica, a pressão do gás permanece constante.
III. Em uma transformação isotérmica, a temperatura do gás permanece constante.
IV. Em uma transformação adiabática, variam o volume, a pressão e a temperatura.

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

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

Com relação às quatro afirmativas acima, podemos dizer que:

a) Só I e III são verdadeiras.
b) Só II e III são verdadeiras.
c) I, II, III e IV são verdadeiras.
d) Só I é verdadeira.
e) Todas são falsas.

2. Um gás ideal sob pressão de 10^5 Pa ocupa um volume de 2 L e sofre uma transformação isobárica até seu volume duplicar. Qual é o trabalho realizado pela força que o gás exerce nas paredes do recipiente?

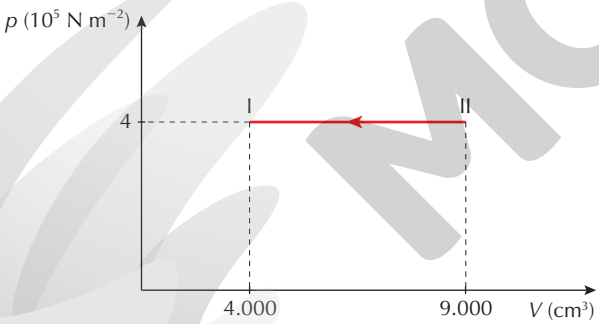
3. Em um processo isobárico, certa massa de um gás ideal absorve 100 kcal de calor. A pressão do gás nesse processo é igual a $5 \cdot 10^5$ N m^{-2} e seu volume aumenta em 0,25 m^3. Qual foi a variação da energia interna? Considere: 1 cal = 4,2 J.

4. Se 100 J forem adicionados a um sistema que não realiza trabalho externo, a energia interna se elevará ou reduzirá? E se esse sistema executar 40 J de trabalho externo, a energia interna se elevará ou se reduzirá? Justifique.

5. Um gás ideal está contido em um recipiente que tem um êmbolo de área 25 cm^2, 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.

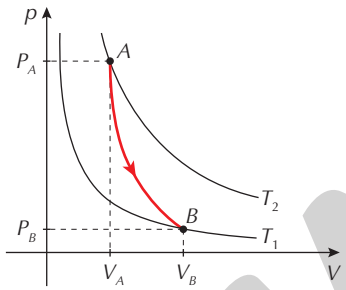
a) O que acontece com a temperatura do gás ideal?
b) Qual é o trabalho realizado? Ele é realizado sobre o gás ou pelo gás?

6. Uma transformação que cedeu 1.000 cal ao meio externo é representada no diagrama pV a seguir.



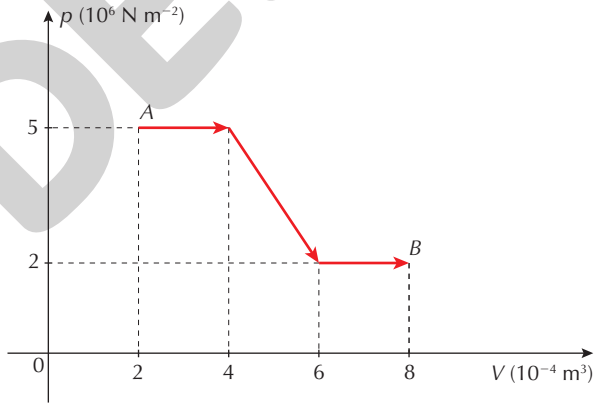
a) Que tipo de transformação ocorreu?
b) Calcule o trabalho e a variação da energia interna dessa transformação.

7. Uma determinada amostra de gás ideal sofre uma transformação adiabática $A \rightarrow B$, como indica o diagrama a seguir.



a) O que acontece com as variáveis de estado (p, V e T) e com as energias (Q, ΔU e τ) durante a transformação?
b) Supondo que o trabalho realizado nessa transformação seja de 200 J, qual será o valor da variação da energia interna?

8. (UEFS-BA) Um fluido se expande do estado A para o estado B, como indicado no diagrama da figura.



Analisando-se essas informações, é correto afirmar que o trabalho realizado nessa expansão, em kJ, é igual a:

a) 2,3 **c)** 2,1 **e)** 1,9
b) 2,2 **d)** 2,0

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

MODERNA

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

TEMA 4

Ciclos termodinâmicos e entropia

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6
Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT102; EM13CNT107; EM13CNT301

Um exemplo comum de aplicação das leis da Termodinâmica se dá nos motores que equipam diversos veículos, como carros, ônibus e motocicletas. Nesses motores a energia é fornecida em forma de calor, pela queima do combustível. Para que o motor funcione adequadamente, ele deve realizar o processo termodinâmico de forma cíclica e, por motivos práticos, ele deve ser eficiente (**Fig. 4.1**). Mas o que isso quer dizer?

WÄRTSILÄ CORPORATION

Figura 4.1 Concepção artística do motor Wärtsilä 31, usado em grandes navios cargueiros. Esse motor é um dos motores de quatro tempos mais eficientes já construídos.

Neste Tema, estudaremos os conceitos que respondem a essa pergunta explorando os ciclos termodinâmicos e a segunda lei da Termodinâmica. Por fim, estudaremos o ciclo de Carnot e sua importância e o conceito da grandeza entropia.

Ciclos termodinâmicos

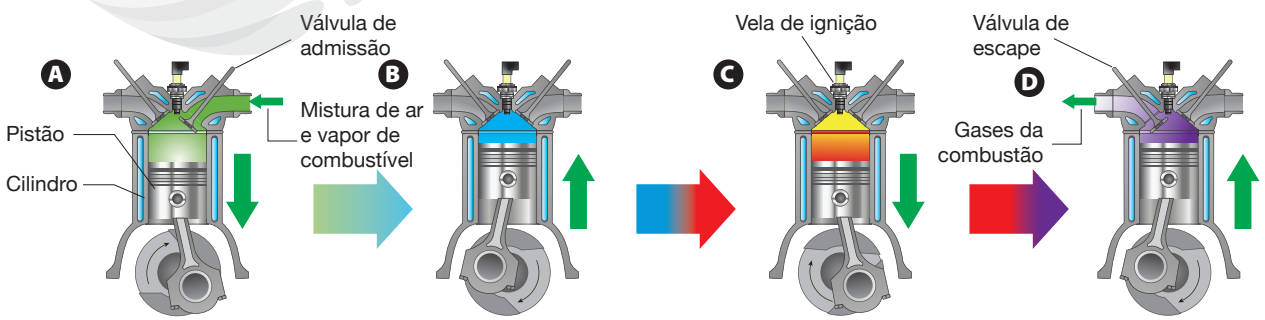
O motor a combustão de um automóvel, também conhecido como motor a explosão, funciona com base em um ciclo termodinâmico por meio da queima de um combustível e da geração de gás na câmara de combustão. Esse tipo de motor também é chamado de motor de quatro tempos, uma vez que ocorre num ciclo de quatro etapas:

1) Admissão: o pistão se move para baixo e a mistura de ar e vapor de combustível é injetada através de uma válvula de admissão (**Fig. 4.2 A**);

2) Compressão: o pistão se move para cima, comprimindo a mistura gasosa (**Fig. 4.2 B**);

3) Expansão: através de uma vela de ignição ocorre uma faísca, causando a explosão da mistura e empurrando o pistão para baixo (**Fig. 4.2 C**);

4) Exaustão: o pistão sobe e os gases da combustão são liberados pela válvula de escape (**Fig. 4.2 D**).



ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

Figura 4.2 Etapas de funcionamento de um motor de quatro tempos: **(A)** admissão, **(B)** compressão, **(C)** expansão e **(D)** exaustão.

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

O engenheiro alemão Nikolaus Otto (1832-1891) foi o primeiro a construir um motor com base nesse ciclo, hoje conhecido como **ciclo de Otto**.

No motor, os cilindros contêm os pistões, que se movem para cima e para baixo devido à compressão e à expansão da mistura de ar e vapor de combustível. O movimento repetido dos pistões faz as rodas girarem e o veículo se deslocar. Para que isso aconteça, parte do gás é expelida pelo escapamento e a operação se reinicia dentro dos pistões ao fim de cada operação, ou seja, ocorre uma transformação cíclica.

Um **ciclo termodinâmico** é realizado quando um gás parte de um estado inicial e retorna a esse mesmo estado após uma sequência de transformações, ou seja, as variáveis pressão, volume e temperatura do estado inicial coincidem com as do estado final.

Como a temperatura inicial e final de um ciclo não muda em uma transformação cíclica, a variação de energia interna é nula, ou seja:

$$\Delta U_{ciclo} = 0$$

Assim, o trabalho total realizado é igual ao calor total trocado com o meio. Por ser um ciclo, o trabalho total realizado é a soma do trabalho de cada uma das transformações que compõem o ciclo. O mesmo vale para o calor total trocado em um ciclo, ou seja, ele é a soma das quantidades de calor trocadas em cada transformação do ciclo.

Em um gráfico de pressão em função do volume, também chamado de diagrama *pV*, como o da **Figura 4.3**, a área embaixo das curvas, que correspondem a uma dada transformação, é numericamente igual ao trabalho envolvido. Note que o módulo do trabalho realizado pelo gás na transformação *AB* (**Fig. 4.3**) é maior que o realizado na transformação *CD* (**Fig. 4.4**). Já nas transformações *BC* e *DA*, nenhum trabalho é realizado, pois a transformação é isovolumétrica.

Figura 4.3 Diagrama *pV* de uma transformação isobárica (*AB*) seguida de uma transformação isovolumétrica (*BC*)

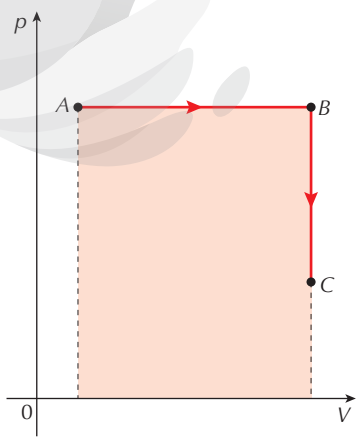
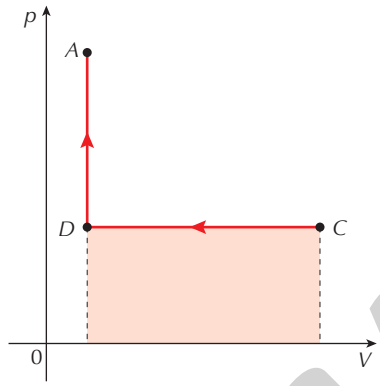
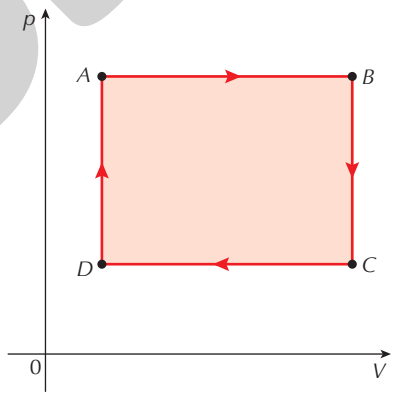


Figura 4.4 Diagrama *pV* de uma transformação isobárica (*CD*) seguida de uma transformação isovolumétrica (*DA*)



Comparando os valores numéricos, percebemos que o trabalho na transformação *AB* é positivo, pois ocorre uma expansão. Na transformação *CD*, o valor numérico do trabalho é negativo, pois ocorre uma compressão. Desse modo, notamos que o trabalho total realizado durante o ciclo *ABCDA* é numericamente igual ao valor da área compreendida pelo retângulo apresentado na **Figura 4.5**.

Figura 4.5 Diagrama *pV* de uma transformação cíclica



Se o ciclo termodinâmico for percorrido em **sentido horário**, como mostra a **Figura 4.6**, o trabalho que o gás realiza na expansão tem módulo maior que o trabalho recebido pelo gás na compressão e, por isso, o trabalho total no ciclo é positivo ($\mathcal{T} > 0$). Como a quantidade de calor trocada, *Q*, é igual ao trabalho total realizado, ambos têm sempre o mesmo sinal. Assim, podemos dizer que o gás recebe calor do meio ($Q > 0$) e realiza trabalho sobre o meio, ou seja, há uma **conversão de calor (energia térmica) em trabalho (energia mecânica)**. Os dispositivos que fazem essa conversão são conhecidos como **máquinas térmicas**.

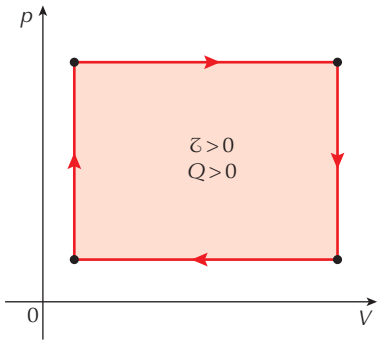
Locomotivas a vapor, motores a combustão de veículos e usinas termoelétricas são exemplos de máquinas térmicas.

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

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

MODERNA

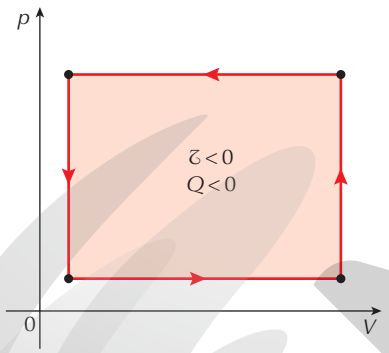
Figura 4.6 Diagrama *pV* de uma transformação cíclica no sentido horário



Se o ciclo termodinâmico se desenvolver no **sentido anti-horário**, como mostra a **Figura 4.7**, o trabalho total será negativo ($\tau < 0$), pois o trabalho realizado sobre o gás durante a compressão é negativo e tem módulo maior que o trabalho realizado pelo gás durante sua expansão. Assim, o gás recebe trabalho do meio ($\tau < 0$) e fornece calor para o meio ($Q < 0$). Há, portanto, **conversão de trabalho, na forma de energia mecânica**, em **calor, na forma de energia térmica**.

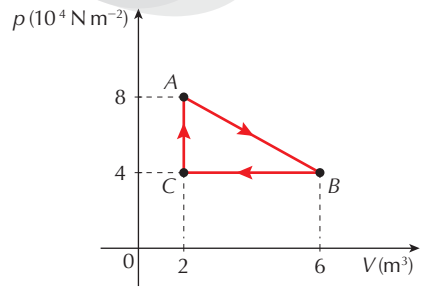
Dispositivos que fazem esse tipo de conversão são chamados de **máquinas frigoríficas**. Geladeiras e *freezers* são exemplos de máquinas frigoríficas.

Figura 4.7 Diagrama *pV* de uma transformação cíclica no sentido anti-horário



Vejamos um exemplo no qual uma máquina térmica opera em transformações cíclicas de um gás ideal segundo o diagrama *pV* mostrado na **Figura 4.8**.

Figura 4.8 Diagrama *pV* de uma transformação cíclica

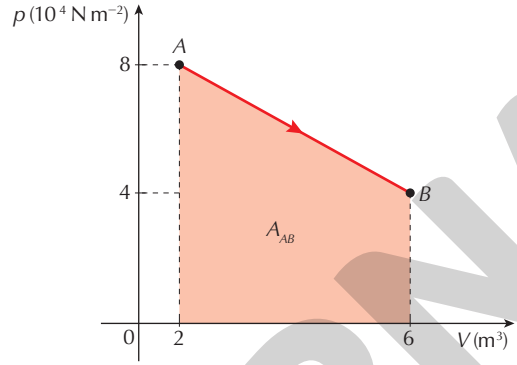


ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

Qual é o trabalho realizado nas transformações *AB*, *BC* e *CA*? E quais são o trabalho realizado e a quantidade de calor trocada em um ciclo?

O trabalho realizado na transformação *AB* é numericamente igual à área abaixo da curva correspondente à transformação, como indicado no gráfico da **Figura 4.9**.

Figura 4.9 Transformação *AB* no diagrama *pV*



O valor do trabalho é positivo, pois ocorre uma expansão; portanto, temos:

$$\tau_{AB} \overset{N}{=} A_{AB} \Rightarrow \tau_{AB} = \frac{(8 + 4) \cdot 10^4 \text{ N m}^{-2} \cdot 4 \text{ m}^3}{2} \Rightarrow$$

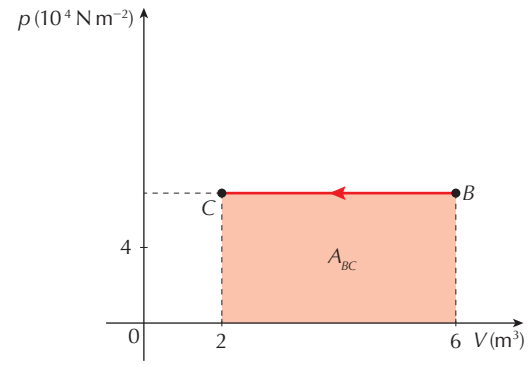
$$\Rightarrow \tau_{AB} = 24 \cdot 10^4 \text{ N m}$$

Lembrando que 1 N m = 1 J, temos:

$$\tau_{AB} = 24 \cdot 10^4 \text{ J}$$

O trabalho na transformação *BC* também é numericamente igual à área abaixo da curva, como mostrado na **Figura 4.10**.

Figura 4.10 Transformação *BC* no diagrama *pV*



O valor do trabalho é negativo, pois ocorre uma contração; portanto, temos:

$$\tau_{BC} \overset{N}{=} A_{BC} \Rightarrow \tau_{BC} = -4 \cdot 10^4 \text{ N m}^{-2} \cdot 4 \text{ m}^3$$

$$\therefore \tau_{BC} = -16 \cdot 10^4 \text{ J}$$

Na transformação *CA*, nenhum trabalho é realizado, já que não há variação de volume; logo:

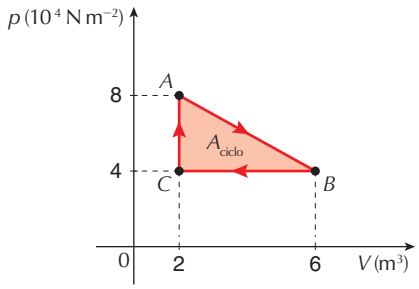
$$\tau_{CA} = 0$$

MODERNA

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

O trabalho realizado em um ciclo é numericamente igual à área destacada na **Figura 4.11** e positivo, pois o ciclo se desenvolve no sentido horário.

Figura 4.11 Diagrama *pV* da transformação cíclica *ABC*



$$\mathcal{C}_{ciclo} \overset{N}{=} A_{ciclo} \Rightarrow \mathcal{C}_{ciclo} = \frac{4 \cdot 10^4 \text{ N m}^{-2} \cdot 4 \text{ m}^3}{2}$$

$$\therefore \mathcal{C}_{ciclo} = 8 \cdot 10^4 \text{ J}$$

Como em um ciclo não há variação de energia interna ($\Delta U = 0$), pela primeira lei da Termodinâmica, temos:

$$\mathcal{C}_{ciclo} = Q_{ciclo} \therefore Q_{ciclo} = 8 \cdot 10^4 \text{ J}$$

Segunda lei da Termodinâmica

Sabemos que um cubo de gelo derrete quando deixado em um copo vazio. No entanto, o contrário não ocorre, ou seja, um cubo de gelo derretido não volta à forma original sem que haja interferência externa. Da mesma forma, também não é esperado que dois objetos em contato e em equilíbrio térmico, isto é, com a mesma temperatura, voltem de forma natural à situação anterior à do equilíbrio térmico, quando um estava mais frio ou mais quente que o outro. Esses são exemplos de sistemas que não podem retornar espontaneamente à situação inicial e que caracterizam processos naturais chamados de **irreversíveis**.

Apesar de essas situações não ocorrerem de forma inversa, ou seja, o gelo derretido voltar à forma original ou os objetos voltarem a ter temperaturas diferentes sem interferência externa, elas são situações permitidas se considerarmos somente a primeira lei da Termodinâmica.

Assim, temos a segunda lei da Termodinâmica, que explica como os processos naturais devem ocorrer na natureza. A segunda lei foi enunciada pelo físico alemão Rudolf Clausius (1822-1888) e diz:

É impossível construir um dispositivo que, sem interferência externa, transfira calor espontaneamente de um corpo de menor temperatura a um corpo de maior temperatura.

Com base no enunciado acima, estabeleceu-se uma relação com as máquinas térmicas para indicar que é impossível construir uma máquina térmica ideal. O físico britânico William Thomson, mais conhecido como Lorde Kelvin (1824-1907), e o físico alemão Max Planck (1858-1947) propuseram outro enunciado para a segunda lei da Termodinâmica:

É impossível que uma máquina térmica operando em ciclos remova a energia de um sistema e a converta integralmente em trabalho.

De acordo com essa afirmação, é impossível construir uma máquina que atinja 100% de rendimento.

Rendimento e eficiência

Para compreendermos o conceito de rendimento e eficiência, vamos considerar uma máquina térmica que recebe uma quantidade de calor (Q_1) de uma fonte quente e converte parcialmente essa energia em trabalho ($\mathcal{C}$). Uma parte do calor é rejeitada (Q_2), sendo transferida para uma fonte fria, como mostra a **Figura 4.12**.

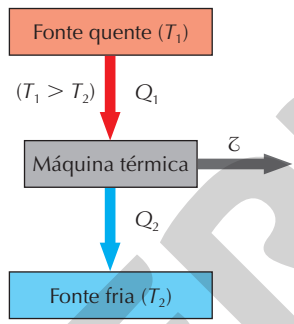


Figura 4.12 A fonte quente fornece uma quantidade de calor (Q_1) para a máquina térmica, que a converte parcialmente em trabalho ($\mathcal{C}$), e cede uma quantidade de calor (Q_2) para a fonte fria.

Dizemos que a conversão de energia é parcial porque, de acordo com a segunda lei da Termodinâmica, uma máquina térmica operando em ciclos não pode remover a energia de um sistema e convertê-la integralmente em trabalho. Para quantificarmos essa conversão, utilizamos uma grandeza adimensional conhecida como **rendimento** (η), que é definida como a razão entre o trabalho realizado pela máquina ($\mathcal{C}$) e a quantidade de calor fornecida pela fonte (Q_1):

$$\eta = \frac{\mathcal{C}}{Q_1}$$

A expressão obtida para o rendimento também pode ser expressa em função das quantidades de calor Q_1 e Q_2, já que o trabalho realizado pela máquina térmica é dado pela diferença entre as quantidades de calor da fonte quente e da fonte fria ($\mathcal{C} = Q_1 - Q_2$); portanto:

$$\eta = \frac{\mathcal{C}}{Q_1} \Rightarrow \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \therefore \eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Vejamos o exemplo de uma máquina térmica que recebe a cada ciclo 600 J de uma fonte quente e rejeita 282 J para uma fonte fria. Qual é o rendimento dessa máquina?

Primeiramente, vamos calcular o trabalho realizado, que é dado pela diferença entre as quantidades de calor das fontes quente e fria.

$$\mathcal{C} = Q_1 - Q_2 \Rightarrow \mathcal{C} = 600 \text{ J} - 282 \text{ J} \therefore \mathcal{C} = 318 \text{ J}$$

Então, com base na definição de rendimento, temos:

$$\eta = \frac{\mathcal{C}}{Q_1} \Rightarrow \eta = \frac{318 \text{ J}}{600 \text{ J}} \therefore \eta = 0{,}53 = 53\%$$

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

EM MODERNA

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

Em relação à máquina frigorífica, ela transfere calor de uma fonte fria para uma fonte quente ao receber trabalho de uma fonte externa, ou seja, converte trabalho em calor. Então, podemos dizer que uma máquina frigorífica retira uma quantidade de calor (Q_2) da fonte fria e rejeita para a fonte quente uma quantidade de calor (Q_1), que é igual à soma da quantidade de calor Q_2 com o trabalho externo $\mathcal{C}$, ou seja, $Q_1 = \mathcal{C} - Q_2$ (**Fig. 4.13**).

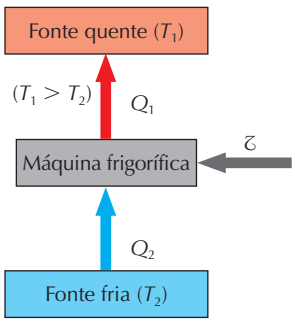


Figura 4.13 Ao receber trabalho de uma fonte externa, a máquina frigorífica transfere uma quantidade de calor (Q_1) a uma fonte quente, após retirar uma quantidade de calor (Q_2) de uma fonte fria.

Isso parece contrariar o sentido natural da transferência de calor de um corpo mais quente para outro mais frio, porém a transferência não ocorre de maneira espontânea, sendo necessária uma fonte externa que forneça trabalho para realizar o resfriamento. Em geladeiras, por exemplo, o dispositivo responsável por fornecer trabalho é chamado de compressor (**Fig. 4.14**).

YEVGENIY11/SHUTTERSTOCK

Figura 4.14 O dispositivo preto é o compressor de uma geladeira.

Para uma máquina frigorífica, em vez de rendimento, definimos a **eficiência** (e) da máquina como a razão entre a quantidade de calor Q_2, retirada da fonte fria, e o trabalho externo $\mathcal{C}$; assim:

$$e = \frac{Q_2}{\mathcal{C}}$$

Note que o valor da eficiência e pode ser maior que 1, diferentemente do rendimento da máquina térmica.

Considere, por exemplo, um compressor de uma geladeira que retira 200 J do *freezer* e cede para o meio 250 J a cada ciclo. O trabalho fornecido pelo compressor à geladeira será:

$$\mathcal{C} = Q_1 - Q_2 \Rightarrow \mathcal{C} = 250\ \text{J} - 200\ \text{J} \therefore \mathcal{C} = 50\ \text{J}$$

Então, com base na definição de eficiência, temos:

$$e = \frac{Q_2}{\mathcal{C}} \Rightarrow e = \frac{200\ \text{J}}{50\ \text{J}} \therefore e = 4$$

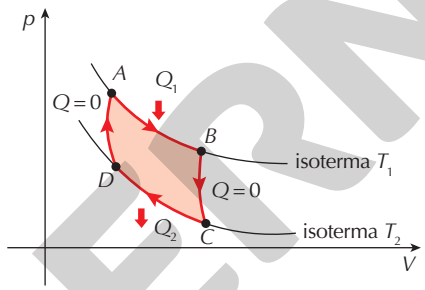
ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

Ciclo de Carnot

Vimos que é impossível construir uma máquina térmica que tenha 100% de rendimento. No entanto, qual é o rendimento máximo que uma máquina térmica pode atingir? O engenheiro francês Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796-1832) formulou em 1824 uma sequência de transformações gasosas que formam um ciclo reversível, ou seja, podem ser realizadas tanto em um sentido quanto em outro com máximo rendimento. Esse ciclo ficou conhecido como **ciclo de Carnot**, e chamamos de **máquina de Carnot** a máquina hipotética que segue este ciclo.

O ciclo de Carnot é formado por duas transformações isotérmicas (*AB* e *CD*) e alternadas com duas transformações adiabáticas (*BC* e *DA*), como indica a **Figura 4.15**.

Figura 4.15 Ciclo de Carnot



No ciclo de Carnot, as quantidades de calor trocadas com a fonte fria (Q_2), que está à temperatura T_2, e com a fonte quente (Q_1), que está à temperatura T_1, são proporcionais.

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{Q_1}{Q_2}$$

Aplicando essa relação de proporcionalidade na expressão para o rendimento de uma máquina térmica, o rendimento da máquina de Carnot é dado por:

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \therefore \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Analisando a expressão obtida, percebemos que o rendimento de uma máquina de Carnot depende apenas das temperaturas absolutas das fontes quente e fria. Além disso, quanto maior a diferença de temperatura entre as fontes, maior será o rendimento da máquina de Carnot. Note que, para obter um rendimento de 100%, o valor de T_2 deveria ser o zero absoluto, ou seja, a fonte fria deveria estar a 0 K. Porém, como pela segunda lei da Termodinâmica não há máquinas térmicas com rendimentos de 100%, o zero absoluto é, pela teoria, impossível de ser atingido.

O ciclo de Carnot é um ciclo idealizado, hipotético. Isto é, não é possível desenvolver uma máquina que tenha transformações perfeitamente adiabáticas e outras perfeitamente isotérmicas. Como exemplo das limitações, as transformações isotérmicas ocorrem de forma muito lenta; logo, a velocidade de um veículo que utilizasse o ciclo de Carnot em vez do ciclo de Otto seria tão ou mais lenta do que a de um pedestre.

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

MODERNA

Considere, por exemplo, uma máquina térmica que opera de acordo com o ciclo de Carnot entre uma fonte com temperatura de 520 K e uma fonte a 650 K.

Então, considerando o rendimento de um ciclo de Carnot, temos:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{520\,K}{650\,K} \therefore \eta = 0{,}2 = 20\%$$

Entropia

Imagine dois reservatórios de gás interligados por uma válvula, um deles com gás e o outro em vácuo (**Fig. 4.16**). Ao abrir a válvula, a tendência natural é que o gás ocupe todo o espaço dos dois reservatórios. Portanto, não existe uma tendência natural e espontânea que faça o gás ficar restrito a um dos reservatórios, a não ser que haja energia externa. Ou seja, o esperado é que um sistema mais ordenado, como os reservatórios separados, atinja um estado menos ordenado, e não o contrário.

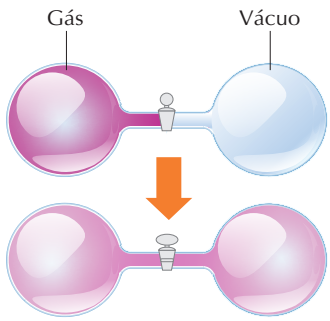


Figura 4.16 Processo de expansão de um gás em dois reservatórios.

Processos assim são chamados de **irreversíveis**. Pode-se dizer que todos os fenômenos da natureza são irreversíveis, pois a energia útil neles disponível para a realização de trabalho tende sempre a diminuir, ou seja, processos reversíveis são idealizações que não ocorrem na natureza, nem de maneira espontânea. Assim, em qualquer sistema ou fenômeno sempre há perda de energia útil.

Clausius, no início da segunda metade do século XIX, definiu a grandeza **entropia** como uma característica intrínseca de qualquer sistema e que aumenta à medida que a desordem dos fenômenos aumenta (**Fig. 4.17**). Como todos os fenômenos naturais têm a tendência de alcançar um estado de menor ordenação, dizemos que existe uma tendência ao aumento da entropia no Universo.

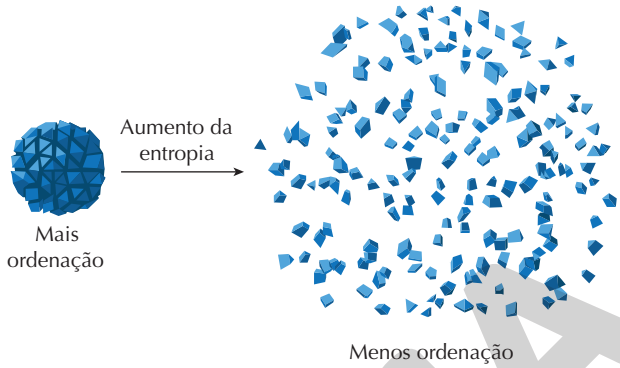


Figura 4.17 A entropia aumenta conforme a desordem dos fenômenos também aumenta.

A variação de entropia ΔS envolvida em um processo muito lento é matematicamente definida pela razão entre a quantidade de calor Q trocada no processo e a temperatura absoluta T em que esse processo ocorre; portanto:

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a variação de entropia é expressa por $J\ K^{-1}$. Note que a variação da entropia entre um estado final e um estado inicial sempre deve ser positiva, pois é uma grandeza que aumenta com o tempo.

Fique por dentro

Vídeos com demonstrações de experimentos de Física térmica para o Ensino Médio

Nos endereços da internet, você encontrará vídeos que vão auxiliá-lo na compreensão dos conceitos de fenômenos reversíveis e irreversíveis, entropia e transformação de calor em trabalho.

Disponíveis em: <https://www.youtube.com/watch?v=BkaGlH0Rj5M&feature=youtu.be>; <https://www.youtube.com/watch?v=M7MUrUXwAVU&feature=youtu.be>; <https://www.youtube.com/watch?v=YwyqluW7NTc&feature=youtu.be>.

Acesso em: 10 set. 2020.

Atividades

Registre em seu caderno

1. A respeito do ciclo de Carnot, quais alternativas estão certas? Corrija no caderno as sentenças que estiverem erradas.
   a) Na compressão adiabática, a energia interna do gás diminui.
   b) Na expansão isotérmica, o gás não recebe calor das fontes.
   c) Na expansão adiabática, a temperatura do gás diminui.
   d) Na compressão isotérmica, o trabalho é positivo.
   e) Na compressão isotérmica, a variação de energia interna do gás não é nula.
2. Qual seria o rendimento de uma máquina térmica se seus reservatórios estivessem à mesma temperatura? E se a fonte fria estivesse a 0 K?
3. Qual é o rendimento máximo possível para uma máquina térmica cuja fonte quente está à temperatura de 2.700 K e a fonte fria a 270 K?

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

MODERNA

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

4. Determine o trabalho realizado por uma máquina de Carnot que recebe 1.000 J de calor de uma fonte quente e trabalha com temperaturas de 400 K e 700 K.

5. (Enem) Até 1824 acreditava-se que as máquinas térmicas, cujos exemplos são as máquinas a vapor e os atuais motores a combustão, poderiam ter um funcionamento ideal. Sadi Carnot demonstrou a impossibilidade de uma máquina térmica, funcionando em ciclos entre duas fontes térmicas (uma quente e outra fria), obter 100% de rendimento.

Tal limitação ocorre porque essas máquinas

a) realizam trabalho mecânico.

b) produzem aumento da entropia.

c) utilizam transformações adiabáticas.

d) contrariam a lei da conservação de energia.

e) funcionam com temperatura igual à da fonte quente.

6. (Enem) A refrigeração e o congelamento de alimentos são responsáveis por uma parte significativa do consumo de energia elétrica numa residência típica. Para diminuir as perdas térmicas de uma geladeira, podem ser tomados alguns cuidados operacionais:

I. Distribuir os alimentos nas prateleiras deixando espaços vazios entre eles, para que ocorra a circulação do ar frio para baixo e do quente para cima.

II. Manter as paredes do congelador com camada bem espessa de gelo, para que o aumento da massa de gelo aumente a troca de calor no congelador.

III. Limpar o radiador ("grade" na parte de trás) periodicamente, para que a gordura e a poeira que nele se depositam não reduzam a transferência de calor para o ambiente.

Para uma geladeira tradicional é correto indicar, apenas:

a) a operação I.

b) a operação II.

c) as operações I e II.

d) as operações I e III.

e) as operações II e III.

7. De acordo com a segunda lei da Termodinâmica, "não pode existir um processo cujo único resultado seja a transferência de calor de uma fonte fria para outra mais quente". Como um aparelho de ar-condicionado pode funcionar sem violar essa lei?

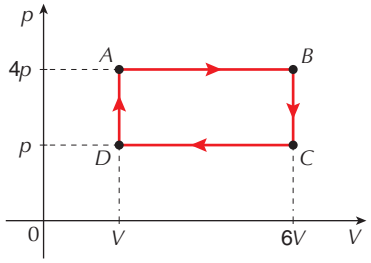
8. Suponha uma máquina térmica que funciona realizando o ciclo de Carnot entre as temperaturas de 300 K e 500 K. São obtidos 100 J de trabalho útil da máquina por ciclo. Calcule:

a) seu rendimento;

b) a quantidade de calor recebida da fonte quente por ciclo;

c) a quantidade de calor rejeitada para a fonte fria por ciclo.

9. Um ciclo termodinâmico de um gás ideal está representado no diagrama *pV* a seguir:



NELSON MATSUDA

a) O trabalho é realizado pelo gás ou sobre o gás? Por quê?

b) Calcule o trabalho ocorrido durante o ciclo em função de *p* e *V*.

10. (Enem) "Aumentar a eficiência na queima de combustível dos motores a combustão e reduzir suas emissões de poluentes é a meta de qualquer fabricante de motores. É também o foco de uma pesquisa brasileira que envolve experimentos com plasma, o quarto estado da matéria e que está presente no processo de ignição. A interação da faísca emitida pela vela de ignição com as moléculas de combustível gera o plasma que provoca a explosão liberadora de energia que, por sua vez, faz o motor funcionar."

Disponível em: <https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=queima-combustivel-motores&id=010170100722#.X0g_d36SnZQ>. Acesso em: 22 jul. 2010 (adaptado).

No entanto, a busca da eficiência referenciada no texto apresenta como fator limitante:

a) o tipo de combustível, fóssil, que utilizam. Sendo um insumo não renovável, em algum momento estará esgotado.

b) um dos princípios da Termodinâmica, segundo o qual o rendimento de uma máquina térmica nunca atinge o ideal.

c) o funcionamento cíclico de todos os motores. A repetição contínua dos movimentos exige que parte da energia seja transferida ao próximo ciclo.

d) as forças de atrito inevitável entre as peças. Tais forças provocam desgastes contínuos que com o tempo levam qualquer material à fadiga e ruptura.

e) a temperatura em que eles trabalham. Para atingir o plasma, é necessária uma temperatura maior que a de fusão do aço com que se fazem os motores.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

MODERNA

TEMA 5

Combustíveis fósseis e chuva ácida

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6
Habilidades: EM13CNT106; EM13CNT206; EM13CNT301; EM13CNT306; EM13CNT309

Diversas atividades do nosso cotidiano ainda dependem da energia obtida de combustíveis fósseis, em especial derivados do petróleo, carvão mineral e gás natural. Embora essencial para o progresso e desenvolvimento de uma nação, o uso dessas fontes não renováveis contribui para intensificar a poluição, principalmente a atmosférica. A emissão de gases que agravam o efeito estufa e contribuem para a chuva ácida é um exemplo da poluição causada pela queima desses combustíveis. Desse modo, conhecer a linguagem química, as reações e as propriedades (físicas e químicas) das substâncias que compõem esses materiais ajuda a compreender fenômenos que vão da formação, obtenção e aplicações até as questões socioambientais, econômicas e políticas relativas à dependência mundial desses combustíveis (**Fig. 5.1**) e a necessidade de alternativas energéticas.

Fique por dentro

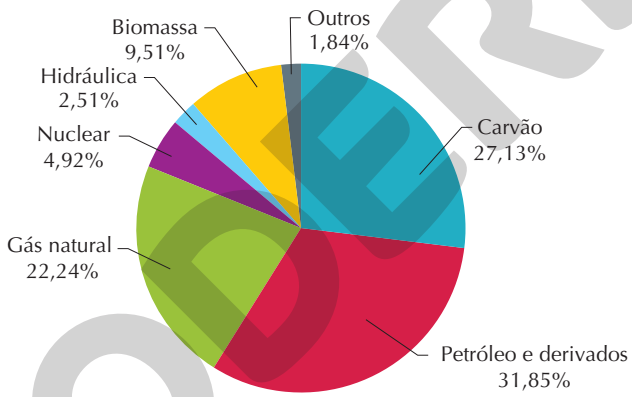
Exploração de petróleo em alto-mar

Esse *site* da Petrobras apresenta um infográfico com algumas características dos diferentes tipos de plataformas empregadas na extração de petróleo em alto-mar.

Disponível em: <https://petrobras.com.br/infograficos/tipos-de-plataformas/desktop/index.html>. Acesso em: 30 jul. 2020.

ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 5.1 Matriz energética mundial em 2017



Fonte consultada: INTERNATIONAL Energy Agency (IEA). *Data and statistics*. Total primary energy supply, 2017. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=Coal%20production%20by%20type>. Acesso em: 30 jul. 2020.

ARQUIVO ARTUR NEIVA/CPDOC FGV

Figura 5.2 Primeiro poço de petróleo do Brasil (Lobato, BA, 1939).

Principais fontes não renováveis de combustíveis

Segundo a **Figura 5.1**, a fonte não renovável mais utilizada mundialmente é o **petróleo**. De acordo com a teoria mais aceita atualmente, o petróleo se origina inicialmente da lenta degradação, feita por bactérias anaeróbicas, de detritos orgânicos oriundos de organismos aquáticos, vegetais e animais, seguida pelo processo de fossilização que envolve transformações químicas complexas relacionadas com altas temperaturas e pressões, ao longo de milhões de anos. A matéria orgânica decomposta foi coberta por sedimentos, que mais tarde se transformaram em rochas sedimentares, como calcário e arenito. O material resultante (petróleo, gás natural e água), agora fossilizado, permanece armazenado nas rochas permeáveis, formando as jazidas que hoje são exploradas comercialmente. A idade de uma jazida pode variar de 10 milhões a 400 milhões de anos.

Embora se forme em camadas subterrâneas, o petróleo também pode aflorar na superfície. No Brasil, em 1939 foi perfurado o primeiro poço de petróleo, no município de Lobato, na Bahia (**Fig. 5.2**). Apesar de a extração desse poço não ter sido bem-sucedida, ele foi fundamental para o desenvolvimento da atividade petrolífera nacional. Além de seu uso como fonte de energia, o petróleo também é fonte de matéria-prima para a indústria.

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

MODERNA

Os conceitos essenciais que envolvem a representação dos elétrons na camada de valência proposta por Lewis e as ligações químicas covalentes são discutidos na Unidade **Explorando o Universo e a vida**. Com base na **Tabela 5.1**, sugerimos que se apresentem apenas algumas aplicações desses hidrocarbonetos neste momento.

A palavra "carbono" vem do latim *carbo*, que significa "carvão". Há dois tipos de carvão, o vegetal e o mineral. O **carvão vegetal** é produzido da combustão incompleta de biomassa e pode ser utilizado na obtenção de energia e em sistemas de purificação. O **carvão mineral** é uma rocha sedimentar que provavelmente foi formada de vegetais soterrados por sedimentos em ambientes praticamente isentos de gás oxigênio e submetidos a altas pressões e temperaturas por milhões de anos. Com o passar do tempo, a matéria foi transformada em carvão, ou seja, em produtos com teor de carbono cada vez maior. As características do carvão mineral dependem de fatores como tipo da matéria vegetal que o formou, clima e tempo de formação. No Brasil, as condições geológicas descritas se verificaram com mais intensidade na região Sul, onde se concentram nossas jazidas; no entanto, contamos com menos de 1% do carvão mineral conhecido no mundo. O carvão brasileiro foi formado no período Permiano e sua existência é conhecida desde 1827, mas somente após a Segunda Guerra Mundial sua exploração se tornou relevante. Assim como o petróleo, o carvão mineral é importante para a economia por ser fonte de matéria-prima e de energia (**Fig. 5.3**).

JAROMIR CHALABALA/SHUTTERSTOCK

Figura 5.3 Foto de uma pedra de carvão mineral retirada de uma mina (República Tcheca).

Outra fonte não renovável importante é o **gás natural**, que pode ser encontrado associado ou não às jazidas de petróleo. Ele é usado principalmente como fonte de energia em usinas termoelétricas e indústrias (**Fig 5.4**).

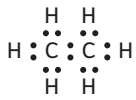
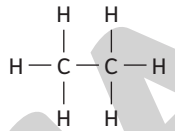
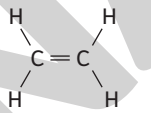
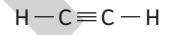
KAUKA JARVI/SHUTTERSTOCK

Figura 5.4 Instalações de uma usina termoelétrica que usa como combustível gás natural (Barcelona, 2020).

Hidrocarbonetos e suas formas de representação

Os combustíveis fósseis apresentados contêm substâncias cujas moléculas são formadas apenas por átomos de carbono e de hidrogênio, os **hidrocarbonetos**. A **Tabela 5.1** mostra alguns exemplos dessas substâncias, representadas de diferentes formas. As fórmulas moleculares, embora também sejam utilizadas em Química Orgânica, têm uso limitado, já que não evidenciam as semelhanças e diferenças estruturais necessárias à compreensão das propriedades físicas e reatividade dos compostos orgânicos, diferentemente das representações associadas à fórmula de Lewis e à fórmula estrutural plana.

Tabela 5.1 Diferentes fórmulas químicas para alguns hidrocarbonetos

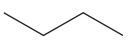
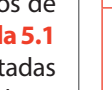
Nome da substância e fórmula molecular	Fórmula de Lewis	Fórmula estrutural plana
Etano C_2H_6		
Eteno C_2H_4		
Etino C_2H_2		

Observe que, em todos os casos apresentados na tabela, há quatro pares de elétrons compartilhados para cada átomo de carbono, ou seja, quatro ligações químicas covalentes (o carbono é tetravalente). No entanto, elas podem se distribuir de três maneiras diferentes:

- ligações simples (como a ligação entre os átomos de carbono no etano);
- ligações duplas (como as ligações entre os átomos de carbono no eteno);
- ligações triplas (como as ligações entre os átomos de carbono no etino).

Uma característica peculiar do carbono é a sua capacidade de se ligar a outros átomos de carbono, formando estruturas chamadas **cadeias carbônicas**. A escolha da representação mais adequada deve ser feita de acordo com o que se deseja demonstrar – tipo de ligação química entre os átomos ou disposição espacial, por exemplo –, buscando-se sempre utilizar a forma mais simples possível. Veja mais alguns exemplos na **Tabela 5.2**.

Tabela 5.2 Tipos de fórmula estrutural plana de alguns hidrocarbonetos

Nome da substância	Fórmula estrutural plana parcialmente condensada	Fórmula estrutural plana simplificada
Propeno	$H_2C=CH-CH_3$	
Ciclopropeno		
Butano	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_3$	
Ciclobutano		

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

MODERNA

Na **fórmula estrutural plana** (**Tab. 5.1**), cada traço representa um par de elétrons compartilhado entre os átomos do composto. Como nesse tipo de representação todos os traços estão paralelos ao plano do papel, ele não considera o arranjo tridimensional dos átomos.

Na **fórmula estrutural plana parcialmente condensada**, são omitidas as ligações covalentes envolvendo os átomos de hidrogênio ligados a átomos de carbono ou a qualquer outro elemento químico. Para algumas moléculas ainda é possível escrever uma **fórmula estrutural plana totalmente condensada**, em que nenhuma ligação covalente é evidenciada. Veja a seguir o caso dos compostos de cadeia aberta (acíclica) apresentados na **Tabela 5.2**.

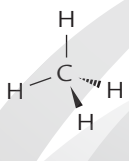
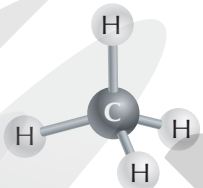
H_2CCHCH_3 — Propeno

$H_3C(CH_2)_2CH_3$ — Butano

Na **fórmula estrutural plana simplificada**, também chamada de fórmula de linha ou traço de ligação, é omitido o símbolo do elemento químico carbono, assim como dos átomos de hidrogênio ligados a ele. Nessa representação, cada vértice e, também, cada extremidade representam um átomo de carbono.

Além das fórmulas planas apresentadas, é comum que se utilizem algumas representações espaciais para as moléculas orgânicas (**Tab. 5.3**).

Tabela 5.3 Representações espaciais da molécula de metano (CH_4)

Fórmula estrutural estereoquímica	Modelo de esferas e bastões	Modelo de espaço preenchido
		

ADILSON SECCO

A **fórmula estrutural estereoquímica** indica a tridimensionalidade da molécula por meio das representações em forma de cunha cheia e de cunha tracejada para as ligações que se projetam para cima e para baixo do plano do papel, respectivamente. As ligações representadas por traços simples são aquelas paralelas ao plano do papel.

O **modelo de esferas e bastões** fornece informações sobre a disposição espacial dos átomos e os ângulos de ligação. As ligações são representadas por bastões e os átomos, por esferas.

No **modelo de espaço preenchido**, além da informação sobre o formato tridimensional da molécula, procura-se respeitar as proporções entre os volumes ocupados pelos átomos. Os átomos são representados por esferas interligadas.

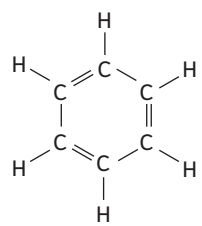
Se possível, construir com os **estudantes** algumas moléculas orgânicas utilizando materiais como palitos de dente e massa de modelar. Isso poderá realçar a capacidade de visualização tridimensional dos **estudantes**.

Hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos

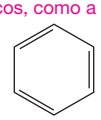
Os termos **alifático** e **aromático**, empregados desde o século XIX para classificar os hidrocarbonetos, referiam-se à origem dos compostos à época. Os alifáticos eram encontrados em óleos e gorduras (*aleiphar*, em grego) e os aromáticos, em óleos essenciais de odor agradável, provenientes de algumas plantas de utilidade medicinal. Considerando as fontes discutidas, o petróleo é rico em hidrocarbonetos alifáticos e aromáticos; o carvão, em hidrocarbonetos aromáticos e o gás natural, em hidrocarbonetos alifáticos gasosos.

Os hidrocarbonetos alifáticos podem ser de **cadeia aberta** ou de **cadeia fechada** (cíclica), como o butano e o ciclobutano, respectivamente. Eles também podem ser **saturados**, como o etano, ou **insaturados**, como o eteno e o etino. Essas características afetam a reatividade desses compostos. Em função de sua estrutura, os hidrocarbonetos alifáticos saturados são classificados em alcanos e cicloalcanos. Já os hidrocarbonetos alifáticos insaturados são classificados em alcenos e cicloalcenos, que se caracterizam pela presença de uma ligação dupla entre átomos de carbono, e em alcinos e cicloalcinos, que se caracterizam pela presença de uma ligação tripla.

Os hidrocarbonetos aromáticos incluem compostos cíclicos planos cujas estruturas eletrônicas fornecem grande estabilidade às moléculas. Um composto desse tipo é o **benzeno**, que apresenta cadeia fechada com seis átomos de carbono, onde a ligação entre esses átomos é representada por ligações simples e duplas alternadas. Entretanto, análises experimentais revelam que a distância entre os átomos de carbonos é igual em toda a estrutura. Em outras moléculas, é observado que a ligação simples é maior que a ligação dupla. Isso indica que, no anel benzênico, elétrons compartilhados apresentam certa mobilidade pela molécula, sendo chamados **elétrons deslocalizados**. Esse fenômeno é responsável por algumas características moleculares típicas apresentadas por compostos derivados do benzeno, como maior estabilidade termodinâmica em comparação aos compostos cíclicos correspondentes.



ou



Se julgar conveniente, apresente neste momento exemplos de outros compostos aromáticos, como a piridina e o naftaleno. Explique que o termo aromático não significa que esses compostos necessariamente têm odor.

A **Figura 5.5 A** mostra o mapa de potencial eletrostático do benzeno, no qual a coloração avermelhada indica a região de maior densidade eletrônica da molécula. A região destacada pela coloração vermelha está distribuída entre todos os átomos de carbono da molécula, revelando a presença de elétrons deslocalizados e explicando a similaridade do comprimento apresentado pelas ligações entre eles. Para indicar essa característica, a estrutura do

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

SOBERANA

benzeno pode ser representada por um círculo inscrito num hexágono (**Fig. 5.5 B**).

LUIZ RUBIO

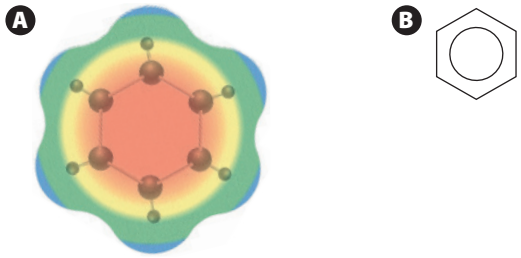


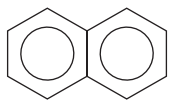
Figura 5.5 **(A)** Mapa de potencial eletrostático. (Imagem sem escala; cores-fantasia.) **(B)** Fórmula estrutural plana simplificada do benzeno.

Obtenção de hidrocarbonetos

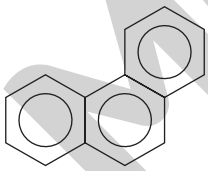
O gás natural é uma mistura que apresenta como principais constituintes o metano (CH_4), o etano (C_2H_6) e o propano (C_3H_8), sendo o metano o componente majoritário, com teor acima de 70% em volume. O gás natural normalmente não passa por processos de separação de misturas, sendo empregado diretamente como combustível em automóveis, residências e indústrias.

Os compostos aromáticos vêm principalmente do **alcatrão** (**Fig. 5.6**), mistura que pode ser obtida por meio da **pirólise** (destilação seca) do carvão vegetal ou de um tipo de carvão mineral denominado **hulha**. Além do benzeno, são encontrados no alcatrão os chamados hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, como o naftaleno e o fenantreno.

MARTYN F. CHILLMAID/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA



Naftaleno
(Naftalina)



Fenantreno

Figura 5.6 O alcatrão é um líquido escuro e viscoso composto de um número muito grande de substâncias. A direita estão representadas as moléculas do Naftaleno e Fenantreno, compostos que também são extraídos do alcatrão.

Refino e craqueamento do petróleo

A maioria dos hidrocarbonetos, no entanto, é obtida direta ou indiretamente do petróleo. Depois da extração, o petróleo é encaminhado às refinarias, quase sempre através de oleodutos e sistemas de bombeamento. Ao chegar às refinarias, ele é armazenado em tanques, de onde parte para ser processado.

Na refinaria, o petróleo é aquecido em um forno até cerca de 400 °C, temperatura em que é parcialmente vaporizado, sendo, em seguida, direcionado para uma **coluna de fracionamento** (coluna de destilação fracionada), composta de várias seções na forma de bandejas.

As primeiras frações do petróleo destilado, recolhidas no topo da coluna, correspondem aos compostos mais voláteis. As frações de maior temperatura de ebulição permanecem ainda líquidas no fundo da coluna. Veja na **Figura 5.7** a composição típica das frações obtidas na destilação fracionada do petróleo.

Se possível, resgate os conceitos sobre mistura homogênea e destilação fracionada e a importância da coluna de fracionamento e do controle da temperatura.

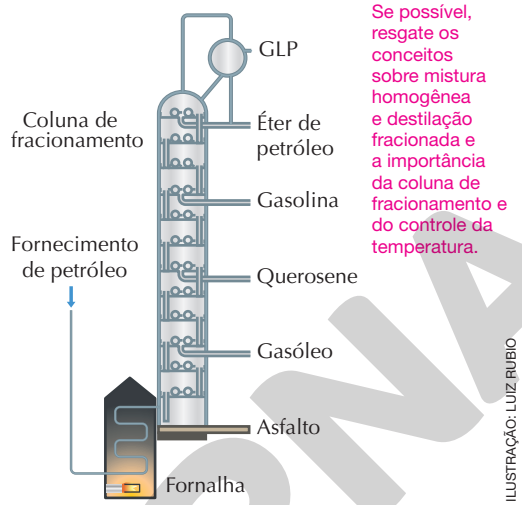


ILUSTRAÇÃO: LUIZ RUBIO

Fonte consultada: BRUICE, P. Y. *Química Orgânica*. 4. ed. São Paulo: Pearson Education, 2003.

Figura 5.7 Representação esquemática simplificada em corte de torre de destilação fracionada de petróleo. As frações indicadas correspondem às da **Tabela 5.4**. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Cada fração do petróleo é ainda uma mistura de hidrocarbonetos de composição variável, como mostra a **Tabela 5.4**.

Tabela 5.4 Composição típica das frações obtidas na coluna de fracionamento do petróleo

Número de átomos de carbono na molécula de hidrocarboneto	Temperatura de ebulição (°C) a 1 atm	Frações
C_1-C_4	< 30	Gás liquefeito de petróleo (GLP), gás natural, metano, propano, butano
C_5-C_7	20-100	Éter de petróleo ($C_{5,6}$), ligroína (C_7)
C_5-C_{10}	40-200	Gasolina
C_{12}-C_{15}	200-300	Querosene, óleo de aquecedores
C_{15}-C_{25}	300-400	Gasóleo, óleo diesel, óleo lubrificante, graxas, asfalto
> C_{25}	> 400	Óleo residual, parafina, asfalto (piche)

Fontes consultadas: VOLLHARDT, P.; SHORE, N. *Química orgânica*: estrutura e função. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013; SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. *Organic Chemistry*. 10. ed. Nova York: John Wiley & Sons, Inc., 2011.

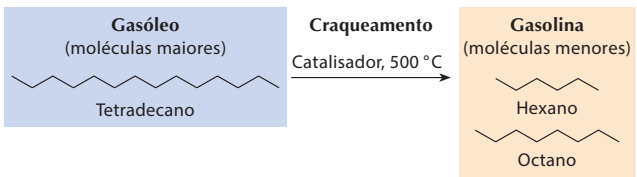
A análise da **Tabela 5.4** nos permite verificar que há uma relação entre a quantidade de átomos de carbono presentes nas moléculas dos hidrocarbonetos componentes e a temperatura de ebulição da mistura: quanto maior o número

MODERNA

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

de átomos de carbono, mais elevada é a temperatura de ebulição. As frações formadas de moléculas menores, ou seja, com menos átomos de carbono, são chamadas **frações leves** e são obtidas na parte superior da coluna de fracionamento (GLP e gasolina, por exemplo). Já as **frações pesadas** são formadas por moléculas maiores e correspondem às substâncias de maior temperatura de ebulição e são obtidas nos níveis mais baixos da coluna de fracionamento (óleo lubrificante, por exemplo). Os resíduos da coluna de fracionamento fornecem materiais como o asfalto, para pavimentação, e as parafinas, para a confecção de velas, por exemplo.

Outro método de obtenção de hidrocarbonetos é o **craqueamento** do petróleo (do inglês *cracking*, que significa "quebra"). Ele consiste na quebra de moléculas de frações mais pesadas – que correspondem geralmente ao gasóleo e ao querosene – em moléculas menores e de maior interesse comercial, como as que formam a gasolina, por exemplo. O procedimento esquematizado abaixo, para um dos componentes do gasóleo, é executado em alta temperatura e com a ajuda de catalisadores específicos, os quais aumentam a rapidez das reações químicas.



Representação esquemática do craqueamento do tetradecano ($C_{14}H_{30}$) para a obtenção de hexano (C_6H_{12}) e octano (C_8H_{18}).

Esse processo é amplamente utilizado em todo o mundo, uma vez que a demanda de gasolina em vários países é superior à de óleos combustíveis.

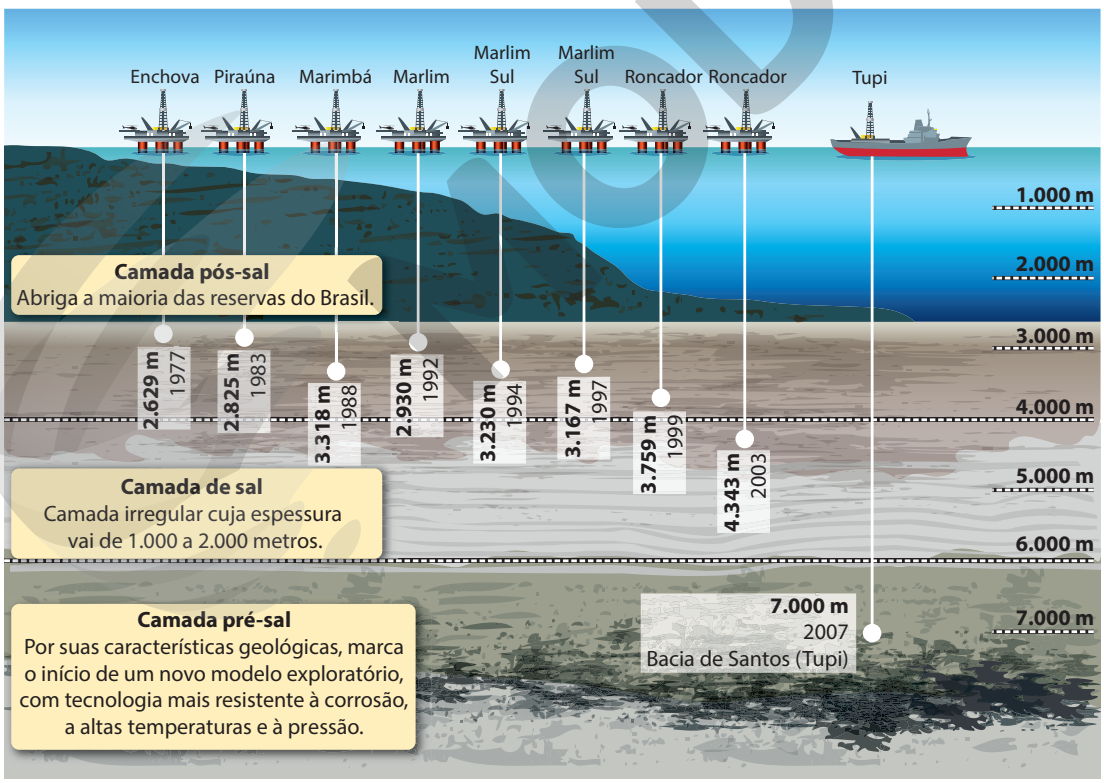
Composição da gasolina

A maioria do petróleo brasileiro é do tipo "pesado", mais denso e mais difícil de refinar. Então, as refinarias precisam misturar o petróleo nacional com o petróleo "leve", menos denso, importado de outros países, para facilitar o refino. O problema é que o petróleo "pesado" é mais barato (ou seja, tem menor valor agregado) que o "leve". Isso significa que vendemos mais barato e pagamos mais caro.

Um marco importante foi a descoberta da camada de pré-sal em território nacional, anunciada em 2006. O pré-sal é uma jazida de petróleo e gás natural localizada em profundidades de 5 km a 7 km abaixo do nível do mar, sob a camada de 2 km de sal, como mostra a **Figura 5.8**. Com base nos resultados obtidos mediante perfurações de poços, as rochas do pré-sal se estendem por uma faixa de 800 km ao longo do litoral brasileiro, desde Santa Catarina até o Espírito Santo, que chega a atingir 200 km de largura.

O petróleo do pré-sal tem menor densidade e menor teor de enxofre em comparação com o petróleo de regiões de menor profundidade do pós-sal, o que o torna mais valioso. Essa diferença de qualidade acontece porque a temperatura nas profundezas do pré-sal não permite a proliferação de bactérias que degradam as frações mais leves, da qual se extraem a gasolina e o diesel.

LUIZ RUBIO



Fonte: TECNOLOGIAS pioneiras do pré-sal. Petrobras. Disponível em: <https://presal.hotsitespetrobras.com.br/tecnologias-pioneiras/#1>. Acesso em: 30 jul. 2020.

Figura 5.8 Esquema da localização de diversos campos de exploração de petróleo, incluindo a região do pré-sal. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

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

PROIBIDA

A gasolina apresenta em sua composição uma mistura de hidrocarbonetos (**Tab. 5.5**). Outras espécies químicas contendo íons metálicos e átomos de nitrogênio, enxofre e oxigênio, em baixas concentrações, também são encontradas na gasolina, assim como certa quantidade de etanol anidro que é adicionada.

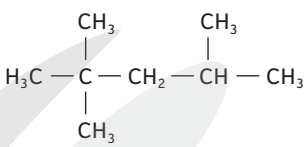
Tabela 5.5 Composição média de hidrocarbonetos na gasolina

Componente	Fração mássica (%)
Hidrocarbonetos saturados	27-47
Hidrocarbonetos olefínicos	15-28
Hidrocarbonetos aromáticos	26-35
Benzeno	< 1

Fonte consultada: MAGNANELLI, N. P. *Composição da gasolina*. São José dos Campos: Centro de Vigilância Sanitária/Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo, 2012. Apresentação eletrônica.

De acordo com a **Tabela 5.5**, observa-se que os hidrocarbonetos saturados estão presentes em maior quantidade na gasolina (27% a 47% em massa).

A octanagem, ou o índice de octanos (hidrocarbonetos não aromáticos com oito átomos de carbono) na gasolina, expressa sua qualidade, e não sua composição química. Quanto maior o índice de octanos, melhor é a qualidade da gasolina, pois ela resiste a maiores compressões sem detonação prematura, o que levaria à combustão incompleta. Quando se diz que uma gasolina tem, por exemplo, octanagem 80, significa que a mistura dessa gasolina com o ar no motor de explosão resiste à mesma compressão sem detonação que uma mistura de 80% de 2,2,4-trimetilpentano (iso-octano, C_8H_{18}) e 20% de heptano (C_7H_{16}).



2,2,4-trimetilpentano (iso-octano)

Heptano

As cadeias do 2,2,4-trimetilpentano (iso-octano) e do heptano são exemplos de cadeias **ramificadas** e **não ramificadas** (lineares), respectivamente.

Nomenclatura dos hidrocarbonetos alifáticos

Cada composto orgânico apresenta uma nomenclatura sistemática própria definida segundo um conjunto de regras e normas estabelecidas pela União Internacional de Química Pura (em inglês, *International Union of Pure and Applied Chemistry* – IUPAC). Compreender a morfologia da nomenclatura sistemática permite identificar com segurança o composto ao qual se refere. Usaremos, sempre que possível, a nomenclatura preferencial, de acordo com a IUPAC, e indicaremos entre parênteses possíveis alternativas.

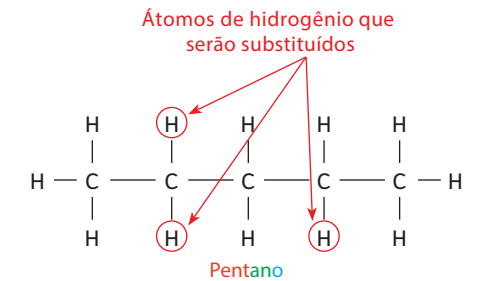
De forma geral, os nomes sistemáticos dos hidrocarbonetos alifáticos de cadeia linear (dos quais deriva a nomenclatura de todos os demais compostos orgânicos) são formados pela junção de um prefixo indicando a quantidade de átomos de carbono na cadeia principal, de um infixo indicativo do tipo de ligação covalente entre esses átomos de carbono e do sufixo "o", que indica a classe funcional dos hidrocarbonetos, como em pentano. Entende-se por cadeia principal a maior sequência possível de átomos de carbono na cadeia carbônica, incluindo o máximo de insaturações (ligações duplas ou triplas entre átomos de carbono). Alguns prefixos e infixos estão descritos na **Tabela 5.6**.

Tabela 5.6 Nomenclatura sistemática dos hidrocarbonetos de cadeia linear

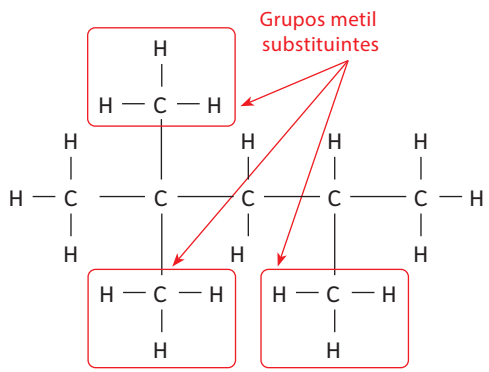
Prefixo	Infixo	Sufixo
1 = met 2 = et 3 = prop 4 = but 5 = pent 6 = hex 7 = hept 8 = oct 9 = non 10 = dec	an = apenas ligações simples en = presença de uma ligação dupla entre átomos de carbono in = presença de uma ligação tripla entre átomos de carbono	Representado pela letra "o", no caso dos hidrocarbonetos

Fonte consultada: PANICO, R. *et al. Guia IUPAC para a nomenclatura de compostos orgânicos*. Tradução portuguesa, nas variantes europeia e brasileira. Trad. José Augusto Rosário Rodrigues *et al*. Lisboa: Lidel, 2002.

Para os hidrocarbonetos de cadeia aberta ramificados são necessárias mais algumas operações para se obter a nomenclatura final. As ramificações também podem ser chamadas **grupos substituintes**, embora nem todo grupo substituinte seja uma ramificação. O termo se refere a qualquer átomo ou grupo de átomos que substitui átomos de hidrogênio na **cadeia principal** do composto.



Pentano



2,2,4-trimetilpentano (iso-octano)

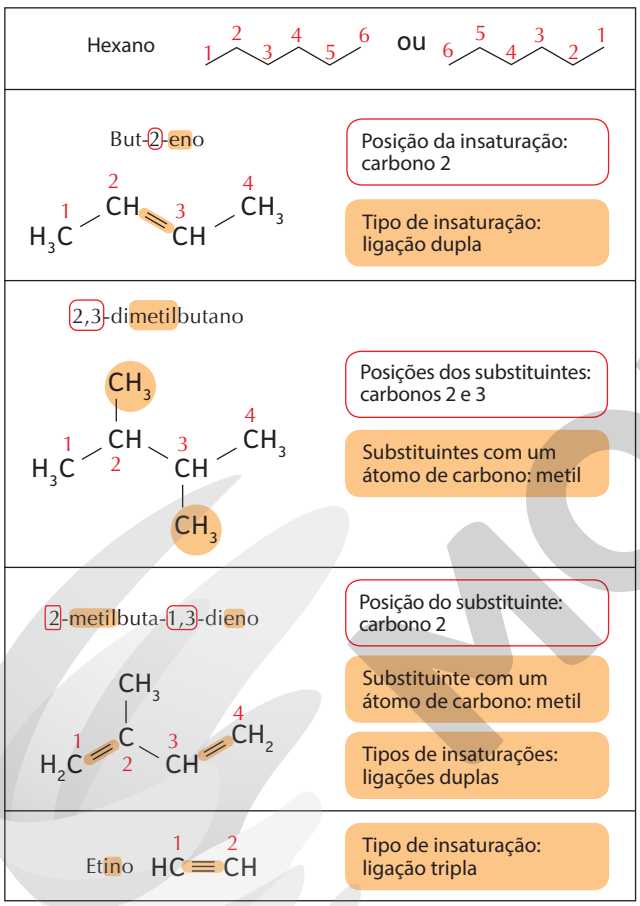
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Alguns grupos substituintes orgânicos e sufixos utilizados na nomenclatura sistemática encontram-se nas tabelas para consulta ao final deste Volume.

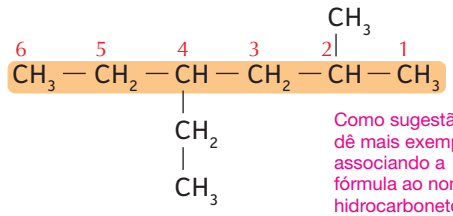
O nome do grupo substituinte e a sua localização são indicados antes do nome da cadeia principal do composto. Alguns substituintes da cadeia carbônica principal podem ser encontrados ao final deste Volume.

Ao longo da cadeia principal, a localização dos grupos substituintes é identificada por números. A numeração deve ser iniciada na extremidade mais próxima a uma insaturação ou uma ramificação, de preferência nessa ordem. Esse procedimento garante a atribuição dos **menores números possíveis** para indicar as posições de insaturação ou substituinte (ramificação). Nos casos de dois ou mais substituintes, usam-se os prefixos de origem grega "di", "tri", "tetra", e assim por diante, para indicar a quantidade de substituintes. O quadro a seguir apresenta alguns exemplos de aplicação das regras de nomenclatura para os compostos: hexano; but-2-eno; 2,3-dimetilbutano; 2-metilbuta-1,3-dieno; e etino.

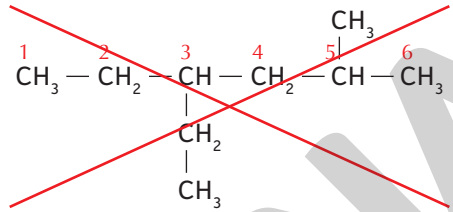


A numeração é indicada imediatamente antes do que se pretende localizar, por exemplo, na parte "2-en", que localiza uma ligação dupla entre os átomos de carbono 2 e 3 no but-2-eno. Os números são separados dos nomes por hífen e entre si, por vírgula, como no 2-metilbuta-1,3-dieno. Existem casos em que só há uma posição possível para a insaturação, como ocorre com o etino. Neles, a numeração é omitida.

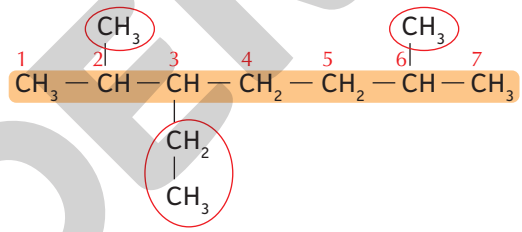
Havendo dois ou mais substituintes distintos, eles devem ser numerados de modo que fiquem com o menor valor numérico possível e organizados em ordem alfabética, como no exemplo a seguir.

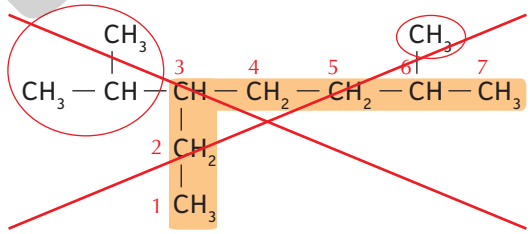


Como sugestão, dê mais exemplos associando a fórmula ao nome do hidrocarboneto, e vice-versa.



Se houver duas ou mais possibilidades de cadeia carbônica principal, deve ser escolhida e numerada aquela que contém a maior quantidade possível de substituintes.





No caso de compostos cíclicos, as regras de nomenclatura são as mesmas para os acíclicos. A única diferença é que ela se inicia com a palavra **"ciclo"** antes da quantidade de átomos de carbono presentes.

Propriedades dos hidrocarbonetos

A determinação da polaridade das ligações químicas, associada à disposição espacial dos átomos (geometria molecular), permite definir a polaridade da molécula, o que nos possibilita prever diversas propriedades das substâncias e planejar, assim, sua aplicação.

Uma molécula pode apresentar ligação covalente polar em função da diferença de eletronegatividade entre os dois átomos que participam da ligação. Essa diferença torna a distribuição da densidade eletrônica assimétrica, resultando em dipolos elétricos, indicados por meio de

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

MODERNA

Durante a discussão, chame a atenção dos estudantes para a direção e o sentido do vetor momento de dipolo elétrico. Um estudo mais aprofundado da relação entre eletronegatividade, polaridade de ligações, geometria molecular, polaridade de moléculas e forças intermoleculares é encontrado na Unidade **Explorando o Universo e a vida**.

vetores momento de dipolo elétrico, $\vec{\mu}$. Os vetores são caracterizados por sua direção, sentido e intensidade. Assim, a presença de ligações polares em uma molécula não indica que ela necessariamente é polar. Isso porque a geometria da molécula pode resultar em um vetor momento de dipolo elétrico resultante ($\vec{\mu}_r$) nulo.

A **Figura 5.9** mostra alguns exemplos de moléculas orgânicas e suas polaridades.

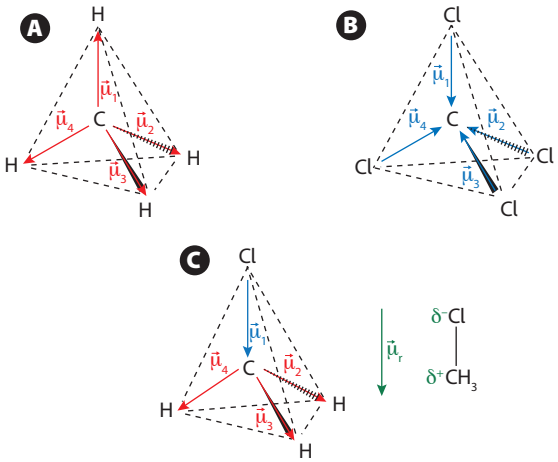


Figura 5.9 Representação esquemática dos vetores momento de dipolo elétrico das ligações químicas presentes nas moléculas de metano **(A)**, tetraclorometano **(B)** e clorometano **(C)**. Para o metano e o tetraclorometano, a soma vetorial dos momentos de dipolo elétrico das ligações covalentes é nula, ou seja, $\vec{\mu}_1 + \vec{\mu}_2 + \vec{\mu}_3 + \vec{\mu}_4 = \vec{0}$; portanto, ambas são apolares. O vetor momento de dipolo resultante na molécula do clorometano não é nulo, ou seja, $\vec{\mu}_1 + \vec{\mu}_2 + \vec{\mu}_3 + \vec{\mu}_4 \neq \vec{0}$, e a molécula forma um dipolo; portanto, ela é polar.

Hidrocarbonetos apresentam caráter essencialmente apolar, em razão das propriedades das ligações entre os átomos e da geometria das cadeias carbônicas. Isso resulta em um vetor momento de dipolo elétrico normalmente igual ou muito próximo a zero. Em consequência disso, as moléculas dos hidrocarbonetos interagem entre si sobretudo por meio de interações do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido ou **forças dispersivas de London**.

De acordo com o modelo que explica as forças dispersivas de London, essas interações resultam da modificação instantânea da densidade eletrônica ao redor dos núcleos, que temporariamente criam um dipolo capaz de induzir distorções nas nuvens eletrônicas de moléculas vizinhas. Dessa maneira, propaga-se o efeito, permitindo atrações fracas entre os polos opostos que surgem nas moléculas dos hidrocarbonetos, como mostra a **Figura 5.10**.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

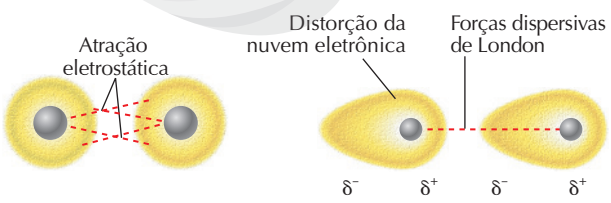


Figura 5.10 Representação esquemática das interações do tipo forças dispersivas de London entre duas moléculas. Os símbolos δ^+ e δ^- indicam os dipolos elétricos formados pela distorção momentânea da nuvem eletrônica. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Temperatura de ebulição

Como o petróleo é constituído por uma mistura de hidrocarbonetos, conhecer e prever as temperaturas de ebulição dos seus componentes é essencial para que se tenha maior eficiência no processo de refino. A **Tabela 5.7** apresenta as temperaturas de ebulição de alguns hidrocarbonetos saturados de cadeia linear.

Tabela 5.7 Temperaturas de ebulição de alguns hidrocarbonetos a 1 atm

Nome	TE (°C)
Metano	−160,0
Propano	−42,2
Metilpropano	−10,2
Butano	−0,4
Pentano	36,0
Heptano	98,4

Fonte: CAREY, F. A. *Organic chemistry*. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2000.

Observa-se que, de modo geral, as temperaturas de ebulição dos alcanos lineares aumentam progressivamente com o aumento do tamanho da cadeia carbônica, indicando a ocorrência de uma interação mais intensa entre as moléculas. Em geral, entre os hidrocarbonetos alifáticos de mesma fórmula molecular, aqueles formados por moléculas de cadeia linear apresentam temperaturas de ebulição maiores que os equivalentes de cadeia ramificada. A **Figura 5.11** ajuda a compreender essas tendências.

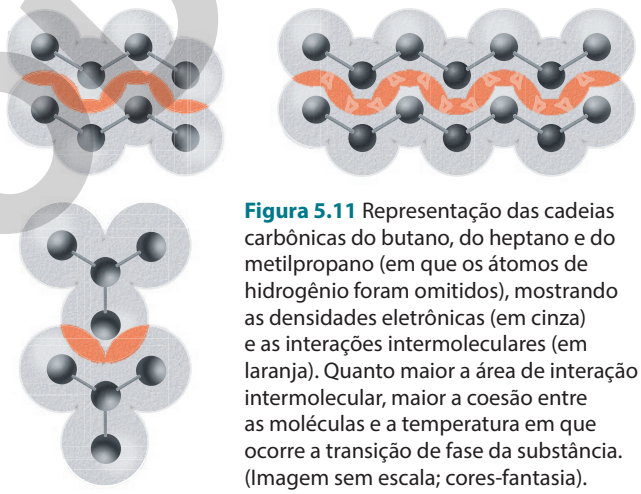


Figura 5.11 Representação das cadeias carbônicas do butano, do heptano e do metilpropano (em que os átomos de hidrogênio foram omitidos), mostrando as densidades eletrônicas (em cinza) e as interações intermoleculares (em laranja). Quanto maior a área de interação intermolecular, maior a coesão entre as moléculas e a temperatura em que ocorre a transição de fase da substância. (Imagem sem escala; cores-fantasia).

Solubilidade e densidade

Infelizmente, são relativamente comuns notícias sobre acidentes ambientais causados pelo derramamento de petróleo nos oceanos, como o que aconteceu no litoral do Nordeste brasileiro em 2019 (**Fig. 5.12**).

ADEMAR FILHO/FUTURA PRESS

Figura 5.12 Manchas de óleo na praia do Janga (Paulista, PE, 2019).

ILUSTRAÇÕES: LUIZ RUBIO
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODELO

Com base nos valores de temperatura de ebulição presentes na **Tabela 5.7**, sugira aos estudantes que estimem a TE do hexano e a comparem com os dados experimentais presentes na literatura. Essa estimativa poderá ser feita calculando-se a média aritmética entre os valores de TE do pentano e do heptano.

Como equilíbrio químico ainda não foi trabalhado neste Volume, optamos por representar, neste momento, as reações apenas como reversíveis, usando as setas duplas de ponta cheia.

Acidentes como esse podem trazer sérios problemas à vida marinha, uma vez que o óleo não se mistura à água, permanecendo na superfície. Isso impede, por exemplo, a passagem da luz solar, necessária para a fotossíntese da flora marinha.

A compreensão das propriedades físico-químicas, como solubilidade e densidade em água, é essencial em situações como essas, em que as autoridades responsáveis precisam definir as ações mais adequadas para, em um primeiro momento, conter e, posteriormente, remover as manchas de petróleo que contaminam os oceanos, atingem as praias e afetam todo o ecossistema marinho.

Os hidrocarbonetos alifáticos não se dissolvem de maneira significativa em água. O metano, por exemplo, apresenta solubilidade de 23 mg L^{-1} em água, e a solubilidade dos demais decresce ainda mais conforme aumenta a cadeia carbônica. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de serem formados por moléculas praticamente apolares, enquanto a água é constituída de moléculas polares. O mesmo raciocínio pode explicar a solubilidade dos hidrocarbonetos alifáticos em solventes orgânicos apolares, como o benzeno, e por que os componentes da gasolina formam um sistema homogêneo.

A maioria desses compostos apresenta valores de densidade a 20 °C que variam de 0,5 g cm^{-3} a 0,8 g cm^{-3}. Assim como as temperaturas de ebulição, a densidade desses compostos se eleva com o aumento da cadeia carbônica.

Os óxidos e a queima de combustíveis fósseis

A queima de combustíveis fósseis como o carvão mineral, o gás natural (que é menos poluente) e aqueles derivados do petróleo contribui para o aumento da emissão de dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera, intensificando o efeito estufa e o aquecimento global. Uma das consequências desse aumento é a extinção dos corais, pois o CO_2 se dissolve na água e reage com ela, promovendo o aumento da acidez dos oceanos. Isso faz com que essas espécies marinhas, cujos esqueletos são basicamente constituídos de carbonato de cálcio, sejam destruídos. As equações a seguir ilustram o processo descrito.

$$CO_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons \underset{\text{Ácido carbônico}}{<H_2CO_3>(aq)}$$

$$<H_2CO_3>(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + \underset{\text{Hidrogenocarbonato}}{HCO_3^-(aq)}$$

$$CaCO_3(s) + H^+(aq) + HCO_3^-(aq) \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2(aq)$$

Note que o carbonato de cálcio sólido ($CaCO_3$) em meio ácido produz o hidrogenocarbonato de cálcio ($Ca(HCO_3)_2$), que se dissolve em água. Desse modo, o esqueleto calcário dos corais vai se desfazendo, o que os leva à extinção.

Além da emissão de CO_2, a combustão de combustíveis fósseis libera energia e produz água e óxidos de enxofre e de nitrogênio, relacionados à **chuva ácida**. Os óxidos são compostos binários, ou seja, são constituídos por átomos de dois elementos químicos: o oxigênio e outro menos eletronegativo que ele. A fórmula geral dos óxidos pode ser expressa por E_yO_x (E = elemento menos eletronegativo que o oxigênio).

Como o gás oxigênio está disponível em abundância na atmosfera e é uma substância bastante reativa, há grande variedade de óxidos presentes no dia a dia. Alguns deles são essenciais à vida, como o gás carbônico (CO_2), que participa do processo de fotossíntese; outros constituem vários minérios. Porém, dependendo da quantidade presente no meio, alguns óxidos podem se tornar nocivos, causando poluição atmosférica.

Toda chuva é levemente ácida, graças à presença natural de CO_2 na atmosfera, que reage com a água, formando ácido carbônico. Mas os óxidos de nitrogênio (NO_x = NO e NO_2) e de enxofre (SO_x = SO_2 e SO_3), quando presentes em quantidades elevadas na atmosfera, em razão principalmente da queima de combustíveis fósseis e da produção industrial, são os responsáveis pelo aumento dessa acidez. Disso decorrem diversos danos à saúde, ao ambiente natural e às construções humanas. A associação entre a presença de ácido sulfúrico, $H_2SO_4(aq)$, na chuva e a queima de combustíveis fósseis é conhecida desde 1872 graças ao trabalho do químico escocês Robert Angus Smith (1817-1884).

No Brasil, a proximidade do município paulista de Cubatão e a Serra do Mar fez com que o fenômeno da chuva ácida causasse a devastação de grande parte da vegetação que recobria a região. Com o tempo, toda a vegetação de alguns locais da Serra do Mar foi devastada, o que causou grave erosão do solo, como mostra a **Figura 5.13**.

ÁLVARO RODRIGUES DOS SANTOS/IPT

Figura 5.13 Erosão do solo da Serra do Mar decorrente das chuvas ácidas e do desmatamento de parte da Mata Atlântica na região de Cubatão, SP, na década de 1980.

A chuva ácida também está associada à **lixiviação do solo** – dissolução de íons metálicos presentes em rochas e associados à superfície dos grãos do solo, especialmente argila. Um exemplo é a dissolução da gibbsita – mineral rico em hidróxido de alumínio ($Al(OH)_3$).

$$Al(OH)_3(s) + 3\ H^+(aq) \longrightarrow Al^{3+}(aq) + 3\ H_2O(l)$$

Nesse caso, a elevação de cátions Al^{3+} no solo interfere no crescimento das plantas e, em ecossistemas aquáticos, fragiliza as cascas de ovos formadas. No Brasil, os solos do Cerrado são caracteristicamente ricos em alumínio e muitas

Enfatize aos estudantes que a fórmula molecular entre colchetes angulares, <>, indica que a substância é instável naquele meio.

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

EDITORIA

espécies de plantas são adaptadas a essa condição de grande acúmulo desse elemento em seus tecidos.

Como avaliar o nível de acidez da chuva?

Uma das primeiras sistematizações sobre o comportamento ácido-base dos materiais foi feita pelo filósofo irlandês Robert Boyle (1627-1691), em seu livro *Experimental History of Colours* (*História experimental das cores*). Nessa obra, ele relatou, por exemplo, que alguns extratos vegetais tinham suas cores alteradas na presença de substâncias de caráter ácido ou básico. Mais tarde, as substâncias ativas presentes nesses extratos, como as antocianinas, e as substâncias sintéticas com a mesma propriedade, como a fenolftaleína e o alaranjado de metila, foram denominadas **indicadores ácido-base** (**Fig. 5.14**).

RICARDO SIWIEC

Figura 5.14 O chá preto contém um indicador ácido-base; assim, ele muda de cor quando entra em contato com substâncias ácidas do limão.

Cada indicador ácido-base apresenta uma faixa de valores de pH em que sua coloração é alterada em contato com materiais ácidos, básicos ou neutros (**Tab. 5.8**).

Tabela 5.8 Indicadores ácido-base

Indicador	pH de transição (a 18 °C)	Mudança de cor da forma ácida para base
Alaranjado de metila	3,1-4,4	Vermelho para amarelo
Verde de bromocresol	4,0-5,6	Amarelo para azul
Vermelho de metila	4,4-6,2	Vermelho para amarelo
Azul de bromotimol	6,0-7,6	Amarelo para azul
Vermelho de cresol	7,2-8,8	Amarelo para vermelho
Fenolftaleína	8,0-10,0	Incolor para rosa

Fonte consultada: McMURRY, J.; FAY, R. C. *Chemistry*. 4. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2003.

Quantitativamente, o nível de acidez ou basicidade das soluções pode ser avaliado pela análise da quantidade de matéria de íons H^+ presente em uma solução aquosa (medida em mol L^{-1}) e pela comparação desse valor com a **escala de pH**. Essa escala varia de 0 a 14, à temperatura de 25 °C. De acordo com essa escala, soluções aquosas que apresentam pH menor que 7 são ácidas, as que apresentam pH maior que 7 são básicas ou alcalinas e as que apresentam pH igual a 7 são neutras. Quanto mais ácida for uma solução, ou seja, quanto maior for a concentração em quantidade de matéria de íons H^+, menor será o valor do pH, como vemos na **Figura 5.15**.

MARTYN F. CHILLMAID/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

Se julgar necessário, retome os conceitos de soluto, solvente e concentração das soluções.

Como sugestão, é possível fazer uma escala de pH usando a solução extraída de repolho roxo em água morna. A solução obtida com a filtração desse material apresenta diferentes cores quando em contato com amostras que apresentam acidez variada.

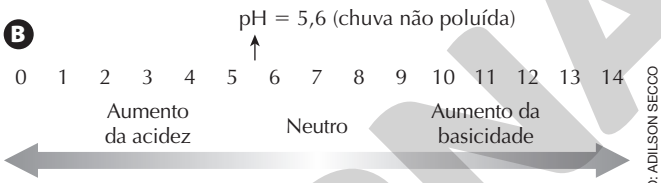


ILUSTRAÇÃO: ADILSON SECCO

Fonte consultada: BETTELHEIM, F. A. *et al*. *Introduction to general, organic and biochemistry*. 9. ed. Boston: Brooks/Cole, 2010.

Figura 5.15 **(A)** Estudante em trabalho de campo usando uma sonda conectada a um registrador de dados para registrar o pH em uma lagoa. **(B)** Escala de pH a 25 °C.

Cada unidade que varia na escala de pH corresponde a uma variação de 10 vezes na concentração de íons H^+. Por exemplo, se a amostra de chuva ácida coletada de um local X apresentar pH = 3 e a amostra de chuva ácida coletada de um local Y apresentar pH = 5, considera-se que a amostra de chuva ácida do local X é 100 vezes mais ácida que a amostra de chuva ácida do local Y. Essa proporção decorre do fato de a escala de pH ser logarítmica e não linear.

Caráter ácido-base dos óxidos

A classificação dos óxidos também é uma importante ferramenta para compreender e prever o comportamento químico e as diversas aplicações desses compostos. Podemos classificar os óxidos de acordo com o caráter da ligação química formada entre o oxigênio e o outro elemento químico e de acordo com suas propriedades químicas.

Os **óxidos iônicos** são aqueles constituídos pelo ânion óxido (O^{2-}) ligado geralmente a um cátion metálico. A hematita, rica em óxido de ferro(III), Fe_2O_3, minério do qual se extrai o metal ferro, e a bauxita, rica em óxido de alumínio (Al_2O_3), da qual se extrai o metal alumínio, são exemplos de óxidos iônicos.

Os **óxidos moleculares** são os constituídos pelo átomo de oxigênio ligado por covalência geralmente a um elemento químico não metálico. O monóxido de nitrogênio (NO), o dióxido de carbono (CO_2) e o trióxido de enxofre (SO_3) são exemplos de óxidos moleculares. Além disso, há óxidos covalentes que não formam moléculas, mas, sim, grandes cristais covalentes, como o dióxido de silício, SiO_2, presente em diversos minerais e na areia.

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

MODERNA

Caso seja necessário, revise os conceitos relacionados às ligações iônicas. Chame a atenção dos estudantes para as semelhanças e diferenças na nomenclatura dos dois tipos de óxido.

Geralmente, os óxidos moleculares apresentam caráter ácido. Por exemplo: o dióxido de enxofre (SO_2) emitido na queima de combustíveis fósseis reage com o gás oxigênio presente no ar atmosférico e se transforma em trióxido de enxofre (SO_3). Posteriormente, o SO_3 reage com a água presente na atmosfera e produz o ácido sulfúrico, $H_2SO_4(aq)$. Quando as nuvens ficam carregadas e chove, a água que cai tem caráter ácido, constituindo o fenômeno da chuva ácida. As equações a seguir ilustram esse processo.

$$SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow SO_3(g)$$

$$SO_3(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_2SO_4(aq)$$

Entre os óxidos moleculares, há três substâncias que não apresentam essa característica, embora participem de outros tipos de reação: o monóxido de nitrogênio (NO), o monóxido de dinitrogênio (N_2O) e o monóxido de carbono (CO). Por essa razão, essas substâncias são consideradas de caráter **neutro**.

Os óxidos formados de metais alcalinos, alcalinoterrosos e lantanídeos têm caráter **básico**. A reação desses compostos com água forma soluções com pH maior que 7, e a reação com substâncias de caráter ácido leva à formação de soluções com pH igual a 7. Veja o exemplo da cal viva (óxido de cálcio, CaO) formando cal extinta (hidróxido de cálcio, $Ca(OH)_2$), óxido utilizado para ajustar a acidez do solo em função do pH adequado para cada tipo de plantação, processo conhecido como calagem.

$$CaO(s) + H_2O(l) \longrightarrow Ca(OH)_2(aq)$$

Na reação de CaO com ácido clorídrico (HCl) forma-se um sal, cloreto de cálcio ($CaCl_2$), e água.

$$CaO(s) + 2\,HCl(aq) \longrightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l)$$

É importante lembrar, no entanto, que o caráter ácido-base é relativo, ou seja, uma substância que se comporta como um ácido em certa reação pode se comportar como uma base em outra. Por exemplo: o óxido de zinco (ZnO), assim como diversos óxidos de metais de transição, comporta-se como óxido básico quando reage com o ácido clorídrico (HCl), mas, na reação com o hidróxido de sódio (NaOH), comporta-se como óxido ácido. Por essa razão, o óxido de zinco é classificado como **anfótero**.

$$ZnO(s) + 2\,HCl(aq) \longrightarrow \underset{\text{Cloreto de zinco}}{ZnCl_2(aq)} + H_2O(l)$$

$$ZnO(s) + 2\,NaOH(aq) \longrightarrow \underset{\text{Zincato de sódio}}{Na_2ZnO_2(aq)} + H_2O(l)$$

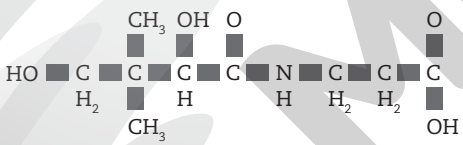
Para ampliar a discussão, você pode apresentar o caso dos óxidos de crômio. O CrO é básico, o Cr_2O_3 é anfótero e o CrO_3 é ácido.

Atividades

Registre em seu caderno

1. Com base na valência dos elementos químicos, indique na representação da molécula de vitamina B5 (ácido pantotênico) a seguir a qual ligação química corresponde cada um dos retângulos cinzas.

Elemento químico	Valência
H	Monovalente
O	Bivalente
N	Trivalente
C	Tetravalente



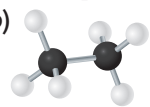
2. Reconhecer a estrutura dos compostos orgânicos por meio de sua nomenclatura é essencial para prever propriedades que podem ser úteis na produção de diversos materiais. Alguns hidrocarbonetos, como o propeno, são utilizados como matéria-prima para a fabricação de embalagens plásticas, peças automotivas e até tecidos. Já o pentano pode ser utilizado como gás de refrigeração e em análises químicas. Desse modo, represente, em seu caderno, os hidrocarbonetos a seguir por meio de fórmulas estruturais planas parcialmente condensadas.

a) But-1-eno. **c)** Hex-2-ino.

b) Pentano. **d)** 4,6-dimetil-hepta-2,4-dieno.

3. Considere as moléculas representadas a seguir.

a)

b) 

(Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Desenhe a fórmula estrutural plana da molécula do item (a) e a fórmula estrutural estereoquímica da molécula do item (b).

4. (Unit-SE) Indique a alternativa que representa uma reação que ocorre durante o craqueamento do petróleo.

a) $C_{16}H_{34} \longrightarrow C_8H_{16} + C_8H_{18}$

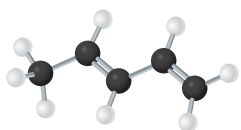
b) $C_4H_{10} + C_4H_8 \longrightarrow C_8H_{18}$

c) $H_3C(CH_2)_5CH_3 \longrightarrow CH_3C_6H_5 + 4\,H_2$

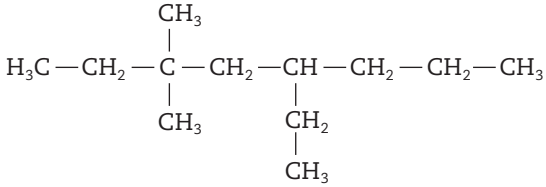
d) $C_8H_{18} + \frac{25}{2}\,O_2 \longrightarrow 8\,CO_2 + 9\,H_2O$

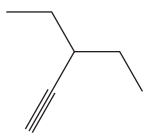
e) $H_3C(CH_2)_6CH_3 \longrightarrow H_3CC(CH_3)_2CH_2CH(CH_3)CH_3$

5. Analise as representações dos hidrocarbonetos e faça uma tabela indicando o nome sistemático, a fórmula molecular e o tipo de cadeia carbônica (linear ou ramificada, saturada ou insaturada).

a) 

(Imagem sem escala; cores-fantasia.)

b) 

c) 

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

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

MODERNA

6. (PUC-RJ) A atividade da indústria do petróleo lança na atmosfera uma grande quantidade de dióxido de carbono e monóxido de carbono. O excesso desses gases na atmosfera tem trazido enormes prejuízos ao ser humano e aos ecossistemas. Entre esses se podem citar o aquecimento global, a chuva ácida e doenças respiratórias. Sobre esses dois gases poluentes, está correto afirmar que:

a) a chuva ácida deve-se ao monóxido de carbono que reage com a água formando ácido carbônico.

b) monóxido de carbono e dióxido de carbono são os produtos da combustão completa dos hidrocarbonetos derivados do petróleo.

c) monóxido de carbono e dióxido de carbono são os únicos gases responsáveis pela formação da chuva ácida.

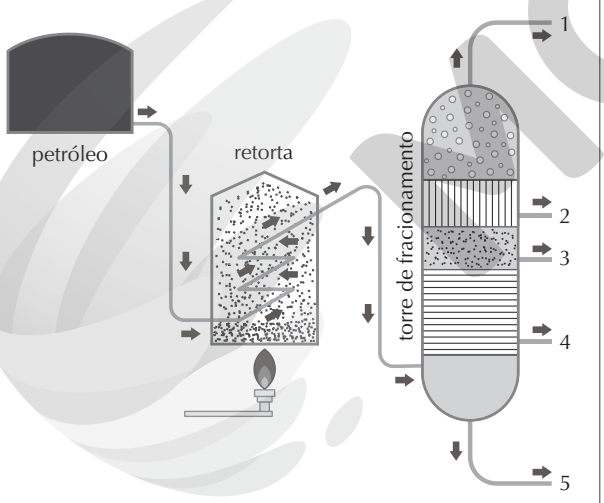
d) o pH de um meio aquoso contendo dióxido de carbono dissolvido é inferior a 7.

e) o monóxido de carbono é fundamental no processo de fotossíntese das plantas.

7. Proponha ao menos duas fórmulas estruturais de cadeia aberta para cada um dos compostos representados a seguir. Apresente seus nomes sistemáticos e organize-os em ordem crescente de temperatura de ebulição, justificando com base nas interações intermoleculares.

a) C_4H_{10} **b)** C_5H_{12}

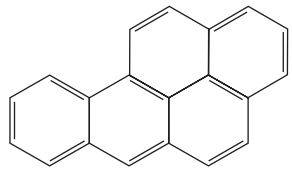
8. (Unifesp) A figura mostra o esquema básico da primeira etapa do refino do petróleo, realizada à pressão atmosférica, processo pelo qual ele é separado em misturas com menor número de componentes (fracionamento do petróleo).



a) Dê o nome do processo de separação de misturas pelo qual são obtidas as frações do petróleo e o nome da propriedade específica das substâncias na qual se baseia esse processo.

b) Considere as seguintes frações do refino do petróleo e as respectivas faixas de átomos de carbono: gás liquefeito de petróleo (C_3 a C_4); gasolina (C_5 a C_{12}); óleo combustível ($>C_{20}$); óleo diesel (C_{12} a C_{20}); querosene (C_{12} a C_{16}). Identifique a posição (1, 2, 3, 4 ou 5) da torre de fracionamento na qual é obtida cada uma dessas frações.

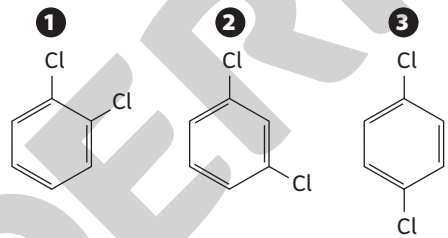
9. (Uerj) A exposição ao benzopireno é associada ao aumento de casos de câncer. Observe a fórmula estrutural dessa substância:



Com base na fórmula, a razão entre o número de átomos de carbono e o de hidrogênio, presentes no benzopireno, corresponde a:

a) $\frac{3}{7}$ **b)** $\frac{6}{5}$ **c)** $\frac{7}{6}$ **d)** $\frac{5}{3}$

10. (Unesp) Existem três compostos diclorobenzeno diferentes de fórmula molecular $C_6H_4Cl_2$, que diferem em relação às posições dos átomos de cloro no anel benzênico, conforme as figuras 1, 2 e 3.



Das três figuras, é polar a fórmula apresentada em

a) 3, somente. **d)** 2 e 3, somente.

b) 1 e 2, somente. **e)** 1, 2 e 3.

c) 1 e 3, somente.

11. O pH do leite de origem bovina vendido dentro dos padrões da legislação brasileira fica entre 6,6 e 6,8. Suponha que este leite esteja fora dos padrões e apresente o valor do pH igual a 8,3. Entre os indicadores da **Tabela 5.8**, considerando uma temperatura constante de 18 °C, os únicos que poderiam comprovar que este leite está fora dos padrões são

a) alaranjado de metila, azul de bromotimol e vermelho de cresol.

b) azul de bromotimol, azul de timol e fenolftaleína.

c) vermelho de metila, vermelho de cresol e fenolftaleína.

d) vermelho de cresol, azul de bromotimol e fenolftaleína.

e) azul de timol e fenolftaleína.

12. (Enem) Os hidrocarbonetos são moléculas orgânicas com uma série de aplicações industriais. Por exemplo, eles estão presentes em grande quantidade nas diversas frações do petróleo e normalmente são separados por destilação fracionada, com base em suas temperaturas de ebulição.

O quadro apresenta as principais frações obtidas na destilação do petróleo em diferentes faixas de temperaturas.

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

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Fração	Faixa de temperatura (°C)	Exemplos de produtos	Número de átomos de carbono (hidrocarboneto de fórmula geral C_nH_{2n+2})
1	Até 20	Gás natural e gás de cozinha (GLP)	C_1 a C_4
2	30 a 180	Gasolina	C_6 a C_{12}
3	170 a 290	Querosene	C_{11} a C_{16}
4	260 a 350	Óleo diesel	C_{14} a C_{18}

Fonte: SANTA MARIA, L. C. *et al*. Petróleo: um tema para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, n.15, 2002 (adaptado).

Na fração 4, a separação dos compostos ocorre em temperaturas mais elevadas porque

a) suas densidades são maiores.

b) o número de ramificações é maior.

c) sua solubilidade no petróleo é maior.

d) as forças intermoleculares são mais intensas.

e) a cadeia carbônica é mais difícil de ser quebrada.

13. Por volta de 30 a 40% do gás carbônico presente na atmosfera é absorvido pelos oceanos. Uma parte do CO_2 absorvido reage com a água do mar, interferindo no pH dos oceanos. Os gráficos mostram como a pressão parcial de CO_2 (pCO_2) na superfície da água (Figura A) e os valores de pH dessa água (Figura B) oceânica variam entre os anos de 1989 e 2012, em uma região do Pacífico. Os pontos no gráfico representam valores experimentais e a reta representa a tendência de variação dos dados.

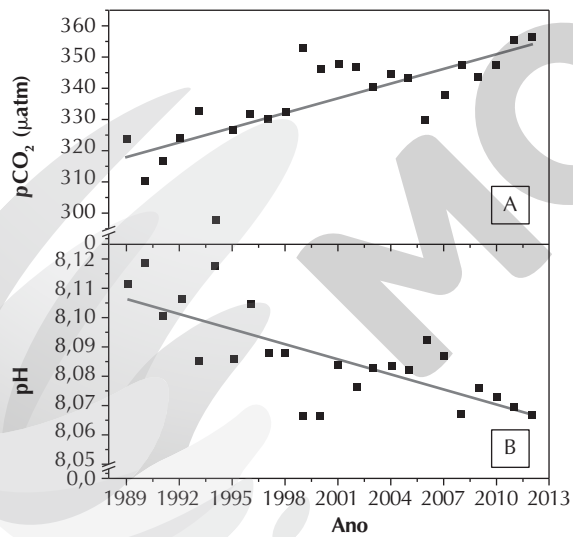


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Fonte consultada: HAWAII Ocean Time-series (HOT). *Station ALOHA Surface Ocean Carbon Dioxide*. Disponível em: <https://hahana.soest.hawaii.edu/hot/products/products.html>. Acesso em: 30 jul. 2020.

De acordo com as informações acima, julgue as afirmações a seguir:

I. O CO_2, ao reagir com a água do mar, aumenta a acidez dos oceanos, o que implica pH menor que 7.

II. A acidificação dos oceanos pode prejudicar algumas espécies marinhas, como os corais, que apresentam em sua constituição carbonato de cálcio ($CaCO_3$).

III. Somente em 1999 observou-se a maior pressão parcial de CO_2 e o menor pH registrado das águas superficiais.

IV. Observando a reta que representa a tendência de variação dos dados, o aumento da pCO_2 é inversamente proporcional ao pH, e isso pode ser explicado pelo fato de o CO_2 ser um óxido molecular que apresenta caráter ácido em soluções aquosas.

V. Quando a pCO_2 foi igual a 310 µatm, o pH da água do mar foi de 8,105.

14. (UFG-GO) Observe o esquema abaixo, utilizado em um experimento para ilustrar diversos fenômenos químicos.

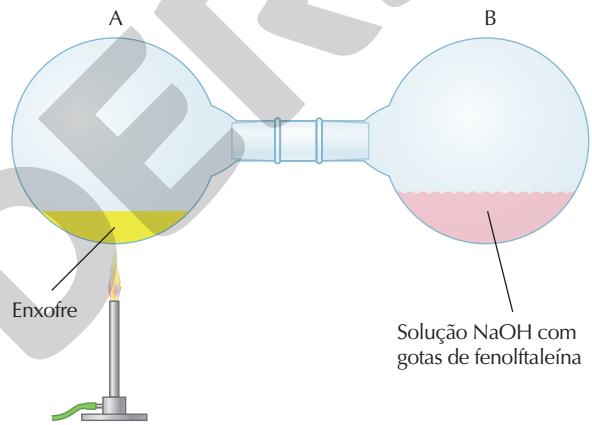


ILUSTRAÇÃO: ADILSON SECCO

Ao ligar o bico de Bunsen para realizar um aquecimento suave, o enxofre funde no balão A. Após algum tempo, uma névoa branca surge no interior do balão B e o aquecimento é desligado. Logo após o surgimento da névoa branca, a solução de NaOH sofre uma mudança de coloração. Sobre o fenômeno observado, responda:

a) qual é a coloração da solução contida no balão B antes e depois da fusão do enxofre? Por que há a mudança de cor?

b) escreva as reações envolvidas no processo descrito.

c) o experimento representa a simulação de qual fenômeno que ocorre na natureza?

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

MODERNA

TEMA 6

Padrões climáticos e balanço térmico da Terra

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6

Habilidades: EM13CNT102; EM13CNT105; EM13CNT203; EM13CNT306; EM13CNT309

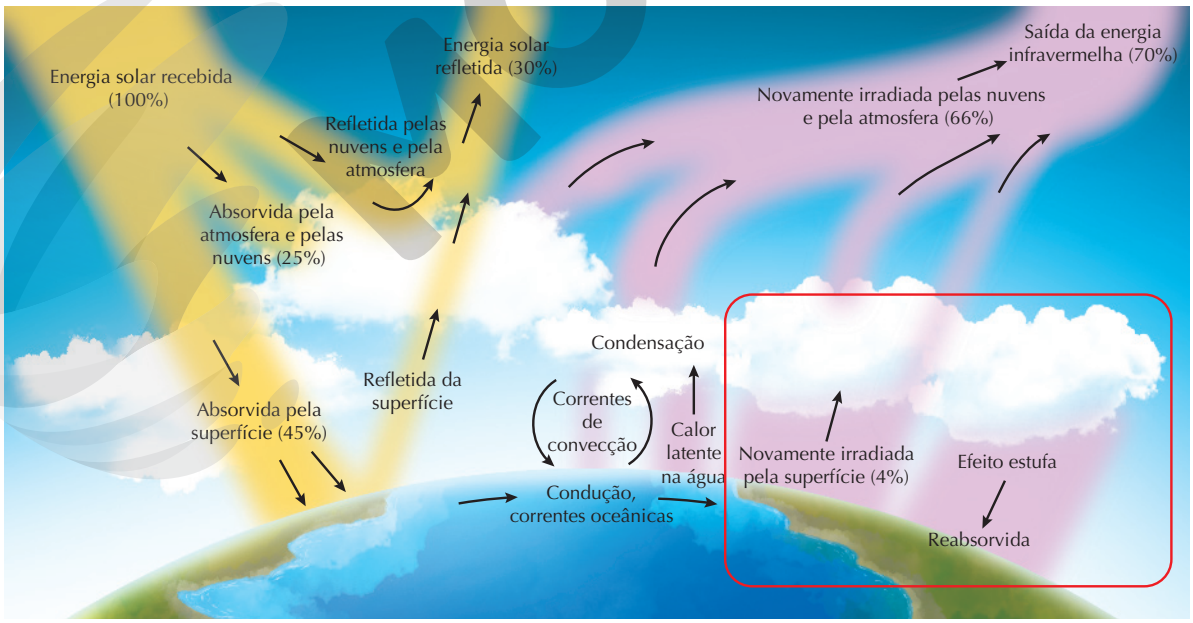
Ao longo da história da Terra, ocorreram diversas flutuações climáticas. No entanto, atualmente, o aumento da temperatura da Terra tem se acelerado, sendo mais acentuado a partir de 1960. Dados do IPCC atribuem a elevação da temperatura no século XX e as consequências derivadas dela ao incremento na concentração dos gases do efeito estufa derivados da ação antrópica. Neste Tema, vamos estudar a dinâmica da atmosfera para compreender os padrões climáticos, avaliando os impactos das atividades antrópicas no clima global.

Atmosfera e efeito estufa

A luz solar é a principal fonte de energia da Terra, e é a partir da sua interação com a atmosfera e com a superfície do planeta que a temperatura é regulada.

Estima-se que, na ausência da atmosfera, a temperatura média do planeta seria próxima de −18 °C, ou seja, cerca de 30 °C mais fria que a média atual, e a Terra seria congelada. O que evita que isso ocorra é o chamado **efeito estufa**, que é a retenção de calor causada pelos **gases de efeito estufa**, especialmente dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e vapor-d´água, presentes na atmosfera, diminuindo a dissipação do calor para o espaço cósmico. O efeito estufa é, portanto, um fenômeno natural e uma das condições que permitem a existência da vida na Terra como a conhecemos.

A luz solar é composta de um amplo espectro de radiação eletromagnética com diferentes comprimentos de onda, entre eles os que compõem a luz visível e a radiação infravermelha. Quando a luz solar interage com a matéria, esta se aquece e emite radiação infravermelha. Os gases de efeito estufa da atmosfera têm a propriedade de absorver parte da radiação infravermelha emitida pela superfície do planeta, aquecendo-se. Apenas uma pequena quantidade de infravermelho se irradia para o espaço e, assim, a atmosfera impede que o calor se dissipe completamente, evitando o resfriamento da Terra (**Fig. 6.1**).



NELSON MATSUDA

Fonte: CUNNINGHAM, W. P.; CUNNINGHAM, M. A. *Principles of Environmental Science*: inquiry and applications. New York: McGraw-Hill Co., 2002.

Figura 6.1 Representação esquemática do balanço energético da Terra. As vias em amarelo correspondem à energia radiante solar (incluindo todos os comprimentos de onda), e as vias em rosa são especificamente de radiação infravermelha. Os valores entre parênteses correspondem aos percentuais em relação ao total incidente, e a largura das vias representa a quantidade relativa de energia fluindo. Uma parte substancial do infravermelho que é novamente irradiado da superfície é reabsorvida na atmosfera graças ao efeito estufa, não escapando para o espaço (retângulo vermelho). (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

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

MODERNA

O ganho de energia se dá pela radiação solar que atinge a alta atmosfera (100%). Desse total, 30% são diretamente refletidos pelas nuvens, pela própria atmosfera e pela superfície terrestre, voltando ao espaço; essa parte corresponde ao chamado **albedo**. Os outros 70% são absorvidos ou dispersados por moléculas diversas, gotículas ou partículas sólidas em suspensão no ar (**aerossóis**) e presentes nas nuvens, além da matéria da superfície terrestre propriamente dita. Essa energia absorvida aquece a matéria e é novamente irradiada na forma de ondas longas de infravermelho, que, diretamente (4%) ou indiretamente (66%), saem para o espaço. A evaporação da água na superfície absorve uma quantidade considerável de energia (calor latente), a qual é novamente emitida como infravermelho no momento da condensação das nuvens.

Considerando a importância da atmosfera para o equilíbrio térmico da Terra, pode-se supor que a modificação em sua composição deve alterar o clima e afetar a vida no planeta. O aumento da concentração de CO_2 na atmosfera, por exemplo, decorrente da queima de combustíveis fósseis (como gasolina e óleo *diesel*), pode provocar elevação da temperatura média global, pois esse gás intensifica o efeito estufa. Esse processo é conhecido como **aquecimento global** e será estudado mais adiante neste Tema.

Qualquer fator natural ou antrópico (relacionado com atividades humanas) que altere os valores correspondentes a essas vias afetará o balanço térmico planetário: total de radiação incidente, concentração de gases do efeito estufa, albedo, concentração de aerossóis e outros.

Fique por dentro

Balanço de radiação – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe)

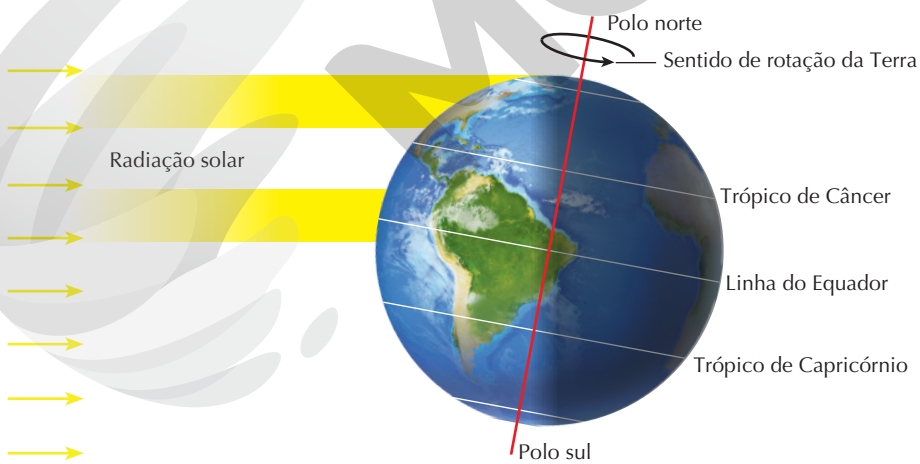
O vídeo trata da radiação solar que atinge a Terra. Ele mostra como a radiação solar interage com a atmosfera e a superfície terrestre e qual é sua relação com a temperatura do planeta.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=clgqmbsFnZM>. Acesso em: 17 jul. 2020.

Os grandes padrões climáticos

Os grandes padrões climáticos estão relacionados a dois fatores básicos: a variação da energia solar recebida pela Terra em razão da latitude e os movimentos de rotação e de translação da Terra.

Por causa da esfericidade da Terra e da inclinação de seu eixo de rotação, a intensidade média da radiação solar que atinge a superfície terrestre varia conforme a latitude. Uma mesma quantidade de luz, ao atingir o globo na região próxima à linha do Equador, ilumina uma superfície de menor área do que na região dos polos (**Fig. 6.2**). Isso ocorre porque no Equador os raios solares incidem na superfície terrestre com ângulos próximos a 90°, ou seja, praticamente perpendiculares, o que não acontece nas regiões próximas aos polos, onde os raios incidem na superfície de forma oblíqua. Dessa forma, há maior concentração de energia solar e maior aquecimento na região da linha do Equador.



Fonte: KEPLER, S. O.; SARAIVA, M. de F. O. *Astronomia e Astrofísica*. Porto Alegre: UFRGS, 2014. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2020.

Figura 6.2 Representação esquemática do globo terrestre mostrando a área iluminada por uma mesma quantidade de radiação solar na região da linha do Equador e em latitudes maiores. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

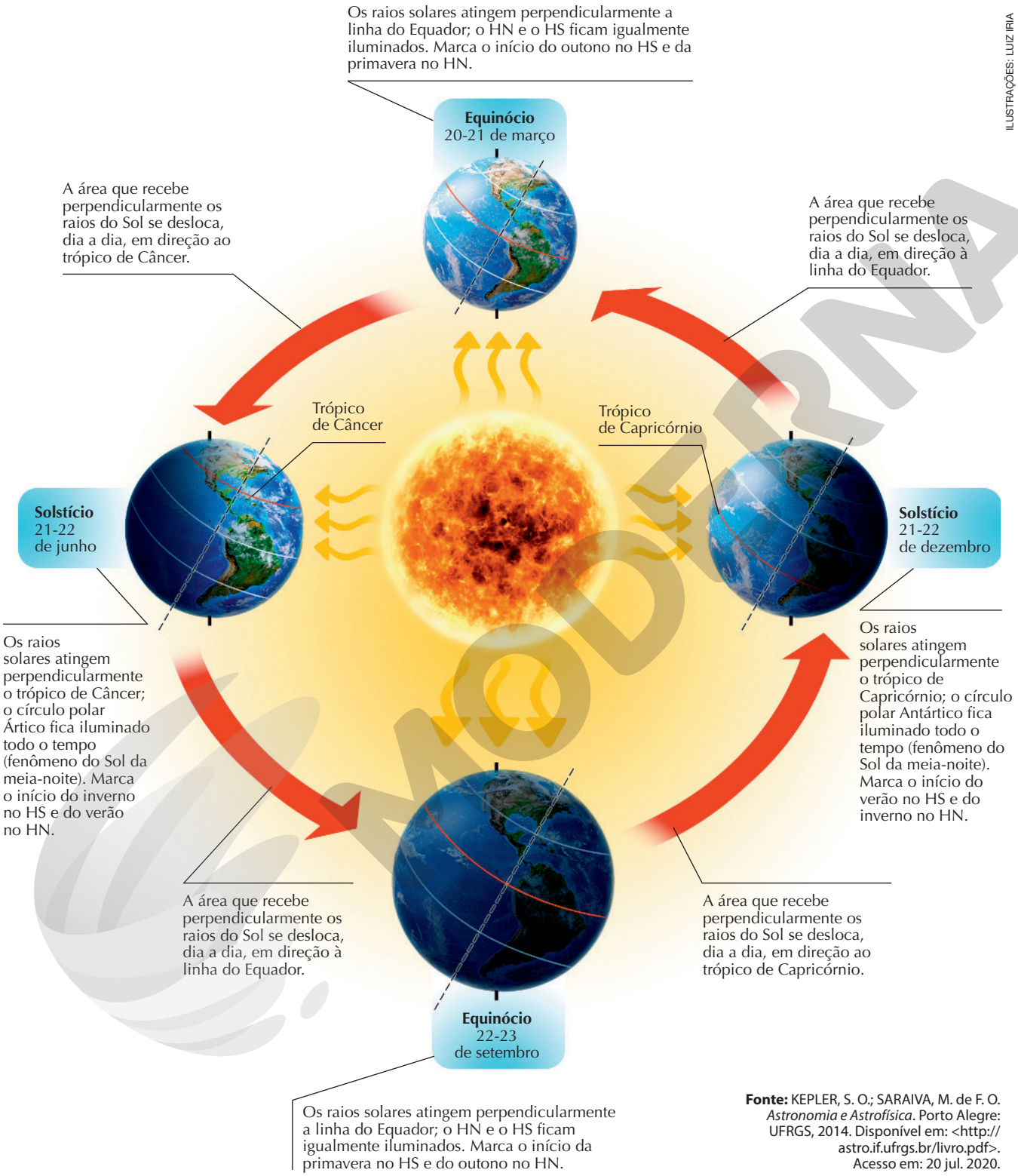
A partir desse fenômeno, estabelece-se um gradiente térmico em função da latitude, verificando-se temperaturas mais altas próximo da linha do Equador e mais baixas nos polos.

ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

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

MODERNA

Como dito anteriormente, o eixo da Terra é inclinado e, por isso, ao longo do ano, a área da superfície terrestre que recebe os raios solares perpendicularmente se altera. Esse fato, associado aos movimentos de rotação e translação da Terra, permite que a quantidade de energia solar que atinge certo ponto da Terra varie não só ao longo do dia em função da rotação, como também ao longo do ano em função da translação, determinando a duração do dia e da noite e as estações do ano (**Fig. 6.3**).



ILUSTRAÇÕES: LUIZ IRIA

Fonte: KEPLER, S. O.; SARAIVA, M. de F. O. *Astronomia e Astrofísica*. Porto Alegre: UFRGS, 2014. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2020.

Figura 6.3 Representação esquemática das diferentes posições da Terra nos equinócios (palavra que significa "noites iguais") e nos solstícios (palavra que significa "Sol parado") em sua órbita ao redor do Sol. As datas indicadas marcam as mudanças das estações do ano e as siglas HN e HS significam, respectivamente, Hemisfério Norte e Hemisfério Sul. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

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

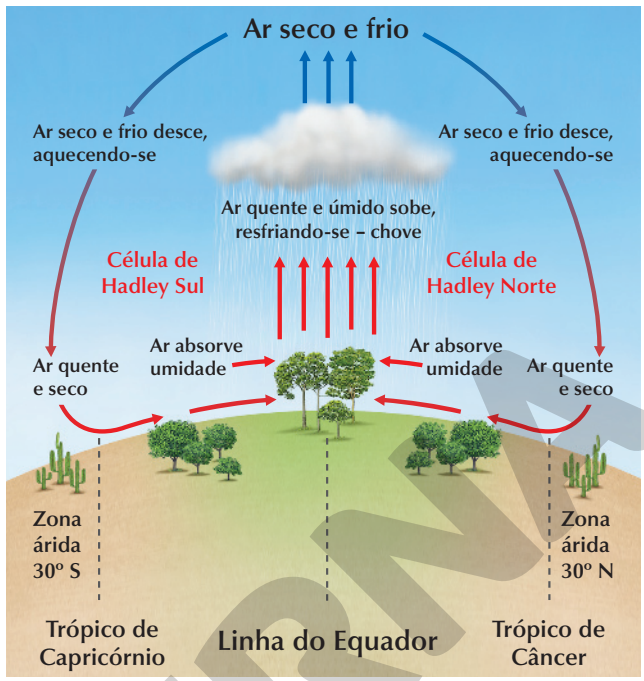
MODERNA

O aquecimento diferencial da Terra em função da latitude, associado ao movimento de rotação e de translação do planeta, determina a localização das principais zonas climáticas: polar, temperada e tropical. Elas são importantes na distribuição dos seres vivos. Esse aquecimento diferencial determina também os grandes padrões de circulação do ar que ocorrem em escala global.

Em 1735, o meteorologista inglês George Hadley (1685-1768) propôs o modelo celular de circulação atmosférica na troposfera, modificado pelo meteorologista estadunidense William Ferrel (1817-1891) no século XIX. Segundo esse modelo, a circulação atmosférica ocorreria por meio de três tipos de células em cada hemisfério, que seriam simétricas em relação a linha do Equador. Posteriormente, verificou-se que essa simetria ocorre apenas no outono e na primavera.

Entre a linha do Equador e as latitudes de 30° Norte e 30° Sul formam-se duas células de circulação, chamadas **células de Hadley** (**Fig. 6.4**). Nos trópicos, o ar que chega à superfície é quente e seco, relacionando-se com a ocorrência de zonas áridas ou desérticas, e próximo da linha do Equador o ar é quente e úmido por causa das chuvas. Os ventos que convergem para o Equador são alísios, mas, em função da rotação da Terra, o fazem obliquamente, soprando do sudeste no Hemisfério Sul e do nordeste no Hemisfério Norte. Na maior parte da costa brasileira, os alísios sopram do mar para o continente. A quantidade de vapor-d'água no ar determina a **umidade do ar**, geralmente apresentada em porcentagem em relação ao teor máximo de umidade em determinada temperatura e pressão, ou seja, **umidade relativa do ar**.

De modo similar, entre as latitudes de 30° e 60°, ao norte e ao sul, formam-se outras duas células de circulação chamadas **células de Ferrel**, onde o ar aquecido sobe ao redor dos 60° de latitude. Em geral, nas regiões de ar descendente há poucas chuvas e nas de ar ascendente há maior pluviosidade. Finalmente, entre as latitudes de 60° e 90°, também ao norte e ao sul, formam-se as **células polares.**



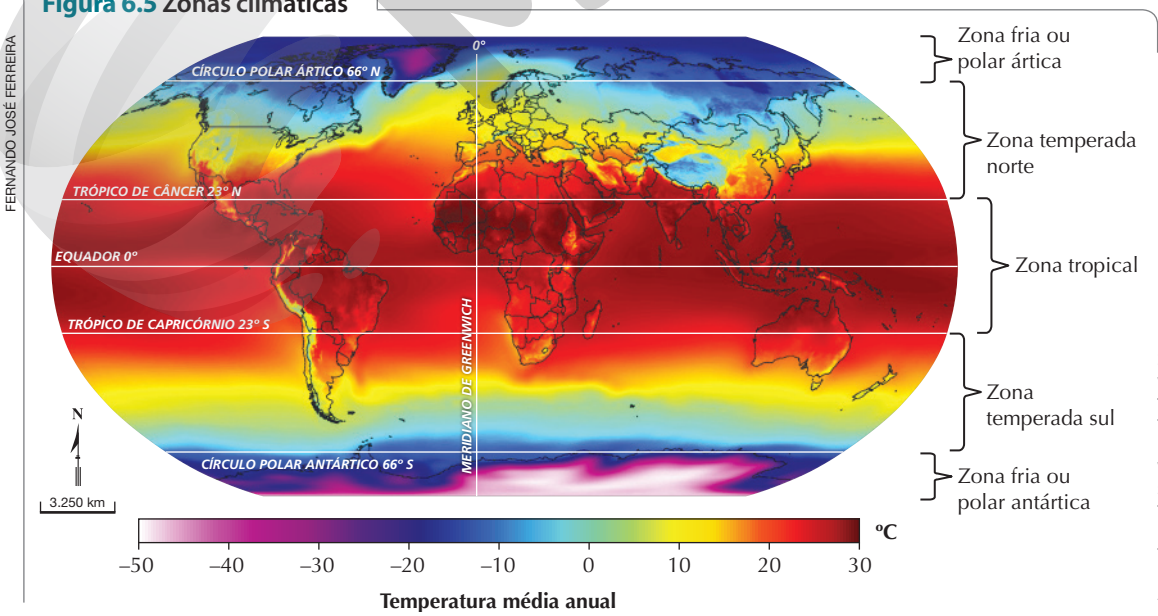
LUCA NAVARRO

Fonte: LUTGENS, F. K.; TARBUCK, E. J.; TASA, D. G. *The atmosphere: an introduction to meteorology*. Upper Saddle River (N.J.): Prentice-Hall, 2001.

Figura 6.4 Representação esquemática mostrando a circulação do ar entre a linha do Equador e as latitudes 30° N e 30° S (trópicos), com as duas células de Hadley. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

As principais zonas climáticas da Terra são: **zona tropical**, **zonas temperadas norte** e **sul** e **zonas frias** ou **polares ártica** e **antártica**. Elas se relacionam com as células descritas acima e são delimitadas em função da inclinação com que a radiação solar incide sobre a superfície ao longo do ano. Na **figura 6.5**, veem-se as cinco zonas climáticas; as faixas quentes pouco ao norte e pouco ao sul dos trópicos (em vermelho) correspondem às chamadas zonas subtropicais.

Figura 6.5 Zonas climáticas



FERNANDO JOSÉ FERREIRA

Fonte: SIEGEL, E.; BANG, S. W. A. This is why global warming is responsible for freezing temperatures across the U.S. *Forbes*, 30 jan. 2019. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/startswithabang/2019/01/30/this-is-why-global-warming-is-responsible-for-freezing-temperatures-across-the-usa/#1c7a5682d8cf>. Acesso em: 20 jul. 2020.

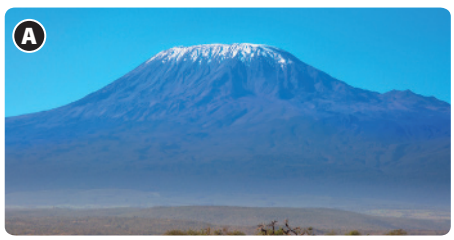
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Efeito da altitude no clima

A temperatura atmosférica é menor em locais mais altos, pois a camada de atmosfera sobre a região é menor, permitindo que maior quantidade de calor seja perdida para o espaço. A cada 200 m de altitude, a temperatura cai aproximadamente 1 °C e há modificação no regime de chuvas. Assim, em regiões montanhosas, mesmo que estejam próximas à linha do Equador, as temperaturas são mais baixas. O Monte Kilimanjaro, localizado na África, por exemplo, está praticamente na linha do Equador, mas, pelo fato de ser muito alto (mais de 4.500 m acima da planície savânica, chegando a 5.895 m acima do nível do mar), seu cume é coberto por neve e a temperatura no topo se aproxima de −10 °C durante o dia (**Fig. 6.6**).

KAVRAM/ISTOCK PHOTO/GETTY IMAGES



LANDSAT/COPERNICUS/GOOGLE EARTH

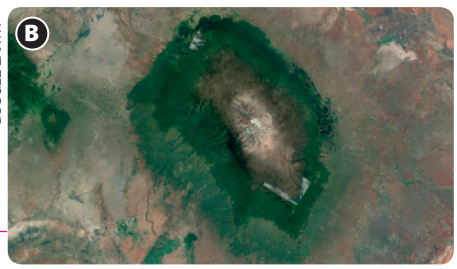


Figura 6.6 (A) Monte Kilimanjaro na savana da Tanzânia, na África, s/d, cerca de 3° ao sul da linha do Equador e próximo da fronteira com o Quênia. **(B)** Imagem de satélite registrada em 2019 mostrando a variação da vegetação com o aumento da altitude e a redução da neve no cume.

Efeito dos oceanos no clima

A energia solar que incide sobre os oceanos é parcialmente transformada em calor, que é emanado para a atmosfera ou transmitido, principalmente por meio da turbulência gerada pelas ondas, para as camadas de água subjacentes (até cerca de 100 m de profundidade). Além da distribuição vertical do calor na massa de água oceânica, as correntes superficiais conduzem horizontalmente o calor absorvido e o transferem para a atmosfera, determinando alterações climáticas locais (**Fig 6.7**). Como se pode ver, as correntes frias dirigem-se para a linha do Equador e as correntes costeiras quentes, para os polos. Isso tem profunda relação com os climas das regiões costeiras: em uma mesma latitude (Trópico de Capricórnio), o clima é mais frio na costa sudoeste da América do Sul (Chile) do que na costa sudeste do mesmo continente (Brasil). O mesmo ocorre na África, ao sul da linha do Equador.

Nos oceanos, a variação diária da temperatura é geralmente inferior à que ocorre no continente: eles retêm mais calor e se aquecem mais lentamente que o solo terrestre. Por conta disso, os oceanos contribuem de modo efetivo para a moderação do clima, uma vez que a reserva de calor nas águas adquirida nos períodos mais quentes é, em parte, dissipada nos períodos mais frios. Isso em razão da alta capacidade térmica da água.

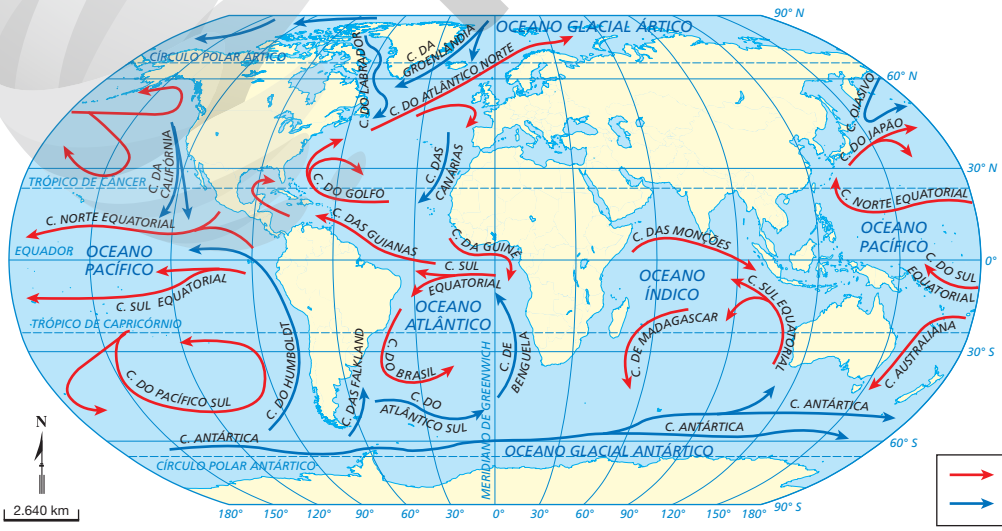
El Niño e La Niña

Segundo o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), **El Niño** e **La Niña** são partes de um mesmo fenômeno atmosférico-oceânico que ocorre no Oceano Pacífico Equatorial, (e na atmosfera sobrejacente) denominado El Niño Oscilação Sul (Enos). O Enos refere-se às situações nas quais o Oceano Pacífico Equatorial está mais quente (El Niño) ou mais frio (La Niña) do que a média normal histórica.

O que ocorre é uma variação na intensidade dos ventos alísios. No Pacífico Equatorial, esses ventos movem as águas quentes superficiais da costa do Peru na direção da Austrália, fazendo a água fria mais profunda da costa peruana se aproximar da superfície. Ao mesmo tempo, forma-se a chamada célula de Walker, que ocorre sobre a linha do Equador entre regiões a leste e a oeste (análoga às células de Hadley, que ocorre na direção Equador-polos).

Analise com os estudantes a variação no padrão de vegetação desta foto de satélite, relacionando a diminuição da temperatura com a diminuição no tamanho e na diversidade de plantas.

Figura 6.7 Principais correntes oceânicas



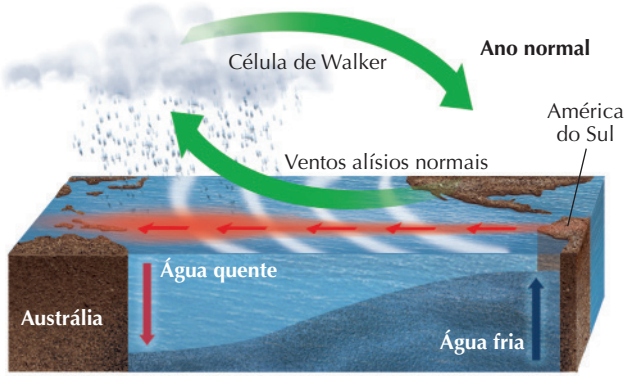
FERNANDO JOSÉ FERREIRA

Fonte: FERREIRA, G. M. L. *Atlas geográfico*: espaço mundial. São Paulo: Moderna, 2010.

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

MODERNA

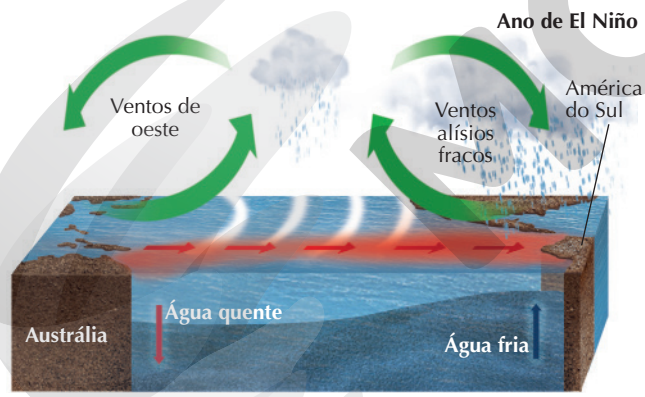
Em anos normais, esses eventos causam a elevação de massas úmidas de ar sobre o Pacífico próximo à Austrália, levando à formação de chuvas abundantes nessa região. Já na costa oeste da América do Sul a massa de água fria se aproxima da superfície, e o clima fica mais seco (**Fig. 6.8**).



Fonte: FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 1, n. 1. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25215/16909>. Acesso em: 20 jul. 2020.

Figura 6.8 Representação esquemática, em corte, do oceano e da circulação atmosférica ao longo da linha do Equador em anos normais. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

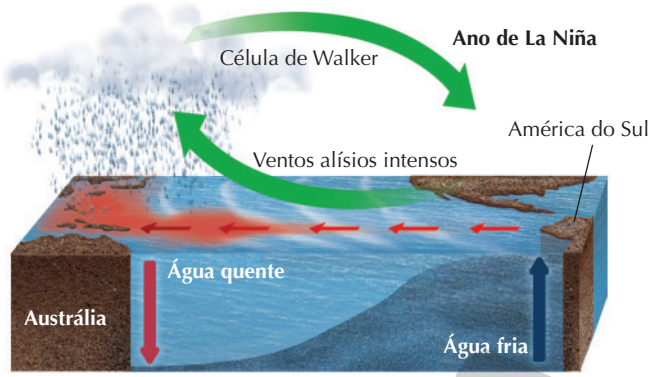
Em anos de El Niño, os ventos alísios ficam muito enfraquecidos e os ventos de oeste conseguem arrastar a água quente superficial na direção da América do Sul, onde as temperaturas de superfície se elevam. O efeito é um estreitamento da célula de Walker – como as massas úmidas agora sobem nas proximidades da costa peruana, registram-se mais chuvas nessas regiões. Ao mesmo tempo, chove menos no Pacífico junto à Austrália (**Fig. 6.9**).



Fonte: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Inema). *O que é o El Niño?* Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2011/11/Informa%C3%A7%C3%B5es-do-El-Ni%C3%B1o.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2020.

Figura 6.9 Representação esquemática, em corte, do oceano e da circulação atmosférica ao longo da linha do Equador em anos de El Niño. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

No caso de La Niña, os alísios ficam mais fortes que o normal, ativando mais a célula de Walker. Com isso o arraste da água quente de superfície na direção da costa da Austrália se intensifica, causando fortes precipitações nessa região. Além disso, esse arraste também resulta no afloramento de águas bastante frias na costa do Peru, onde o clima fica ainda mais seco e frio (**Fig 6.10**).



Fonte: Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Inema). *O que é o La Niña?* Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2011/11/Informa%C3%A7%C3%B5es-do-La-Ni%C3%B1a.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2020.

Figura 6.10 Representação esquemática, em corte, do oceano e da circulação atmosférica ao longo da linha do Equador em anos de La Niña. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A mudança na temperatura do Oceano Pacífico Equatorial acarreta efeitos globais na temperatura e precipitação. No Brasil, em anos de El Niño ocorre a redução das chuvas nas regiões Nordeste e Norte, causando secas mais intensas na primeira e aumentando a probabilidade de incêndios florestais na Amazônia. No Sul, esse fenômeno causa aumento de temperatura média e altos índices de precipitação. No Sudeste apenas se observa aumento moderado da temperatura média. Em anos de La Niña observam-se situações tão intensas quanto em anos de El Niño, mas ao contrário em cada região. Há aumento na intensidade da estação chuvosa no Norte, ocasionando cheias expressivas de alguns rios; chuvas intensas e aumento da chegada de frentes frias no Nordeste; no Sul, causa diminuição da temperatura e estiagem, principalmente no verão e na primavera; no Sudeste, por fim, causa apenas diminuição discreta da temperatura média. O Centro-oeste é a única região na qual não há alterações no padrão de chuvas e na temperatura causadas por esses dois fenômenos.

Fatores naturais e antrópicos que afetam o balanço térmico da Terra

Há diversos fatores que afetam o balanço térmico da Terra, podendo causar aumento ou diminuição da temperatura atmosférica. Entre eles destacam-se a intensidade da própria radiação solar, que varia ao longo do tempo, a concentração dos gases de efeito estufa e dos aerossóis e o albedo.

Radiação solar

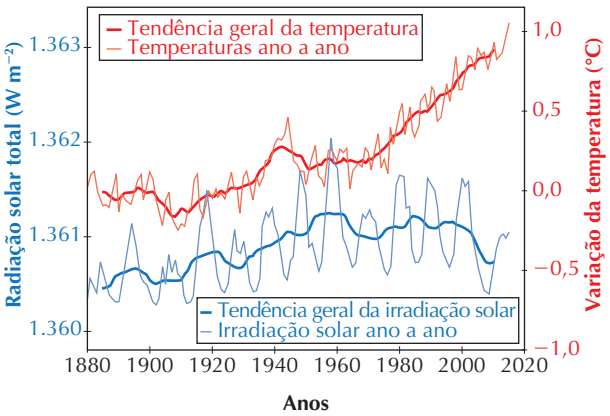
Esse fator é muito afetado por fenômenos cósmicos envolvendo a atividade solar (manchas solares). Há também fenômenos de longa duração (milhares de anos), que não discutiremos aqui.

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

ILUSTRAÇÕES: LÍGIA DUQUE

O gráfico da **figura 6.11** compara a variação da temperatura atmosférica na superfície da Terra com a variação da irradiação solar e suas tendências no período 1880-2019. Note como a radiação solar varia ciclicamente, em períodos de 11 anos – esses são os ciclos de manchas solares que evidenciam aumentos e reduções da irradiação. As correspondentes linhas mais grossas mostram as tendências após atenuarem-se as oscilações naturais de curto prazo. Desde os anos 1960 não há tendência ao aumento da irradiação solar que possa explicar o aumento da temperatura na superfície terrestre (aquecimento global) verificado no período.

Figura 6.11 Comparação entre a variação da temperatura na superfície da Terra e a energia solar recebida pelo planeta



Fonte: NASA. What Is the Sun's Role in Climate Change? *Nasa Blog*, 6 set. 2019. Disponível em: <https://climate.nasa.gov/blog/2910/what-is-the-suns-role-in-climate-change/>. Acesso em: 20 jul. 2020.

Gases de efeito estufa

Como já vimos, o aumento da concentração dos gases de efeito estufa é um fator que contribui para o aquecimento da atmosfera. Muitos gases são produzidos naturalmente, mas também decorrem das atividades humanas – é o caso, por exemplo, do vapor-d'água, do CO_2 e do CH_4, além do óxido nitroso (N_2O). Outros gases são principalmente ou exclusivamente antropogênicos, ou seja, têm origem em atividades antrópicas. É o caso dos clorofluorcarbonos (CFC) e similares e do hexafluoreto de enxofre (SF_6), que é 23,9 mil vezes mais potente como gás de efeito estufa do que o CO_2.

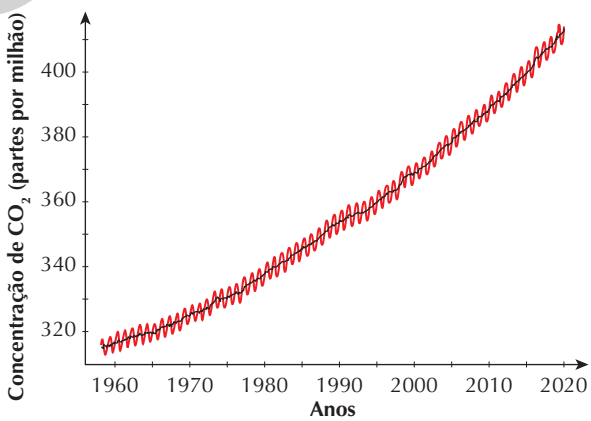
As principais fontes antropogênicas dos gases de efeito estufa são as atividades industriais, a produção e utilização de energia, principalmente a energia relacionada à queima de combustíveis fósseis, e o desflorestamento associado às queimadas e à expansão e manutenção das atividades agropecuárias. O vapor-d'água é o mais abundante gás de efeito estufa e o que tem maior parcela de contribuição para o efeito estufa natural. O teor de umidade na atmosfera depende basicamente da temperatura e, nesse sentido, há um tipo de retroalimentação positiva, ou seja, a intensificação do efeito amplifica mais ainda o próprio efeito.

Com temperatura mais alta, mais água evapora da superfície para a atmosfera; além disso, aumenta a proporção máxima possível de vapor-d'água no ar. Com esse aumento, intensifica-se o efeito estufa e a temperatura sobe, favorecendo a evaporação de mais água para a atmosfera. Em contrapartida, com o aumento da umidade, também se expande a área coberta por nuvens; com isso aumenta o albedo, compensando em alguma medida a contribuição para o aquecimento atmosférico.

O CO_2 é considerado o principal gás responsável pelo efeito estufa, em razão da sua maior concentração na atmosfera em comparação com outros gases. Ele é absorvido principalmente pelos organismos fotossintetizantes e liberado por uma imensa parcela dos seres vivos presentes na biosfera, por exemplo, por meio da respiração. Esse gás também é liberado de forma natural nas erupções vulcânicas. As atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis e as queimadas, também liberam grandes quantidades de CO_2 na atmosfera, aumentando seu teor.

O CO_2 foi o primeiro gás de efeito estufa cujo aumento de teor foi efetivamente registrado desde a metade do século XX até hoje. O químico estadunidense Charles David Keeling (1928-2005), que em 1957 ajudou a implantar, em vários lugares do mundo, um programa de medidas diárias da concentração de CO_2 na atmosfera. O programa gera esses dados ininterruptamente desde 1959. O gráfico da **figura 6.12** mostra que a tendência geral (em preto) é fortemente ascendente, ou seja, está ocorrendo aumento da concentração de CO_2 na atmosfera.

Figura 6.12 Aumento da concentração de CO_2 na atmosfera de 1959 a 2020



Fonte: GLOBAL MONITORING LABORATORY. *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide*. Disponível em: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>. Acesso em: 20 jul. 2020.

A elevação do teor de CO_2 na atmosfera tem outra consequência ambiental além da intensificação do efeito estufa. Trata-se da acidificação da água dos oceanos, que originalmente era ligeiramente alcalina. Apesar de a absorção de CO_2 pelos oceanos auxiliar na tomada desse gás da atmosfera,

ILUSTRAÇÕES: NELSON MATSUDA

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

MODERNA

diminuindo sua concentração como gás de efeito estufa, a acidificação dos oceanos impacta profundamente a diversidade marinha. Isso porque o CO_2 e H_2O reagem formando o ácido carbônico (H_2CO_3) e diminuindo o pH da água. Além disso, os íons hidrogênio (H^+), liberados pelo ácido carbônico, ligam-se aos íons carbonato (CO_3^{2-}), formando íons bicarbonato (HCO_3^-). Esse processo causa a dissolução dos esqueletos de corais e outros organismos (formados por carbonatos).

O metano (CH_4) absorve a radiação infravermelha muito mais intensamente que o CO_2 (cerca de 20 vezes mais), mas sua contribuição para o efeito estufa é relativamente menor em razão de a sua concentração na atmosfera ser baixa. Esse gás pode ser gerado naturalmente pela decomposição anaeróbica da matéria orgânica, muito comum em ambientes estagnados como pântanos. Sua produção também acontece a partir de atividades humanas, como o cultivo de arroz em áreas alagadas e anóxicas, a inundação de áreas vegetadas para construção de represas e a pecuária. Os processos digestivos dos ruminantes produzem cerca de 35% a 40% de todo o metano antropogênico. Atualmente, o teor de CH_4 na atmosfera é o mais alto dos últimos 650 mil anos, tendo aumentado bastante ao longo do século XX, a ponto de quase dobrar a concentração pré-industrial.

Albedo

A proporção de energia radiante refletida pela superfície terrestre e por materiais presentes na atmosfera em relação à incidente é chamada **albedo**: trata-se de um valor entre 0 e 1, ou entre 0 e 100%. Materiais claros refletem mais luz visível que os escuros. Assim, nuvens, desertos de areia e regiões cobertas pela neve ou pelo gelo contribuem positivamente para o aumento do albedo.

Qualquer fenômeno que resulte em escurecimento da superfície, como a retração de superfícies geladas tanto nos mares polares quanto nas áreas continentais, contribui para diminuir o albedo e aumenta a temperatura atmosférica, realimentando o degelo e amplificando o aquecimento.

Aerossóis naturais e antropogênicos

Ao estudarmos o balanço energético da Terra (**Fig. 6.1**), vimos que, tanto nas nuvens quanto na atmosfera, parte da radiação solar é absorvida e parte é refletida ou dispersada. Nas nuvens temos gotículas de água e na atmosfera em geral ocorrem diversos tipos de outras partículas sólidas ou líquidas de origem natural ou antrópica, que são os **aerossóis**.

Atualmente é consensual no mundo científico a influência dos aerossóis no balanço térmico do planeta. O modo como se dá essa influência, entretanto, varia muito dependendo do tipo de aerossol e do cenário. Há aerossóis que atuam absorvendo energia e aumentando o aquecimento, como as partículas de carbono ou fuligem e aerossóis que refletem energia diminuindo o aquecimento, como os aerossóis de sulfato, que são emitidos pela queima de carvão mineral ou pelas erupções vulcânicas.

A **atividade vulcânica** produz grande quantidade de aerossóis de vários tipos. Cinzas finas podem permanecer por um longo tempo em suspensão na atmosfera e afetar fortemente o clima global. Foi o caso da erupção do vulcão Pinatubo, nas Filipinas, em junho de 1991. O impacto desse evento se estendeu por mais de 2 anos, graças à longa permanência dos aerossóis na estratosfera, e chegou a reduzir a temperatura atmosférica global em 0,4 °C.

Várias atividades humanas liberam aerossóis na atmosfera. A queima incompleta de combustíveis fósseis e a derrubada e queima de biomassa por conta dos desmatamentos, além de emitirem gases de efeito estufa, produzem grande quantidade de aerossóis incorporados à fumaça, especialmente **fuligem** ou **carbono negro**. Esse tipo de material na atmosfera absorve intensamente a radiação solar, mas o efeito sobre a temperatura atmosférica pode variar dependendo de outros fatores. Se a fuligem se deposita sobre superfícies claras, o albedo se reduz e a tendência é o aquecimento, mas quando ela sobe muito na atmosfera, há uma redução da energia que chega à superfície, e então a tendência é de resfriamento.

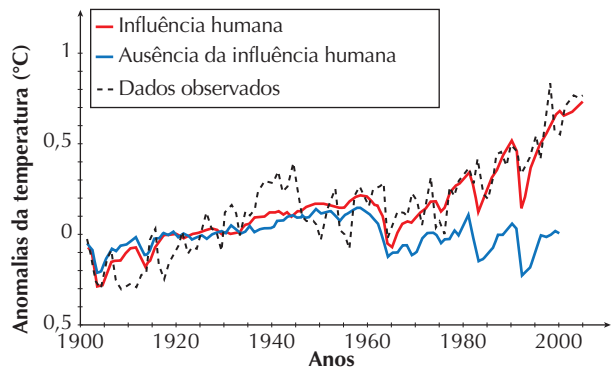
Qual é a contribuição antrópica para o aquecimento global?

Há muita discussão sobre esse tema, mas não se discute se o aquecimento global é ou não uma realidade. O aquecimento global é fartamente evidenciado, inclusive por medidas diretas.

O que causa divergências é até que ponto ele é um processo natural inevitável ou resultado das atividades humanas. Os dados disponíveis sobre diversos fatores que podem afetar a temperatura atmosférica na superfície do planeta apontam para a segunda possibilidade (**Fig. 6.13**).

NELSON MATSUDA

Figura 6.13 Influência dos fatores humanos e não humanos na temperatura atmosférica entre 1900 e 2000



Fonte: NASA EARTH OBSERVATORY. *If Earth has warmed and cooled throughout history, what makes scientists think that humans are causing global warming now?* Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/blogs/climateqa/if-earth-has-warmed-and-cooled-throughout-history-what-makes-scientists-think-that-humans-are-causing-global-warming-now/>. Acesso em: 20 jul. 2020.

Auxilie os estudantes a interpretarem o gráfico. Comente que a linha tracejada mostra as temperaturas efetivamente medidas; em vermelho, a variação explicada pela influência humana; em azul, o esperado considerando apenas a influência de fatores naturais.

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

MODERNA

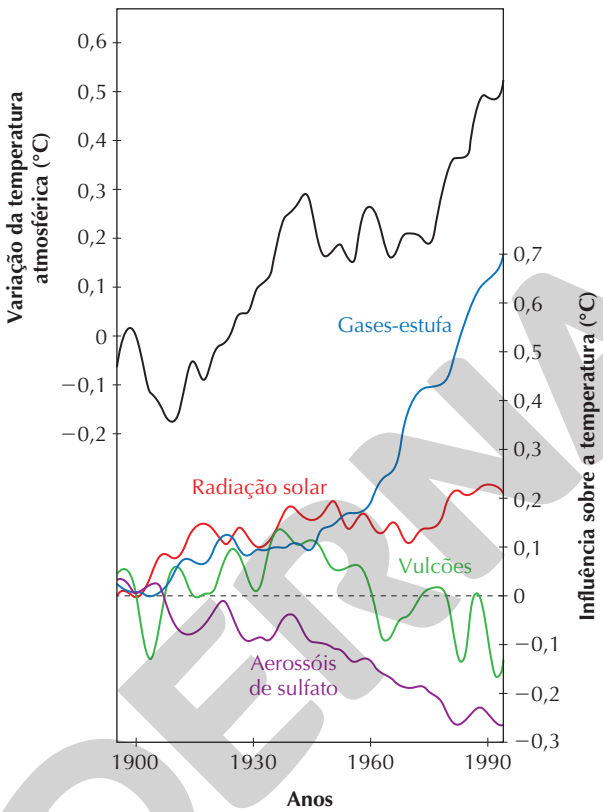
As principais evidências que apontam para causas antrópicas do aquecimento global são:

- velocidade do aquecimento: após os períodos glaciais, ocorreram aquecimentos globais em que a temperatura levou cerca de 5 mil anos para se elevar entre 4 °C e 7 °C. Em contrapartida, só no século passado a temperatura média subiu 0,7 °C, ou seja, cerca de oito vezes mais rápido que a média das pós-glaciações;
- as observações mostram que as potenciais causas naturais (radiação solar e vulcanismo) não explicam a rápida e acentuada variação térmica evidenciada pelos estudos, que permitem detectar fatores potencialmente causadores de mudanças climáticas, como o aquecimento global. Muitos desses estudos são baseados em correlações, que indicam quanto a variação de uma variável está atrelada à de outra, não estabelecendo seguramente relações de causa e efeito;
- mesmo considerando com cautela a forte correlação entre o aumento da concentração do CO_2 na atmosfera e o aumento da temperatura do planeta, não é razoável negar a intensificação do efeito estufa com a acentuada elevação do teor de CO_2. Afinal, trata-se de um fenômeno físico. O que poderia ocorrer seria algum tipo de compensação do efeito estufa por eventuais fatores a favor do resfriamento.

Ao longo deste nosso estudo vimos que o aquecimento global pode estar relacionado com fatores diversos coatuantes, como atividade solar, concentração de aerossóis e efeito estufa. Alguns desses fatores são positivos e outros são negativos para o aquecimento, mas, ao juntá-los em um só gráfico, observa-se que o padrão de crescimento da temperatura segue especialmente o padrão de aumento nos teores de gases de efeito estufa (**Fig. 6.14**).

NELSON MATSUDA

Figura 6.14 Variações de temperatura global em relação à referência considerada normal e influência de fatores diversos ao longo do século XX



Fonte: MEEHL, G. A. *et al*. Combinations of Natural and Anthropogenic Forcings in Twentieth-Century Climate. *Journal of Climate*, 2004, 17: 3727. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/jcli/article/17/19/3721/30264/Combinations-of-Natural-and-Anthropogenic-Forcings>. Acesso em: 20 jul. 2020.

Atividades

Registre em seu caderno

1. Sobre o efeito estufa, podemos afirmar que:
   a) resulta da incidência direta da radiação infravermelha do Sol.
   b) acontece em função da absorção, por gases componentes da atmosfera, do calor irradiado da superfície terrestre.
   c) o principal gás envolvido é o O_2, daí o aumento da temperatura atmosférica a partir do surgimento dos organismos autotróficos.
   d) é intensificado pela absorção do CO_2 atmosférico pelos oceanos, que então se aquecem.
   e) não sofre influência do teor de vapor-d'água atmosférico.

2. A variação climática em função da latitude deve-se:
   a) à variação do ângulo de inclinação dos raios solares ao incidirem na superfície terrestre.
   b) à influência das correntes marinhas frias que se dirigem dos polos para a linha do Equador.
   c) à maior distância dos polos até o Sol, em relação à distância da linha do Equador até o Sol, em função da curvatura da superfície terrestre.
   d) à influência dos ventos alísios, que convergem para a linha do Equador, aquecendo essa região.
   e) ao efeito das células de Hadley e Ferrel, respectivamente na linha do Equador e nos trópicos.

3. Neste Tema vimos que as variações climáticas na Terra dependem de diversos fatores, entre eles a latitude e a inclinação do eixo de rotação associadas à translação em torno do Sol. Em relação a isso, responda às questões a seguir.
   a) Por que a região tropical é mais quente que as regiões temperadas e polares?
   b) Por que, quando é inverno no Hemisfério Norte, é verão no Hemisfério Sul?

4. A respeito da relação entre o mar e o clima, responda às questões a seguir.
   a) Por que os oceanos atuam moderando o clima, ou seja, reduzindo a amplitude das variações térmicas entre o dia e a noite?
   b) Descreva um mecanismo pelo qual os oceanos podem atenuar o aquecimento global.

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

MODERNA

5. (PUC-RJ) A partir da Revolução Industrial, o teor de gás carbônico (CO_2) atmosférico, que era em torno de 275 ppm (partes por milhão), sofreu um aumento da ordem de 25%. Estima-se que, em 2050, se mantidas as taxas atuais de emissão deste gás, sejam atingidos teores entre 550 e 650 ppm. Qual a alternativa que aponta, respectivamente, a principal causa de aumento do CO_2 atmosférico e uma possível forma de redução deste fenômeno?

a) Desmatamento na Amazônia; reflorestamento em larga escala.

b) Uso de gases contendo CFC; erradicação da energia nuclear.

c) Aumento das áreas cultivadas; campanhas de educação ambiental.

d) Queima de combustíveis fósseis; reflorestamento em larga escala.

e) Destruição da camada de ozônio; redução da atividade industrial.

6. (UPM-SP) "A primavera começa hoje às 13h30min no hemisfério sul. É quando ocorre o equinócio, momento astronômico em que o Sol cruza a linha do Equador. A expectativa do meteorologista da empresa Climatempo, Alexandre Nascimento, para a nova estação, é de comportamento climático normal, porque não ocorreram e nem devem ocorrer, neste ano, os efeitos do El Niño e do fenômeno La Niña".

Adaptado de *O Estado de São Paulo,* 22 set. 2004.

Os efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña podem ser observados quando ocorrem, respectivamente:

a) o aquecimento e o resfriamento das águas do Atlântico em sua porção equatorial.

b) o resfriamento e o aquecimento das águas do Pacífico em sua porção equatorial.

c) o aquecimento e o resfriamento das águas do Pacífico em sua porção equatorial.

d) o aquecimento e o resfriamento das águas do Índico em sua porção equatorial.

e) o aquecimento, em ambos os casos, das águas do Pacífico em sua porção glacial.

7. Observe as **figuras 6.2** e **6.3**, no começo deste Tema. Depois, analise as afirmações a seguir, classificando-as como verdadeiras ou falsas e justificando a sua escolha.

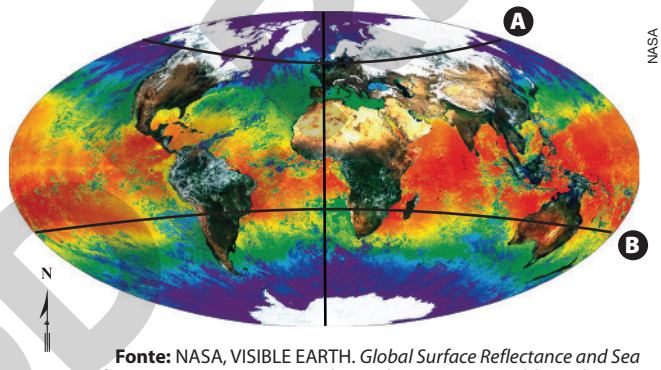
a) No dia do nosso solstício de verão, um morador do município de Macapá (AP), na altura da linha do Equador, verá o caminho que o Sol percorre no céu durante o dia do mesmo jeito que um morador no município de Sorocaba (SP), na altura do Trópico de Capricórnio.

b) Todos os anos, no mês de maio, quem mora na América do Norte recebe a energia solar de forma mais direta e concentrada do que quem mora no Brasil.

8. O mapa abaixo, elaborado com dados de abril de 2000, representa a temperatura da água superficial dos oceanos e a reflectância das áreas terrestres, indicativa do tipo de ambiente. Nos oceanos, as temperaturas aumentam na seguinte sequência de cores: lilás, azul, azul-claro, verde, amarelo, laranja e vermelho. Nas áreas terrestres, a reflectância indica que o tom ocre ou bege-claro corresponde a áreas desérticas ou áridas; o branco, a gelo ou nuvens e o verde, a áreas com vegetação.

Reflectância: fração da luz que incide em uma superfície e é refletida por ela. Quanto mais branca é uma superfície, maior é a sua reflectância. O valor da reflectância é definido em comparação com uma superfície branca que reflete totalmente a luz incidente (100% de reflectância). Regiões da Terra cobertas de neve, portanto, apresentam alta reflectância.

Analise a imagem e responda às questões.



NASA

Fonte: NASA, VISIBLE EARTH. *Global Surface Reflectance and Sea Surface Temperature*. Disponível em: <https://www.visibleearth.nasa.gov/images/54223/global-surface-reflectance-and-sea-surface-temperature?size=all>. Acesso em: 20 jul. 2020.

a) Por que os desertos da Terra não ocorrem na faixa equatorial (correspondendo à faixa cor vermelha, mais quente)?

b) Observe os paralelos desenhados sobre o mapa. Ao longo do paralelo A, como se justifica a água oceânica mais quente no norte da Europa do que na costa do Canadá, na mesma latitude? No paralelo B se verifica menor temperatura da água do mar na costa atlântica do sul da África do que na costa do Brasil, na mesma latitude. Como se explica isso?

c) Quais são as regiões terrestres de maior albedo? Justifique.

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.

EXCLUSIVA

Reflexões sobre a ciência

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 2; 7; 10

Habilidades: EM13CNT203; EM13CNT207; EM13CNT301; EM13CNT303; EM13CNT309; EM13CHS306

Qual é o papel das Ciências nas conferências mundiais e na promoção de novas políticas?

Reflita sobre a questão acima e registre suas ideias. Em seguida, leia o texto e responda às questões.

Para algumas pessoas, os conceitos de ecologia e economia são distintos e, por vezes, antagônicos. Entretanto, a origem dessas palavras revela que há uma ligação muito forte entre eles. As duas palavras compartilham o radical ECO, do grego *oikos* = casa, variando somente as terminações, LOGIA, do grego *logos* = estudo, e NOMIA, do grego *nomos* = leis, regras e administração. Tudo isso para dizer que tanto a ecologia como a economia estão relacionadas à forma como lidamos com nossa casa, o nosso planeta.

Nesse contexto, a partir da segunda metade do século passado, diversas conferências mundiais ocorreram com o propósito de debater, analisar e traçar estratégias para o desenvolvimento sustentável nos cenários ecológico e econômico, alinhando as relações entre indústria, ciência e política e as discussões sobre o futuro do nosso planeta.

Realizada em 1972, a primeira grande Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, também conhecida como Conferência de Estocolmo (capital sueca e sede do evento), contou com a participação de 113 chefes de estado e de representantes de diferentes instituições, entre as quais agências governamentais, grupos de cientistas, organizações não governamentais (ONGs) e empresários. Foi um marco que definiu uma nova forma de pensar sobre o desenvolvimento do planeta, trazendo à tona problemas relacionados à exploração de recursos naturais, ao aumento da poluição atmosférica e ao crescimento da população mundial.

Em 1992, na cidade do Rio de Janeiro, ocorreu a Cúpula da Terra, que ficou conhecida como ECO-92. Nessa conferência, para além da identificação dos problemas, governantes de 108 países, cientistas e membros da sociedade civil definiram importantes acordos sobre as questões ambientais em âmbito global, entre eles o mais importante foi a Agenda 21, que é um plano de ações para o desenvolvimento sustentável no século 21.

Com base em pesquisas científicas que apontavam o aumento dos gases de efeito estufa (GEE) e suas consequências, em 1997, com a assinatura do Protocolo de Kyoto, no Japão, foi firmado um compromisso internacional mais rigoroso sobre a redução desses gases, que são a causa atual do aquecimento global. O documento também contribuiu para consolidar a relevância dos estudos científicos nessas tomadas de decisão.

Em 2012 ocorreu a Rio+20, no Rio de Janeiro, que marcou os 20 anos da ECO-92. Nela foram destacados temas importantes, como energia, segurança alimentar, emprego, cidades sustentáveis, água, oceanos e desastres naturais.

Novas alterações nas políticas só vieram a ser feitas em 2015, com a realização da Conferência do Clima da Organização das Nações Unidas (ONU), a COP-21, que resultou no Acordo de Paris. Esse novo acordo global sobre o clima foi assinado por chefes de estado de 195 países-membros das Nações Unidas. Eles assumiram o compromisso de reduzir a emissão de GEE, com o propósito claro de controlar o aumento da temperatura no planeta, impedindo que esse seja superior a 1,5 °C, em 2100, tendo como base a temperatura média anterior à industrialização.

Nesse mesmo ano, em Nova York, nos Estados Unidos, aconteceu a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável. O evento resultou na definição dos novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), uma agenda de ações programadas para acontecer até 2030, a Agenda 2030. Entretanto, diferentemente do Protocolo de Kyoto e do Acordo de Paris, ela não tem caráter jurídico e não resulta na obrigatoriedade de adoção de políticas sociais e ambientais por parte dos países signatários.

Paralelamente às conferências sobre as questões ambientais, ocorreram as reuniões anuais do Fórum Econômico Mundial (FEM), em Davos, na Suíça, em que governantes, diretores e executivos, cientistas, empreendedores sociais e jovens líderes globais apresentaram e discutiram temas de relevância nos cenários político e econômico. Em 2015, o tema principal foi *O novo contexto global*, abordando o terrorismo e a instabilidade política e social no Oriente Médio, e, em uma espécie de antecipação à COP-21, foram discutidas as consequências das mudanças climáticas apontadas pelos cientistas. Em 2016, o tema de destaque do evento foi a *Quarta revolução industrial*, em que foram apresentadas estratégias para implementação de novas tecnologias

Continua

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

e processos mais eficazes, garantindo o fornecimento de bens e serviços industriais em consonância com as demandas do desenvolvimento sustentável.

Em 2017, o tema central foi *Liderança responsável e responsiva* e envolveu debates sobre globalização, tecnologia e desigualdade na distribuição de renda. Em 2018, com o tema principal *Criando um futuro compartilhado em um mundo fraturado*, houve um chamado aos líderes globais para que assumissem um compromisso de colaboração internacional como forma de solucionar desafios globais críticos, sendo uma das estratégias possíveis a garantia de financiamento às pesquisas científicas, o que permitiria um melhor entendimento sobre os problemas futuros. Em 2019, foram discutidos em Davos temas como *Inteligência artificial, tensões geopolíticas e o futuro do trabalho* e, em 2020, as discussões sobre um *Mundo coeso e sustentável,* que incentivaram e ajudaram governos e instituições internacionais a acompanhar os progressos relacionados ao Acordo de Paris e aos ODS.

A mudança no modo de pensar e fazer política neste século, que levará em conta tanto os aspectos econômicos como os ecológicos, está refletida em uma das definições presentes em dicionários *on-line* para o termo *economia*: "a ciência que estuda os fenômenos relacionados com a obtenção e a utilização dos recursos materiais necessários ao bem-estar".

Atividades

Registre em seu caderno

1. Retome seus registros iniciais. Após ler o texto, quais são suas impressões sobre o papel das Ciências na nova forma de pensar o desenvolvimento do planeta? Justifique sua resposta citando um trecho do texto que mostre isso.
2. O texto traz vários exemplos de problemas e propostas de transformações socioambientais que foram tratados nas conferências da ONU e do FEM. Identifique um desses exemplos, relacionando-o às práticas científicas e às novas políticas públicas e industriais.

Pensamento crítico e argumentação

Registre em seu caderno

Como analisar criticamente uma publicação que traz informações científicas?

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 4; 7; 9; 10

Habilidades: EM13CNT303; EM13CNT309; EM13LP07; EM13LP10; EM13LGG103

Do ponto de vista textual, fazer uma crítica envolve realizar uma análise minuciosa de alguma obra, que pode ser um livro, um artigo ou um filme. Esse gênero textual é denominado **resenha crítica**. Ela também é utilizada nas Ciências como uma importante ferramenta para impulsionar a produção de conhecimentos e a divulgação de ideias, e tem como base a compreensão que seu autor apresenta de uma obra/produção.

A resenha crítica é mais que um simples resumo informativo. Ela emprega uma linguagem argumentativa, utiliza ideias complementares à obra que está sendo analisada e estabelece relações com outras obras e autores. Por envolver um posicionamento, além de impulsionar uma reflexão por parte do leitor, a resenha poderá induzi-lo a apreciar ou não a obra/produção analisada.

Nesta seção, vamos explorar resenhas críticas para refletir sobre como podemos fazer, do ponto de vista formal, críticas claras e embasadas. Utilizaremos um documentário que, na ocasião de seu lançamento, gerou críticas controversas de apoiadores e opositores às ideias expressas na obra.

1. Os fragmentos a seguir foram retirados de críticas feitas ao documentário *Uma verdade inconveniente* (2006). Leia-os a fim de identificar a ideia central e responda às questões.

Fragmento A

[...] O juiz Barton disse que embora o filme fosse "amplamente exato" na sua apresentação das mudanças climáticas, ele identificou nove erros significativos no filme, alguns dos quais, surgiram no "contexto do alarmismo e do exagero" para apoiar a visão do ex-vice-presidente dos EUA sobre as mudanças climáticas.

O filme foi amplamente recebido por ativistas e cientistas ambientais em seu lançamento no ano passado [2006] e embora eles tenham apontado erros, estes eram relativamente pequenos e não diminuíram a mensagem central do filme – que o aquecimento global é um problema real e que os humanos têm a tecnologia para fazer algo a respeito.

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

MODERNA

Continuação

[...] O juiz decidiu que o filme pode ser exibido nas escolas, como parte de um pacote de recursos para as mudanças climáticas, mas apenas se for acompanhado de notas de orientação para equilibrar as opiniões "unilaterais" do Sr. Gore [protagonista do documentário]. A "visão apocalíptica" apresentada no filme não foi uma análise imparcial da ciência da mudança climática, segundo o juiz Barton. [...]

Ele [...] descreveu o filme como "poderoso, dramaticamente apresentado e altamente produzido profissionalmente", construído em torno da "presença carismática" do Sr. Gore, "cuja cruzada agora é persuadir o mundo dos perigos da mudança climática".

Os erros identificados lidam principalmente com os impactos previstos das mudanças climáticas e incluem as alegações do Sr. Gore de que uma subida do nível do mar [...] seria causada pelo derretimento na Antártica Ocidental ou na Groenlândia "num futuro próximo".

O juiz disse: "Isto é claramente alarmista e faz parte da 'chamada de despertar' do Sr. Gore." Ele aceitou que o derretimento do gelo libertaria esta quantidade de água – "mas só depois e ao longo de milênios."

Apesar [...] de erros significativos, o juiz Barton disse que muitas das afirmações feitas pelo filme foram apoiadas pelo peso da evidência científica e identificou quatro hipóteses principais, cada uma delas muito bem apoiadas "por pesquisas publicadas em revistas respeitadas e revisadas por pares e de acordo com as últimas conclusões do IPCC [Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas]". [...]

ADAM, D. Gore's climate film has scientific errors – judge. *The Guardian*. 2007. Disponível em: <https://www.theguardian.com/environment/2007/oct/11/climatechange?gusrc=rss&feed=networkfront>. Acesso em: 22 jul. 2020. (Traduzido e adaptado pelos autores.)

Fragmento B

Em 2006, o político e ativista ambiental Al Gore lançou luz sobre a causa do aquecimento global com o documentário "Uma Verdade Inconveniente". Comparando as previsões do filme com os fatos verificados e com o panorama atual dos estudos, é possível concluir que Gore errou no varejo, mas acertou no atacado.

[...] Como efeito colateral do sucesso do filme, a questão do aquecimento global, em particular o papel da humanidade nele, tornou-se tão ou mais aquecida politicamente do que a atmosfera. Sua mensagem, baseada nos estudos de centenas de cientistas, é ao mesmo tempo simples e preocupante – para alguns aterrorizante: se nada for feito para atenuar a emissão de gás carbônico e outros gases responsáveis pelo efeito estufa, a temperatura global continuará a subir, as calotas polares irão descongelar, o nível dos oceanos se elevará, e os padrões climáticos do planeta sofrerão mudanças profundas, muitas delas devastadoras.

Passados dez anos, e apesar do ceticismo insistente de muitos – que chegam a chamar o aquecimento global de uma farsa dos liberais –, essas verdades continuam absolutamente válidas. O planeta continua aquecendo, e a razão principal é a poluição gerada por gases produzidos pela queima de combustíveis fósseis. Em sua essência, o filme acertou.

[...] É fácil entender o porquê do exagero retórico. O perigo existe e está mudando nosso planeta. Sem fazer barulho, ninguém escuta nada.

[...] Passados dez anos desde o lançamento do filme, a situação é ainda mais grave. A maior dificuldade para a aceitação dessas previsões pelo público reside no fato de que elas não são imediatas ou relacionadas a um evento específico. É bem mais conveniente não se preocupar com uma previsão – a menos que haja urgência ou um mecanismo transparente de causa e efeito.

Se os cientistas pudessem afirmar, com certeza absoluta, que no dia 23 de janeiro de 2025, o mar invadiria o Rio de Janeiro, alagando 50% da cidade, a coisa seria diferente. Mas não funciona assim.

[...] Os dados existem e são acessíveis aos que querem entender o que de fato está ocorrendo. A verdade do aquecimento global pode ser inconveniente, mas é a nossa verdade, que dividimos coletivamente nesse planeta de recursos finitos. Se existe uma lição da história a aplicar aqui, é aquela que diz que a recusa em confrontar uma crise inevitável nunca é boa estratégia.

GLEISER, M. Dez anos depois, filme "Uma verdade inconveniente" é atual. *Folha de S.Paulo*. 2016. Disponível em:<https://www1.folha.uol.com.br/ilustrissima/2016/06/1782776-dez-anos-depois-filme-uma-verdade-inconveniente-e-atual.shtml>. Acesso em: 22 jul. 2020.

a) Identifique o autor, a data de publicação e o veículo de cada fragmento.

b) A partir dos trechos, qual seria o tema e o objetivo principal dos textos?

c) Quais são as principais discussões trazidas pelos autores de cada fragmento?

d) Como as resenhas críticas estão estruturadas?

e) Quais fontes de informação os autores das resenhas críticas usaram para argumentar?

f) De modo geral, as resenhas críticas apresentadas trazem uma análise positiva ou negativa do documentário? Justifique com trechos dos textos.

g) Os fragmentos das resenhas críticas apresentados nesta atividade motivam-no a ter contato com a obra que foi analisada? Por quê?

2. Em dupla, compartilhem e discutam suas impressões sobre os fragmentos lidos. Em seguida, respondam às questões.

a) Qual dos fragmentos vocês consideram apresentar as ideias mais bem articuladas? Por quê?

b) Comparando os fragmentos, vocês percebem diferenças no estilo da escrita? Escolham trechos que indiquem essas possíveis diferenças.

c) Com base nas discussões realizadas, apresentem os critérios considerados importantes por vocês para a escrita de uma resenha crítica de uma obra/produção que traz informações científicas.

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

EM MODERNA

Valores e atitudes

Registre em seu caderno

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 2; 4; 5; 7; 10

Habilidades: EM13CNT105; EM13CNT203; EM13CNT206; EM13CHS301; EM13CHS304

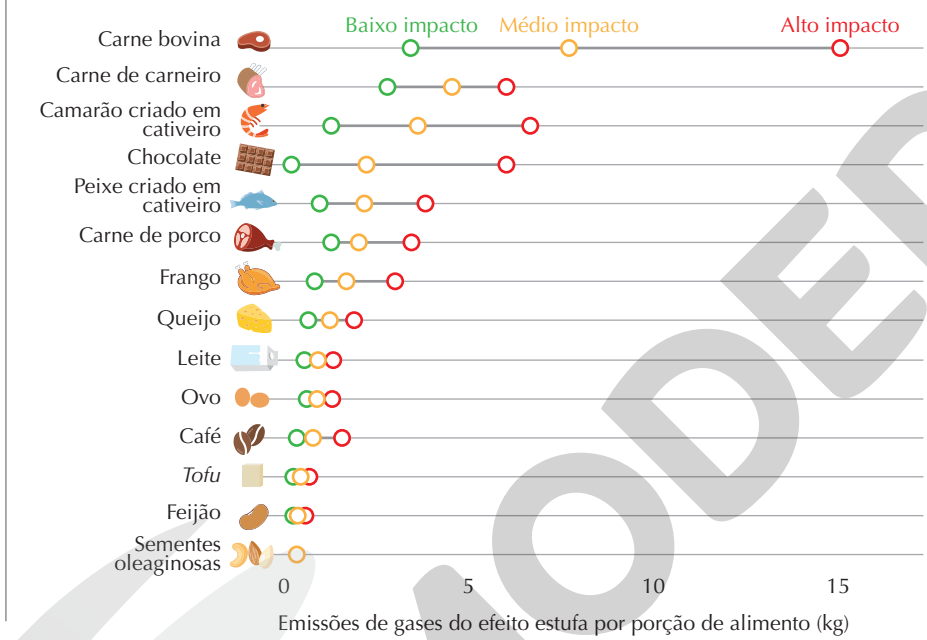
[...] A pegada de carbono é uma medida da quantidade total, em unidade de massa, das emissões diretas e indiretas de gases de efeito estufa causada por uma pessoa, atividade, organização, evento ou acumulada durante a produção, uso e descarte de um produto. [...]

PEREIRA, B. J. *Emissão de gases de efeito estufa e pegada de carbono na produção de pepino, tomate e alface em dois sistemas de cultivo*. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/192132>. Acesso em: 29 jun. 2020.

Poore e Nemecek, em estudos recentes, mostraram como a produção de cada alimento impacta o ambiente. Nesses estudos, os impactos ambientais considerados foram: área desmatada, escassez de água, gases de efeito estufa (GEE), acidificação do solo e eutrofização. Veja, no gráfico a seguir, os dados publicados em 2018 na revista *Science*.

NELSON MATSUDA

Quilogramas de emissão de GEE por porção de alimento



Fonte: POORE, J.; NEMECEK, T. Reducing food's enverionmental impactsthrough producers and consumers. *Science*, v. 360, n. 6.392, p. 987-992, 2018.

1. Qual é a importância das discussões internacionais sobre a pegada de carbono?
2. Você sabe qual é a sua pegada de carbono? Utilize a calculadora de CO_2 do *site* "Tribunal de Justiça do Estado do Paraná – Gestão ambiental" para descobrir. Disponível em: <https://www.tjpr.jus.br/web/gestao-ambiental/calculadoraco2>. Acesso em: 29 jun. 2020. Ao acessar a página, preencha todos os campos do formulário. Lembre-se de anotar no seu caderno o valor total de emissões produzidas por você e a sugestão de árvores necessárias para a compensação.
3. Reflita sobre sua pegada de carbono e proponha ações individuais e coletivas que possam ser adotadas para reduzir a emissão de GEE no ambiente. Depois, retorne ao *site* "Tribunal de Justiça do Estado do Paraná – Gestão ambiental" e verifique se os novos hábitos alteram o valor da sua pegada de carbono.

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 abaixo.

- O que eu aprendi sobre a temática combustíveis e motores?
- 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

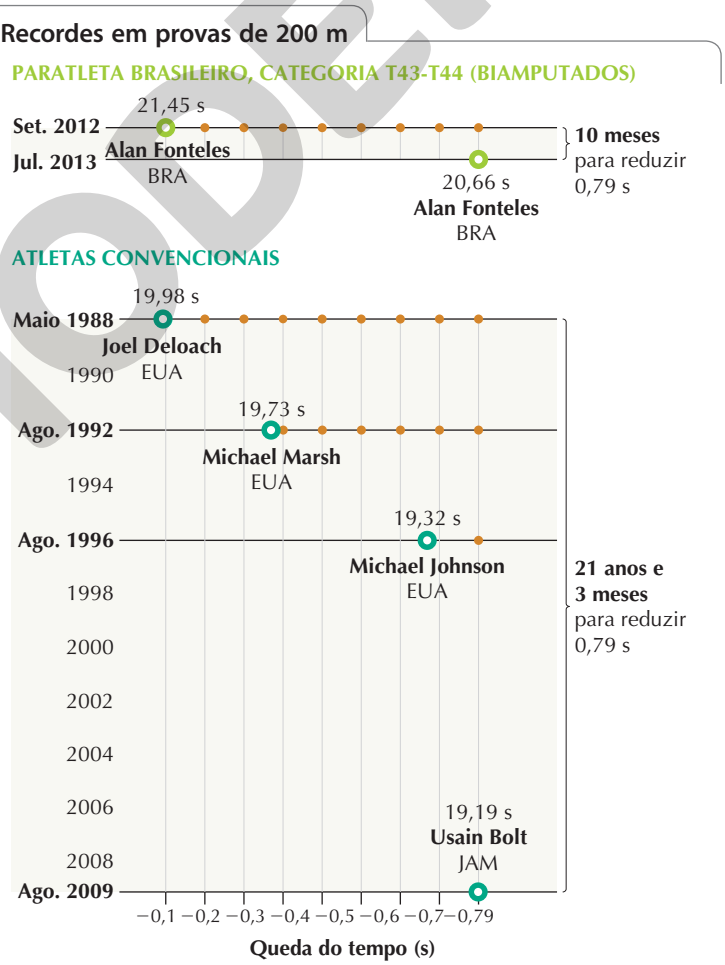
Esportes

GLYN KIRK/AFP/GETTY IMAGES

O paraense Alan Fonteles, nascido em 1992, tornou-se referência no esporte paralímpico brasileiro. Atleta da categoria T43, que reúne pessoas com deficiência nos membros inferiores e que fazem uso de próteses em forma de lâmina para correr, Alan é especialista em provas de velocidade e vem competindo em eventos nacionais e mundiais. Em 2013, ele se tornou recordista mundial ao realizar a prova de 200 metros em 20,66 s, ficando entre os cinco brasileiros mais rápidos na distância entre os corredores convencionais e a 1,47 s do recordista mundial, Usain Bolt. Alan baixou em 79 centésimos de segundo sua última marca, que era de 21,45 s, em apenas dez meses. Atletas olímpicos, para conseguir esse mesmo feito, precisam de anos de treinamento. Essa evolução teve contribuição dos avanços tecnológicos das próteses esportivas. Modelos iguais ao do Alan surgiram no final dos anos 1980 e, ao longo do tempo, ocorreram melhorias na peça que encaixa a prótese ao corpo, além do uso de novos materiais para torná-la cada vez mais leve e flexível. Apesar de melhorar o rendimento, o uso dessas próteses requer um treinamento especial dos paratletas, pois elas não trazem desempenho satisfatório na largada, que é mais lenta que a de um atleta sem próteses. No entanto, já existe tecnologia para que atletas biamputados equipararem e até superem os recordes de atletas olímpicos sem deficiência física e, por isso, para manter um limite ético de competitividade, é importante que as regras das competições sejam cada vez mais específicas.

- Analise as imagens que compõem a abertura desta Unidade e leia o texto acima. Como as tecnologias utilizadas nas próteses esportivas impactam o dia a dia de pessoas com deficiência física?

ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO



Fonte: BRUM, A. Prótese ameaça a ética paralímpica. *Gazeta do povo*. 27 mar. 2013. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/esportes/poliesportiva/protese-ameaca-a-etica-paralimpica-bnfskmibp0xpxlbg7kh8ipwlq/>. Acesso em: 28 jul. 2020.

MODELO

Por que ordenamos a Unidade dessa forma?

Correr, pular, saltar e nadar envolve uma série de movimentos complexos e extraordinários que o corpo humano é capaz de realizar. Muitos esportes são fruto do aperfeiçoamento desses movimentos, o que se obtém com muito treino e dedicação. Já que a Ciência é uma aliada do desenvolvimento dos esportes, é importante compreender a organização do corpo humano e a fisiologia do movimento, assuntos que são abordados nos Temas 1 e 2 e dão subsídios para o Tema 3. Nele, são apresentados conceitos da Física que descrevem os movimentos, seja de atletas ou objetos, durante as práticas esportivas. Alinhado a isso, o Tema 4 explica como decompor os movimentos, além de relacionar movimentos circulares a alguns esportes. O Tema 5 aborda as propriedades físico-químicas de alguns materiais usados em produtos e tecnologias esportivas e também apresenta algumas classes de substâncias, como estimulantes e esteroides, discutindo o favorecimento que trazem ao rendimento dos atletas.

As seções finais desta Unidade apresentam contextos das Ciências da Natureza de forma integrada e aplicada a situações cotidianas, como os desafios contemporâneos a que somos expostos, considerando os aspectos físicos, psicoemocionais e sociais. Além disso, elas trazem informações importantes relacionadas à produção e popularização da divulgação científico-tecnológica por meio de mídias digitais, desenvolvendo e favorecendo o posicionamento crítico e a lógica argumentativa e permitindo a análise e o debate de situações controversas, como o uso de *doping* tecnológico em competições esportivas.

Assim, os objetivos gerais desta Unidade são:

- Conhecer alguns órgãos que integram o aparelho locomotor humano, bem como sua fisiologia, para compreender como o movimento pode ser descrito e explicado durante as práticas esportivas.
- Entender como o movimento pode ser decomposto, a fim de caracterizá-lo e, desse modo, compreender como as propriedades físico-químicas de alguns materiais podem contribuir para melhorar as práticas esportivas.
- Reconhecer as mudanças fisiológicas do corpo humano durante a prática de atividades físicas e entender como o consumo de algumas substâncias, como estimulantes e esteroides, pode alterá-la melhorando, artificialmente, o desempenho de atletas.

Pense nisso!

Registre em seu caderno

Tema 1. Por que durante a prática de atividades físicas o coração acelera e ficamos ofegantes?

Tema 2. Quais sistemas estão envolvidos na movimentação do nosso corpo?

Tema 3. O tempo pode ser medido por diversas escalas: segundos, horas, períodos (manhã, tarde e noite), dias, semanas, meses e anos. Atrelado a isso, temos o conceito de movimento realizado em um determinado intervalo de tempo. Quais são as unidades de medida utilizadas nesse caso?

Tema 4. Um esporte pouco difundido no Brasil é a orientação, cujo objetivo é percorrer determinada distância em terreno desconhecido no menor tempo possível, passando obrigatoriamente por pontos (postos de controle) descritos em um mapa dado a cada concorrente. Quais instrumentos e habilidades você considera essenciais para a prática desse esporte?

Tema 5. O *doping* é um problema presente no mundo dos esportes e está vinculado aos avanços tecnológicos e científicos. Explique o que você sabe sobre o *doping* esportivo.

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; EM13CNT104; EM13CNT202; EM13CNT204; EM13CNT205; EM13CNT207; EM13CNT301; EM13CNT302; EM13CNT303; EM13CNT304; EM13CNT305; EM13CNT306; EM13CNT307

Área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Competências específicas: 1; 5

Habilidades: EM13CHS101; EM13CHS106; EM13CHS502

Área de Matemática e suas Tecnologias

Competências específicas: 1; 3

Habilidades: EM13MAT101; EM13MAT103; EM13MAT301; EM13MAT302

Área de linguagens e suas Tecnologias

Competências específicas: 1; 2; 3; 5

Habilidades: EM13LGG102; EM13LGG103; EM13LGG204; EM13LGG301; EM13LGG502; EM13LP07; EM13LP10; EM13LP43

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

MODERNA

TEMA 1

Níveis de organização e tipos de tecido

O estudo dos seres vivos pode ser feito em seus diferentes níveis de organização, um tipo de espectro biológico que vai desde o nível das moléculas até o de toda a biosfera (**Fig. 1.1**).

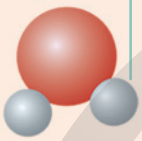
Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6; 8

Habilidade: EM13CNT202

1. Molécula: estrutura formada pela união de átomos por meio de ligações químicas covalentes. Os átomos são as unidades estruturais da matéria.

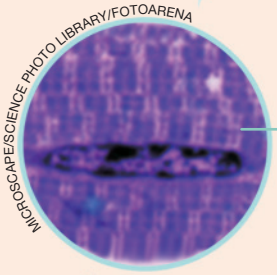
Modelo de molécula de água (H_2O). (Imagem sem escala; cores-fantasia.)



Esclareça aos estudantes que, além das moléculas, os íons também são entidades químicas estruturais da matéria.

2. Célula: unidade morfológica e funcional dos seres vivos.

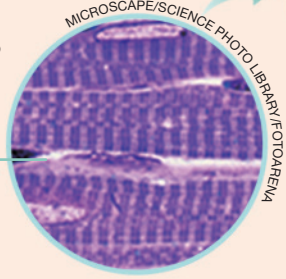
Parte de uma célula muscular estriada esquelética ao microscópio de luz corada com corantes histológicos. Aumento de cerca de 1.530 vezes.



MICROSCAPE/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

3. Tecido: conjunto de células que agem de modo integrado na realização de funções específicas.

Tecido muscular estriado esquelético ao microscópio de luz e corado com corantes histológicos. Aumento de cerca de 855 vezes.



MICROSCAPE/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

4. Órgão: conjunto de tecidos que funcionam de modo integrado na realização de funções específicas.

Músculo esquelético. (Cores-fantasia.)

LUCIANO CANDISANI

5. Sistema: conjunto de órgãos que agem de modo integrado na realização de funções específicas.

Sistema muscular esquelético.

6. Organismo: conjunto de sistemas que interagem e formam um indivíduo.

Mono-carvoeiro (*Brachyteles hypoxanthus*). Mede cerca de 60 cm de comprimento.

LUCIANO CANDISANI

7. População: conjunto de todos os indivíduos da mesma espécie que vivem em determinado ambiente no mesmo intervalo de tempo.

Alguns indivíduos da população de mono-carvoeiro.

LUCIANO CANDISANI

8. Comunidade (biocenose ou biota): conjunto de populações de espécies distintas que habitam determinado local no mesmo intervalo de tempo.

Indivíduos da população de várias espécies de animais e plantas.

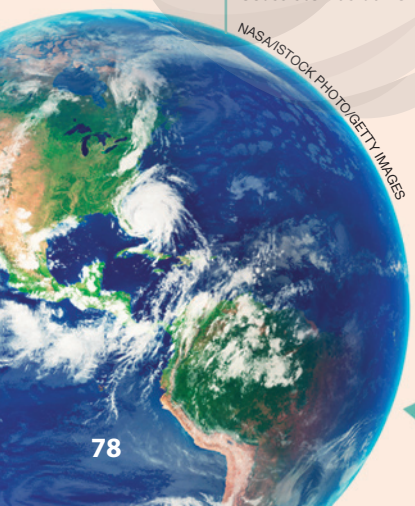
MATA: ANDRE DIB/PULSAR IMAGENS; ANIMAIS: LUCIANO CANDISANI

9. Ecossistema: conjunto de todas as comunidades e de todos os componentes físicos e químicos de uma área em particular no mesmo intervalo de tempo.

Ecossistema da Mata Atlântica, em 2012.

LUCIANO CANDISANI

10. Biosfera: corresponde ao conjunto de todos os ecossistemas da Terra.



NASA/ISTOCK PHOTO/GETTY IMAGES

Figura 1.1 A investigação da vida pela Biologia envolve diversos níveis de organização biológica, desde a molécula até a biosfera. (Imagens sem escala entre si.)

ILUSTRAÇÃO: CECÍLIA IWASHITA

MODELO

Neste Tema, vamos analisar aspectos anatômicos e funcionais dos níveis de organização celular e tecidual do corpo humano, bases importantes para entendermos como ele executa suas diversas funções, como respiração, digestão, circulação do sangue e locomoção.

Diferenciação celular

Quando se analisa o corpo humano, pode-se notar enorme diversidade morfológica e funcional de células, todas derivadas do zigoto formado no momento da fecundação. Assim, cada célula do corpo tem a mesma informação genética. Ao longo do desenvolvimento embrionário, no entanto, ocorre o processo de diferenciação celular, com ativação e inativação diferencial de genes, o que leva ao surgimento de células com formas e funções distintas (**Fig. 1.2**). As células se organizam em tecidos, que se organizam em **órgãos**, que se organizam em **sistemas**, em um nível crescente de organização biológica.

Vamos analisar neste Tema os quatro tipos de tecido do corpo humano: **epitelial** (ou **epitélio**), **conjuntivo**, **muscular** e **nervoso**.

Tecido epitelial

O **tecido epitelial**, também denominado **epitélio**, é formado por células justapostas, com pouca substância entre elas (substância intercelular ou matriz extracelular).

Nos epitélios não há vasos sanguíneos. As trocas de substâncias importantes para que as células se mantenham vivas são feitas com os vasos sanguíneos presentes no tecido conjuntivo com o qual o epitélio está sempre associado. Entre o epitélio e o tecido conjuntivo, há uma estrutura acelular formada principalmente por fibras do tecido conjuntivo e pela proteína colágeno, compondo a **membrana basal**. Ela funciona como estrutura de suporte do epitélio e, com ele, forma uma barreira à entrada de microrganismos.

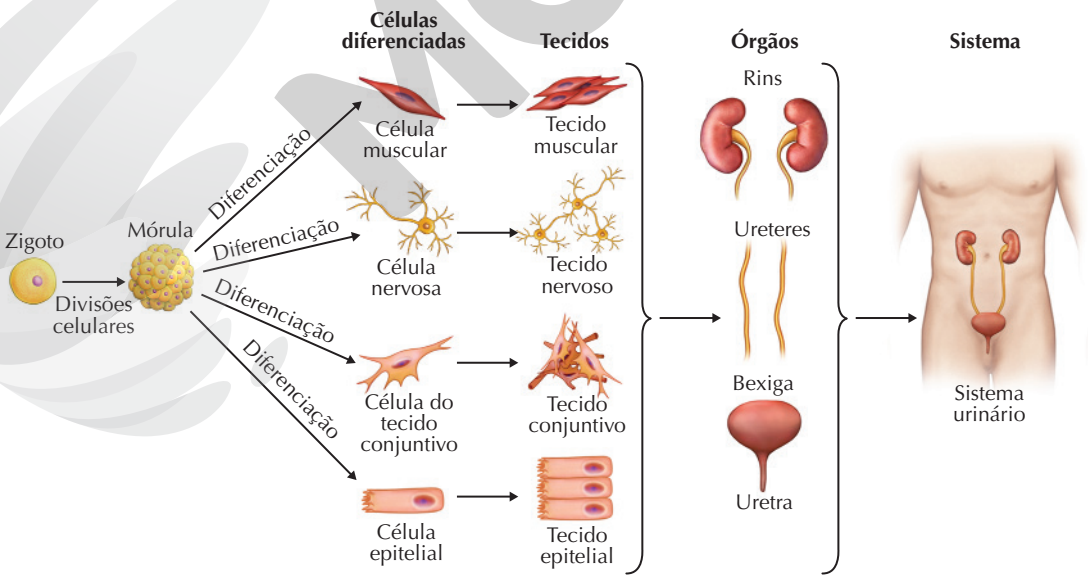
Os vários tipos de epitélio podem ser classificados em duas grandes categorias, considerando a função que realizam: **epitélios de revestimento** e **epitélios de secreção** ou **glandulares**.

Epitélios de revestimento

Os **epitélios de revestimento** delimitam estruturas, fornecem proteção e propiciam trocas controladas entre o exterior e o interior do corpo ou das cavidades corporais; há os que têm função sensorial, como os presentes nos órgãos da visão, do olfato e da gustação. Podem ser formados por uma só camada de células (**simples**); por várias camadas (**estratificados**); ou por uma camada cujos núcleos ficam em alturas distintas, dando a falsa impressão de estratificação (**pseudoestratificados**).

Nos epitélios de revestimento, as células apresentam nítida polaridade, isto é, têm um polo voltado para a superfície livre, denominado polo ou região apical, e um polo oposto, o polo basal. No polo apical podem surgir diferenciações como os **microvilos** (ou microvilosidades) e os **cílios**.

Os microvilos são projeções microscópicas da membrana plasmática, em forma de dedo de luva, o que aumenta a sua área superficial. Ocorrem em células de epitélios com função de absorção, como o que reveste a cavidade intestinal. Os cílios ocorrem em epitélios como o da traqueia, onde o batimento ciliar impede que microrganismos e partículas de poeira cheguem aos pulmões (**Fig. 1.3 A**).



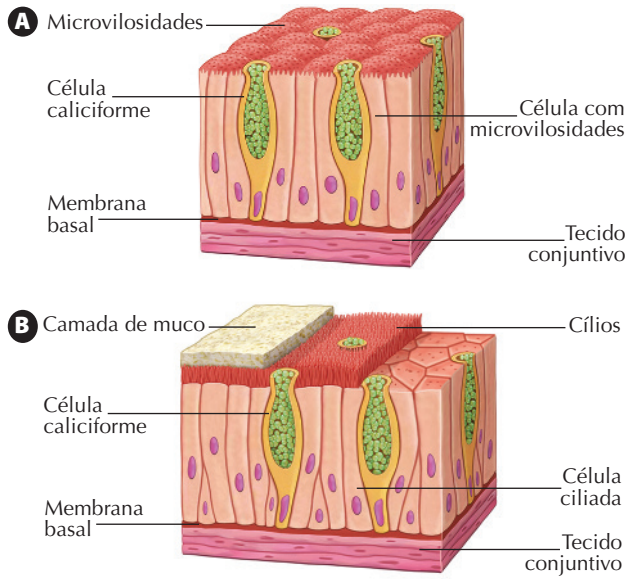
Fonte: WIDMAIER, E. P.; RAFF, H.; STRANG, K. T. *Vander, Sherman & Luciano – Fisiologia humana:* os mecanismos das funções corporais. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

Figura 1.2 Representação esquemática dos níveis de organização, mostrando que, a partir do zigoto, surgem as células do corpo que passam por diferenciação, dando origem a vários tipos celulares que se organizam em tecidos; estes se organizam em órgãos que formam os sistemas. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

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

MODERNA

Em vários epitélios, como o do intestino e o da traqueia, há células glandulares chamadas **caliciformes**, que produzem e liberam muco, importante na lubrificação e proteção das células epiteliais (**Fig. 1.3 B**).

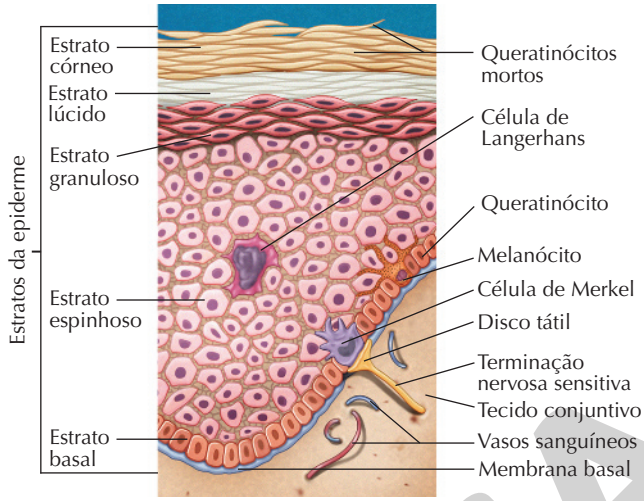


Fontes: TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. *Corpo humano*: fundamentos de anatomia e fisiologia. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 1.3 Representação esquemática do **(A)** epitélio simples do intestino, mostrando células com microvilosidades e células caliciformes, e do **(B)** epitélio pseudoestratificado da traqueia, mostrando células ciliadas, células caliciformes e espessa camada de muco. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Na pele, o epitélio de revestimento recebe o nome de **epiderme**, um tipo de tecido estratificado em que há vários estratos de células chamadas **queratinócitos** em diferentes fases de desenvolvimento. Os queratinócitos representam cerca de 90% das células da epiderme. Eles produzem queratina, uma proteína insolúvel em água, o que é importante na impermeabilização do corpo. No estrato que fica em contato com a membrana basal, o **estrato basal**, as células organizam-se em uma só camada e dividem-se continuamente por mitose. À medida que vão sendo formadas, as novas células são empurradas em direção à superfície e acumulam cada vez mais queratina em seu interior. Esse acúmulo acaba por levar a célula à morte. No último estrato da pele, o **estrato córneo**, há cerca de 20 a 30 camadas de células mortas, e as mais externas descamam continuamente. Assim, as células formadas no estrato basal repõem as que foram perdidas no estrato córneo.

Além dos queratinócitos, há na epiderme outros tipos celulares: os **melanócitos** (correspondem a cerca de 8% das células da epiderme), que produzem melanina, pigmento importante na cor da pele com função protetora contra os raios ultravioleta; as **células de Merkel**, que, em contato com uma terminação nervosa sensitiva, formam uma estrutura importante no sentido do tato; e as **células de Langerhans**, que participam da defesa do corpo contra a entrada de microrganismos (**Fig. 1.4**).



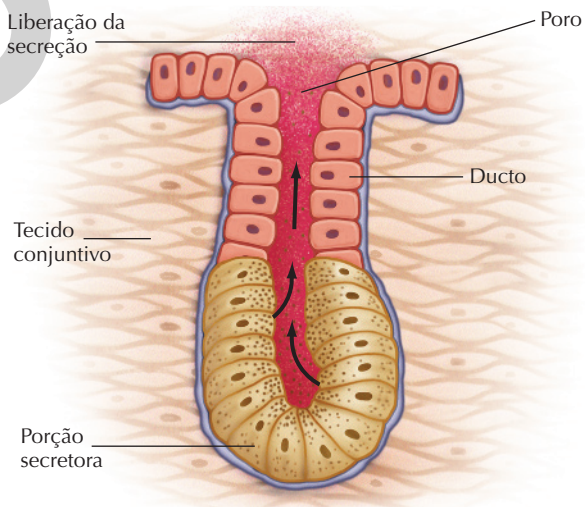
Fonte: TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. *Corpo humano*: fundamentos de anatomia e fisiologia. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 1.4 Representação esquemática da epiderme, em corte transversal, mostrando os estratos e as células características. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Epitélios glandulares

Os **epitélios glandulares** têm função secretora. Uma glândula pode ser unicelular, como as células caliciformes já citadas, ou multicelular, formada por várias células secretoras, podendo ser classificadas em **exócrinas**, **endócrinas** ou **mistas**.

Nas **glândulas exócrinas**, a porção secretora está associada a ductos que se abrem para o interior de cavidades do corpo, como as glândulas salivares, ou para fora do corpo, como ocorre com as glândulas sudoríparas (**Fig. 1.5**).



Fonte: JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*: texto e atlas. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

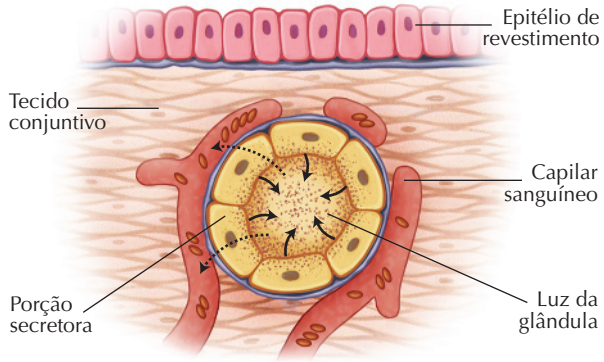
Figura 1.5 Representação esquemática de glândula exócrina vista em corte. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

As glândulas sudoríparas participam do processo de regulação térmica do corpo. A liberação de suor na pele na transpiração e sua consequente evaporação promovem o resfriamento do corpo.

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

ILUSTRAÇÕES: LUCA NAVARRO

As **glândulas endócrinas** não estão associadas a ductos, sendo a secreção eliminada nos vasos sanguíneos do tecido conjuntivo localizado nas proximidades da glândula (**Fig. 1.6**). As secreções das glândulas endócrinas são denominadas **hormônios**, mensageiros químicos que atuam especificamente em determinados órgãos. São exemplos de glândulas endócrinas as gônadas, a glândula tireóidea e as glândulas suprarrenais (ou glândulas adrenais).



Fonte: JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*: texto e atlas. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

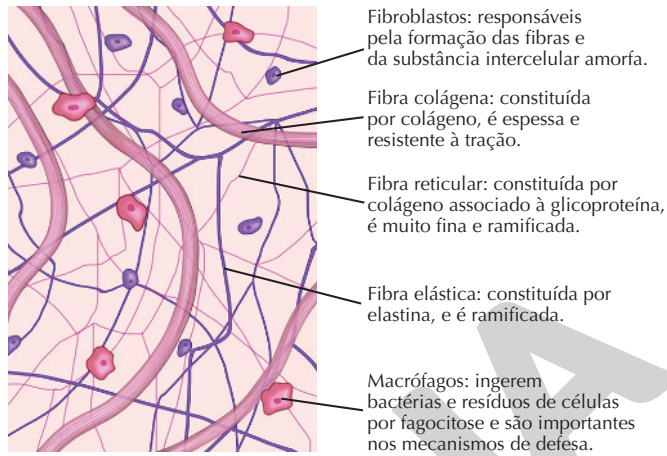
Figura 1.6 Representação esquemática de glândula endócrina, em corte. As setas inteiras indicam a secreção do hormônio para a luz da glândula e as setas pontilhadas indicam a passagem, para o sangue, do hormônio armazenado na luz da glândula. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

A **glândula mista** apresenta regiões endócrinas e exócrinas, sendo o pâncreas o único exemplo. A maior parte dele é formada por vários conjuntos secretores exócrinos, que produzem o suco pancreático. Este é lançado no duodeno, onde participa da digestão dos alimentos. Imersas na parte exócrina do pâncreas existem verdadeiras ilhas endócrinas, denominadas **ilhas pancreáticas** (antigamente chamadas ilhotas de Langerhans). Elas produzem a insulina e o glucagon, dois hormônios que regulam a taxa de glicose no sangue. A insulina sinaliza para a retirada da glicose do sangue, enquanto o glucagon sinaliza para a liberação de glicose no sangue.

:: Tecido conjuntivo

O **tecido conjuntivo** é amplamente distribuído pelo nosso corpo. Há vários tipos, cada um deles com funções específicas, como preenchimento, sustentação, transporte e defesa.

O tecido conjuntivo é rico em vasos sanguíneos, e suas células ficam imersas em grande quantidade de matriz extracelular. As células desse tecido podem ser de vários tipos, entre elas os **fibroblastos** (do grego *fibro* = fibra) e os **macrófagos** (do grego *makro* = grande; *phagein* = comer). A matriz extracelular é constituída por uma parte não estruturada, chamada **substância fundamental amorfa** (SFA) ou simplesmente substância fundamental, composta basicamente de água, glicídios, proteínas e sais minerais, e por uma parte fibrosa, de natureza proteica, correspondente às **fibras do tecido conjuntivo** que são as **fibras colágenas**, **reticulares** e **elásticas** (**Fig. 1.7**).



Fonte: JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*: texto e atlas. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

Figura 1.7 Representação esquemática de um dos tipos de tecido conjuntivo em corte transversal para evidenciar apenas os três tipos de fibra, os fibroblastos e os macrófagos, todos imersos na substância fundamental amorfa. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Os tecidos conjuntivos podem ser classificados de acordo com a proporção relativa entre os elementos da matriz extracelular, a composição dessa matriz e a composição de células.

Alguns dos tipos são: **tecido conjuntivo propriamente dito**, **tecido adiposo**, **tecido conjuntivo cartilaginoso** e **tecido conjuntivo ósseo**.

Tecido conjuntivo propriamente dito

Existem dois tipos de tecido conjuntivo propriamente dito: o frouxo e o denso.

O **tecido conjuntivo frouxo** é o de maior distribuição no organismo. Preenche espaços não ocupados por outros tecidos, apoia e nutre células epiteliais, faz parte da estrutura de muitos órgãos e desempenha importante papel no isolamento de infecções localizadas e nos processos de cicatrização. Apresenta os três tipos de fibras e vários tipos de células, com predomínio de fibroblastos e macrófagos.

O **tecido conjuntivo denso**, em relação ao frouxo, é menos flexível e mais resistente e tem menor número de células, com predomínio de fibras colágenas. Está presente, por exemplo, nos tendões, na derme, em cápsulas que envolvem alguns órgãos, como rins e fígado, e no periósteo, que envolve os ossos.

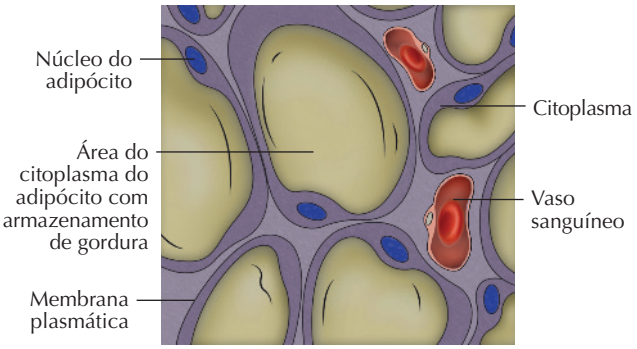
Tecido adiposo

Tecido com predomínio de células adiposas (adipócitos), que são ricas em gordura. A substância intercelular é reduzida. Tem ampla distribuição subcutânea (ocorre embaixo da pele) e exerce funções de reserva de energia, proteção contra choques mecânicos e isolamento térmico.

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

ILUSTRAÇÕES: LUCA NAVARRO

Apresenta-se também ao redor de alguns órgãos, como rins e coração (**Fig. 1.8**).



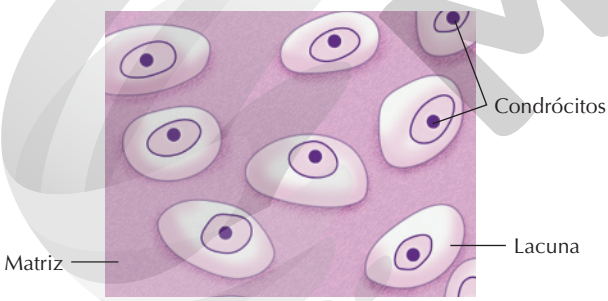
Fonte: TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. *Corpo humano*: fundamentos de anatomia e fisiologia. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 1.8 Representação esquemática de tecido adiposo em corte transversal. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Tecido conjuntivo cartilaginoso

O **tecido conjuntivo cartilaginoso**, ou cartilagem, apresenta consistência firme, funcionando como um dos tecidos de sustentação do corpo. Além disso, reveste superfícies articulares, facilitando os movimentos e amortecendo choques mecânicos. A cartilagem está presente, por exemplo, no nariz, nos anéis da traqueia e dos brônquios e na orelha externa. É abundante nos fetos, formando inicialmente o esqueleto, mas depois é, em parte, substituída pelo tecido conjuntivo ósseo. Não existem vasos sanguíneos nem nervos nas cartilagens. Elas são nutridas pelo pericôndrio, tecido conjuntivo denso que as envolve, e sua atividade metabólica é baixa.

A cartilagem apresenta células especializadas, os **condrócitos**, que ficam em lacunas da matriz. A matriz é composta basicamente de vários tipos de moléculas orgânicas e fibras (**Fig. 1.9**).



Fonte: JUNQUEIRA L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*: texto e atlas 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

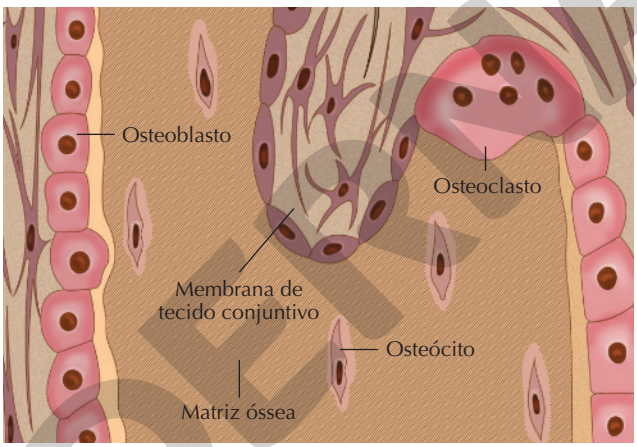
Figura 1.9 Representação esquemática de tecido conjuntivo cartilaginoso em corte transversal. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Tecido conjuntivo ósseo

O **tecido conjuntivo ósseo** ocorre nos ossos, onde é o tecido mais abundante, exercendo importante função de sustentação, e reserva de íons, como o cálcio. Os ossos são órgãos que apresentam outros tecidos conjuntivos, como o tecido hematopoético, que produz as células do sangue. No osso há irrigação sanguínea e inervação.

A matriz óssea é rica em substâncias inorgânicas (cerca de 65%), principalmente fosfato de cálcio, que forma cristais de hidroxiapatita, e em substâncias orgânicas, principalmente fibras colágenas. As substâncias inorgânicas conferem rigidez ao osso, enquanto as fibras colágenas lhe dão certa flexibilidade. O tecido conjuntivo ósseo pode se originar da cartilagem (**ossificação endocodral**), que é o mais comum, ou de membranas de tecido conjuntivo (**ossificação intermembranosa**).

Há três tipos de células ósseas: **osteoblastos**, **osteócitos** e **osteoclastos** (**Fig. 1.10**).



Fonte: JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*: texto e atlas. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

Figura 1.10 Representação esquemática de uma região em que está ocorrendo ossificação intramembranosa em corte transversal. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Os **osteoblastos** são células jovens com intensa atividade metabólica. São responsáveis principalmente pela produção da parte orgânica da matriz e incorporação de minerais. Já os **osteócitos** são células adultas com baixa atividade metabólica que ficam alojadas em lacunas presentes na matriz inorgânica e agem na manutenção dos constituintes químicos dela. Originados dos monócitos do sangue (um tipo de glóbulo branco), os **osteoclatos** são células grandes e multinucleadas. Eles estão relacionados com a reabsorção da matriz e com os processos de remodelagem do tecido conjuntivo ósseo após fraturas.

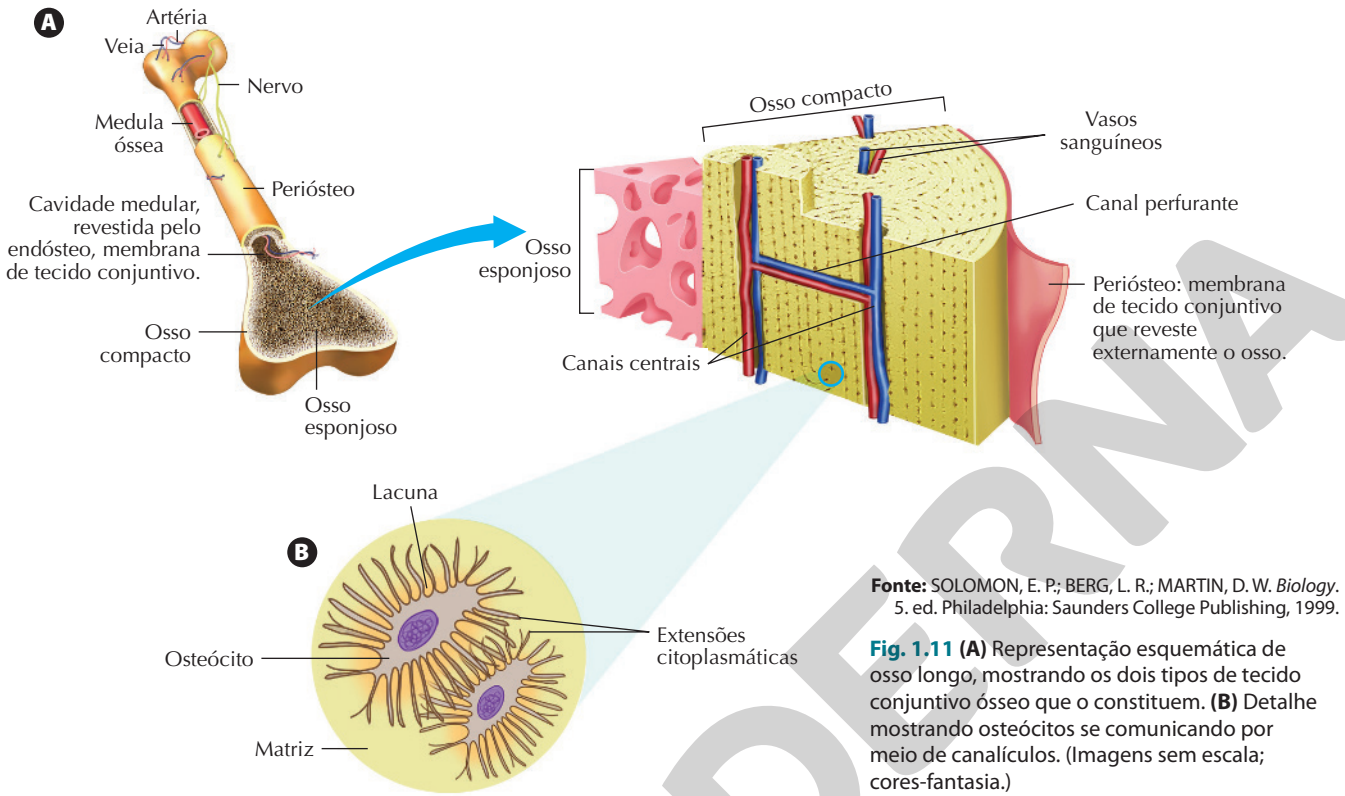
Tipos de tecido conjuntivo ósseo

De forma geral, pode-se dividir o tecido conjuntivo ósseo em **esponjoso** e **compacto**. Essas variedades apresentam os mesmos tipos de célula e de substância intercelular, diferindo entre si apenas na disposição de seus elementos e na quantidade de espaços medulares. Tanto o tecido conjuntivo ósseo esponjoso quanto o compacto ocorrem juntos na grande maioria dos ossos, como no fêmur, osso longo da coxa.

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

ILUSTRAÇÕES: SELMA CAPARROZ

O tecido conjuntivo ósseo compacto apresenta um conjunto de canais que são percorridos por nervos e vasos sanguíneos: **canais perfurantes** (de Volkmann) e **canais centrais** (de Havers). Por serem uma estrutura inervada e irrigada, os ossos apresentam grande sensibilidade, alto metabolismo e capacidade de regeneração. Ao redor dos canais centrais há camadas circulares com fibras colágenas e osteócitos, que se interligam por meio de canalículos na matriz (**Fig.1.11**).

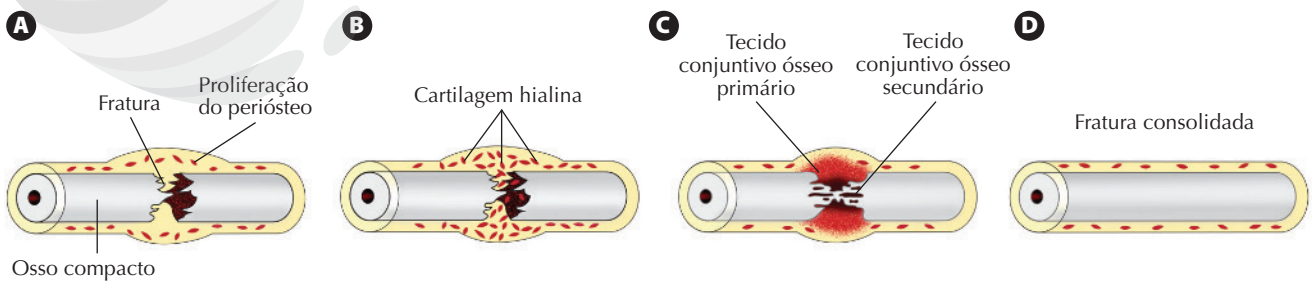


Fonte: SOLOMON, E. P.; BERG, L. R.; MARTIN, D. W. *Biology*. 5. ed. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1999.

Fig. 1.11 **(A)** Representação esquemática de osso longo, mostrando os dois tipos de tecido conjuntivo ósseo que o constituem. **(B)** Detalhe mostrando osteócitos se comunicando por meio de canalículos. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Reparação de fraturas

Os ossos são revestidos externa e internamente por membranas conjuntivas denominadas **periósteo** e **endósteo**, respectivamente. Elas são vascularizadas e, portanto, importantes na nutrição do tecido conjuntivo ósseo; suas células se transformam em osteoblastos, importantes para o crescimento e reparação de fraturas. Quando ocorre uma fratura, vasos sanguíneos se rompem, a matriz óssea é destruída e há morte de células no local. Os macrófagos entram em ação e removem os restos celulares e restos da matriz danificada. Em seguida, ocorre intensa proliferação de células do periósteo e do endósteo (**Fig. 1.12 A**), que formam uma espécie de anel conjuntivo ao redor da fratura, o que preenche o espaço entre as extremidades quebradas do osso. Esse quadro evolui para a formação de tecido conjuntivo ósseo primário, tanto pela ossificação de pequenos fragmentos de cartilagem que se formam no local (**Fig. 1.12 B**) quanto pela ossificação do anel conjuntivo. Inicialmente, esse tecido conjuntivo ósseo primário é desordenado e forma um calo ósseo que une as extremidades quebradas do osso (**Fig. 1.12 C**). Com o retorno às atividades normais, as pressões e trações diárias agem remodelando o calo ósseo (**Fig. 1.12 D**).



Fonte: JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*: texto e atlas. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017.

Figura 1.12 Representação esquemática simplificada do processo de reparação de fratura. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

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

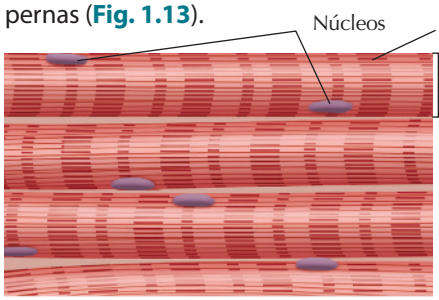
ILUSTRAÇÕES: SELMA CAPARROZ

Tecido muscular

O **tecido muscular** está relacionado com a movimentação do corpo e com os movimentos realizados pelas vísceras. Suas células são fusiformes e recebem o nome de **miócitos** ou **fibras musculares**; elas são ricas em proteínas, a actina e a miosina, que formam os **miofilamentos**, responsáveis pela grande capacidade de contração e distensão dessas células.

Há, basicamente, três tipos de tecido muscular: o **estriado esquelético**, o **estriado cardíaco** e o **liso** ou **não estriado**.

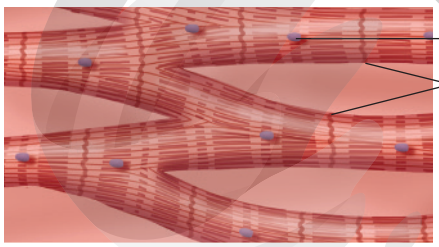
O tecido **estriado esquelético** é formado por miócitos longos (cerca de 30 cm de comprimento), multinucleados, com os núcleos situados na periferia do citoplasma. Os miofilamentos se organizam em estrias longitudinais e também em estrias transversais; estas caracterizam os miócitos estriados. É encontrado nos músculos estriados que formam o sistema muscular esquelético, os quais realizam contração forte e voluntária, ou seja, dependente da vontade da pessoa, como os músculos dos braços e das pernas (**Fig. 1.13**).



Fonte: RAVEN, P. *et al. Biology*. 6. ed. Pennsylvania: McGraw-Hill Education, 2001.

Figura 1.13 Representação esquemática do tecido muscular estriado esquelético. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

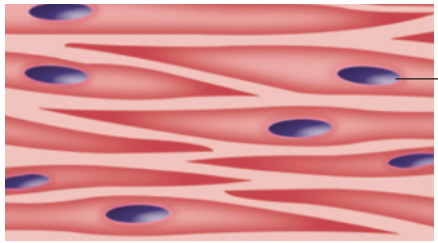
No tecido muscular **estriado cardíaco**, os miócitos são estriados com um ou dois núcleos centrais. São células ramificadas e unidas por um tipo de junção típica, os discos intercalares, que unem firmemente as células. Ele é encontrado apenas no coração e tem contração forte, rítmica e involuntária, ou seja, não depende de nossa vontade (**Fig. 1.14**).



Fonte: RAVEN, P. *et al. Biology*. 6. ed. Pennsylvania: McGraw-Hill Education, 2001.

Figura 1.14 Representação esquemática do tecido muscular estriado cardíaco. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

No tecido muscular **liso** ou **não estriado**, os miócitos são alongados e pequenos (de 80 μm a 200 μm), sem estrias transversais, com um núcleo central. Formam os músculos de órgãos internos, como esôfago, estômago, intestinos, vesícula biliar e artérias. São responsáveis pelos movimentos peristálticos do trato digestório (contrações em onda que impulsionam o alimento). Têm contração involuntária, que é lenta e pouco vigorosa (**Fig. 1.15**).



Fonte: RAVEN, P. *et al. Biology*. 6. ed. Pennsylvania: McGraw-Hill Education, 2001.

Figura 1.15 Representação esquemática do tecido muscular liso. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Tecido nervoso

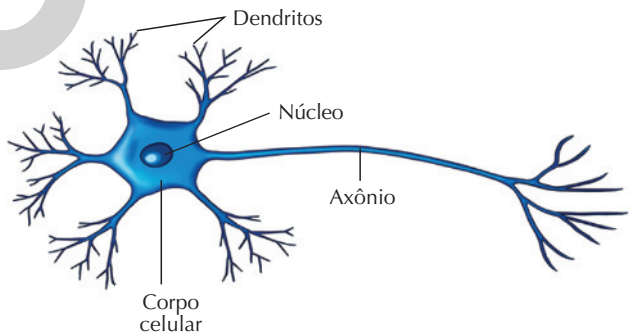
O **tecido nervoso** forma o sistema nervoso, um dos sistemas que atuam na coordenação das funções dos diferentes órgãos. O outro sistema é o endócrino, do qual fazem parte as glândulas endócrinas. Os efeitos do sistema nervoso, em comparação aos do sistema endócrino, são mais rápidos e de curta duração.

O sistema nervoso é dividido anatomicamente em sistema nervoso central (SNC), formado pelo encéfalo e pela medula espinal, e sistema nervoso periférico (SNP), formado pelos nervos e pelos gânglios nervosos.

No tecido nervoso, a substância intercelular é praticamente inexistente, e os componentes celulares principais são os **neurônios** (células nervosas) e vários tipos celulares com formas e funções diferentes, chamados **gliócitos** (células da glia ou neuróglia).

Neurônios

Os **neurônios** são células com a propriedade de receber e transmitir estímulos, permitindo ao organismo responder a alterações dos meios interno e externo. Apresentam um corpo celular ou pericário, do qual partem dois tipos de prolongamento: o axônio e os dendritos (**Fig. 1.16**).



Fonte: JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*: texto e atlas. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

Figura1.16 Representação esquemática simplificada de neurônio. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

O corpo celular contém um núcleo e é primariamente um centro trófico, e pode receber estímulos de outros neurônios durante a transmissão do impulso nervoso.

Os dendritos são prolongamentos citoplasmáticos, apresentando um grande número de ramificações. São estruturas especializadas na função de receber estímulos e conduzi-los ao corpo celular. Já o axônio é uma única

ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZI
ILUSTRAÇÕES: SELMA CAPARROZ
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.
MODERNA

expansão citoplasmática, longa, cuja porção final apresenta ramificações. É uma estrutura especializada na transmissão do impulso nervoso a outro neurônio ou a outros tipos celulares, como as células glandulares e as musculares.

Gliócitos

Os **gliócitos** dividem-se em vários tipos, com funções distintas, como sustentação e nutrição dos neurônios, produção do estrato mielínico (bainha de mielina) e fagocitose. Há ainda os que funcionam como células-tronco, que podem originar tanto outros gliócitos quanto neurônios. Eles não transmitem o impulso nervoso e correspondem a 90% das células do tecido nervoso. O termo *glia* (que traduzido do grego significa "cola") foi criado logo no início dos estudos do tecido nervoso, quando se achava que essas células tinham apenas a função de manter os neurônios unidos.

Fique por dentro

Atlas de Histologia em cores

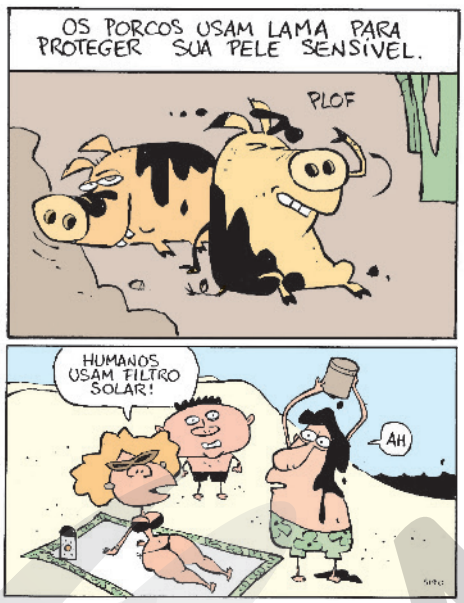
O *site* disponibiliza imagens, obtidas por microscópio, de cortes de tecidos do corpo humano.

Disponível em: <https://editora.pucrs.br/acessolivre/livros/atlas-de-histologia/index.html>. Acesso em: 22 jul. 2020.

Atividades

Registre em seu caderno

1. (UFRN-RN) Observe a charge que segue:



Os materiais citados nesta *charge* aumentam a proteção da pele contra os problemas provocados pela radiação solar, diminuindo também o risco do desenvolvimento de câncer de pele. Mesmo que tais materiais não estejam disponíveis, o nosso organismo ainda dispõe de um mecanismo inato que protege a pele, produzindo:

a) Mielina.
b) Melanina.
c) Serotonina.
d) Adrenalina.

2. Qual alternativa indica o nome do tecido que apresenta as seguintes características: reserva de minerais, sustentação do corpo e capacidade de se regenerar?

a) Tecido conjuntivo cartilaginoso.
b) Tecido conjuntivo propriamente dito.
c) Tecido epitelial.
d) Tecido muscular.
e) Tecido conjuntivo ósseo.

3. Indique a alternativa que contém a sequência correta de palavras que completam a frase a seguir. Os ■ são células ativas na destruição de áreas lesadas ou envelhecidas do tecido conjuntivo ■, abrindo caminho para que os ■ regenerem o tecido.

a) osteócitos, cartilaginoso, condrócitos.
b) osteoblastos, ósseo, osteócitos.
c) osteoclastos, cartilaginoso, osteócitos.
d) osteoclastos, ósseo, osteoblastos.
e) osteoclastos, ósseo, osteócito.

4. Relacione cada tipo de tecido muscular (A, B e C) a uma das afirmações (I, II e III).

A) Tecido muscular estriado cardíaco.
B) Tecido muscular liso.
C) Tecido muscular estriado esquelético.

I) Andrea foi à academia e fez exercícios para fortalecer a musculatura das pernas e do abdômen.
II) Cláudio se assustou e sentiu seu coração bater mais rápido quando sua mãe entrou em seu quarto.
III) Marina está tomando um remédio, e um dos efeitos colaterais é aumentar os movimentos peristálticos do intestino.

5. Considere as afirmações a seguir.

I. Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) apontam que 47% dos brasileiros são sedentários, ou seja, não praticam atividade física o suficiente para se manterem saudáveis.
II. O transplante de coração é feito no Brasil desde 1968.
III. O epitélio intestinal é completamente renovado a cada 2 a 5 dias.

As afirmações nas quais se mencionam, respectivamente, um órgão, uma população e um tecido são:

a) I, II, III
b) II, I, III
c) III, II, I
d) II, III, I
e) I, III, II

6. (UFSC-SC) Os tecidos conjuntivos são responsáveis, basicamente, pelo preenchimento dos espaços entre estruturas do nosso organismo.

Indique a(s) proposição(ões) que é(são) verdadeira(s), em referência a esses tecidos.

(01) A pele e as glândulas são exemplos de estruturas formadas, exclusivamente, por esses tecidos.
(02) São ricos em substância intersticial.
(04) O tecido adiposo localiza-se abaixo do tecido muscular.

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

MODELO

(08) O tecido ósseo apresenta substância intersticial muito fluida.

(16) O colágeno é uma proteína produzida por células do tecido conjuntivo propriamente dito.

(32) O tecido cartilaginoso forma o pavilhão da orelha e os anéis da traqueia.

Dê como resposta a soma dos números associados às proposições corretas.

7. A tatuagem é feita por meio da introdução de pigmentos na derme. Enquanto a epiderme (camada mais superficial da pele) se renova constantemente – o que explica a perda do bronzeado com o passar do tempo –, a derme não sofre alterações.

Com base em seus conhecimentos sobre os tecidos que compõem as camadas da pele, é possível concluir que:

a) para injetar os pigmentos na derme, a agulha da máquina de tatuar precisa passar pela epiderme. Isso pode provocar sangramento, pois a epiderme é irrigada por vasos sanguíneos.

b) nas peles bronzeadas, a derme se encontra em região mais profunda. É uma forma de o organismo se proteger das radiações solares.

c) os pigmentos injetados na derme não sofrem alterações quando expostos ao sol, porque a epiderme os protege da ação da radiação solar.

d) pode ocorrer sangramento enquanto se faz uma tatuagem, pois a derme é irrigada por vasos sanguíneos, e estes podem ser rompidos pelas agulhas que injetam os pigmentos.

e) enquanto se faz uma tatuagem, só ocorre sangramento quando a agulha da máquina de tatuar atinge o tecido inferior à derme.

8. (UEL-PR) O osso, apesar da aparente dureza, é considerado um tecido plástico, em vista da constante renovação de sua matriz. Utilizando-se dessa propriedade, ortodontistas corrigem as posições dos dentes, ortopedistas orientam as consolidações de fraturas e fisioterapeutas corrigem defeitos ósseos decorrentes de posturas inadequadas. A matriz dos ossos tem uma parte orgânica proteica, constituída principalmente por colágeno, e uma parte inorgânica, constituída por cristais de fosfato de cálcio, na forma de hidroxiapatita.

Com base no texto e nos conhecimentos sobre tecido ósseo, é correto afirmar:

a) A matriz óssea tem um caráter de plasticidade em razão da presença de grande quantidade de água associada aos cristais de hidroxiapatita.

b) A plasticidade do tecido ósseo é resultante da capacidade de reabsorção e de síntese de nova matriz orgânica pelas células ósseas.

c) O tecido ósseo é considerado plástico em decorrência da consistência gelatinosa da proteína colágeno que lhe confere alta compressibilidade.

d) A plasticidade do tecido ósseo, por decorrer da substituição do colágeno, aumenta progressivamente, ao longo da vida de um indivíduo.

e) A matriz óssea é denominada plástica porque os ossos são os vestígios mais duradouros que permanecem após a morte do indivíduo.

9. Leia o texto e responda às questões.

[...] Quando fazemos qualquer tipo de atividade física, existe uma produção de calor pelo corpo que é proporcional à intensidade da atividade realizada. O desafio, nesta situação, é promover a perda deste calor produzido para evitar que a **temperatura corporal** aumente. [...] Quando a temperatura ambiente é elevada [...] a perda de calor vai depender essencialmente do mecanismo de evaporação do suor. É importante frisar que não é a produção de suor que resfria o corpo e, sim, a evaporação do suor produzido que rouba calor da superfície corporal. [...]

BARROS, T. Exercícios no calor: entenda a função do suor e a importância da hidratação. *Globo Esporte*, 21 jan. 2014. Disponível em: <http://globoesporte.globo.com/eu-atleta/saude/noticia/2014/01/exercicios-no-calor-entenda-funcao-do-suor-e-importancia-da-hidratacao.html>. Acesso em: 22 jul. 2020.

a) Qual é a estrutura responsável pela produção de suor no nosso corpo? Por qual tecido essa estrutura é formada?

b) Considerando as informações do texto e a função do suor no controle da temperatura do corpo, como você avalia o hábito de enxugar o suor enquanto se pratica atividade física?

10. Leia o seguinte texto a respeito dos efeitos do fumo no epitélio ciliado da traqueia.

[...] A combustão do cigarro produz uma fumaça com mais de 4.000 componentes nocivos [...]

[...] A inalação oral assim como a inalação nasal da fumaça de cigarro promove uma profunda diminuição [...] no transporte mucociliar. [Os autores] demostraram que a cotinina, um metabólito tóxico da nicotina é capaz de reduzir de maneira significativa o batimento ciliar de células epiteliais [...]

[...] Além de alterações funcionais, a fumaça de cigarro promove alterações estruturais importantes sobre o epitélio respiratório. Diferentes estudos têm demonstrado que a fumaça de cigarro provoca redução da viabilidade celular e indução de apoptose em células ciliadas respiratórias [...].

[...]

TAMASHIRO, E. *et al*. Efeitos do cigarro sobre o epitélio respiratório e sua participação na rinossinusite crônica. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, v. 75, n. 6, p. 903-907, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-86942009000600022>. Acesso em: 10 set. 2020.

Estudos relacionam o hábito de fumar à maior incidência de algumas doenças respiratórias. Com base nessa informação e nos dados do texto, associe a alteração do epitélio da traqueia à maior incidencia de doenças.

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

Fisiologia do movimento

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 2; 4; 5; 6; 7; 8; 9
Habilidades: EM13CNT202; EM13CNT301; EM13MAT101

Os seres humanos se movimentam a todo momento; por exemplo, ao levantar da cama, ao caminhar, ao subir ou descer uma escada ou ao praticar uma atividade física. Estudar a fisiologia do movimento é entender as ações e reações do corpo humano, bem como compreender as características importantes dos sistemas do aparelho locomotor e do sistema cardiovascular.

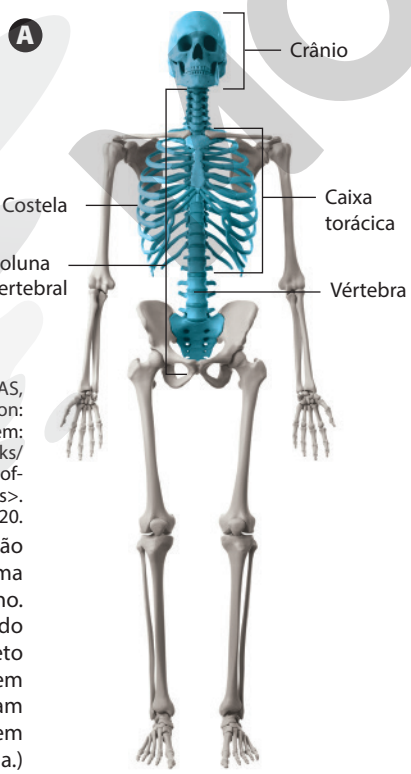
O aparelho locomotor

O **aparelho locomotor** é formado pelos sistemas esquelético, articular e muscular, que interagem na realização dos movimentos voluntários do corpo, como mover os braços, andar e mexer a cabeça e o tronco. Esses movimentos também dependem do sistema nervoso de onde partem os estímulos que chegam aos músculos, e do sistema cardiovascular, que leva aos músculos gás oxigênio e nutrientes, além de remover deles os resíduos do metabolismo celular. Assim, quando pensamos em uma função, há os sistemas mais diretamente ligados a ela, porém devemos considerar que o corpo é um todo integrado em que todos os sistemas se inter-relacionam de alguma forma.

Sistema esquelético

O **sistema esquelético** do corpo humano é composto de 206 ossos e cartilagens associadas. Além de participar da locomoção, esse sistema atua também na sustentação do corpo, na proteção dos órgãos internos, como cérebro, pulmões e coração, e no armazenamento de íons, como o cálcio. Ele se organiza em: **esqueleto axial** e **esqueleto apendicular** (Fig. 2.1).

O **esqueleto axial** corresponde ao eixo central de sustentação do corpo. Ele é formado pelos ossos do crânio, da coluna vertebral e da caixa torácica. Há músculos esqueléticos associados ao esqueleto axial que promovem a movimentação da cabeça, do pescoço e do tronco, participam dos movimentos respiratórios e estabilizam os movimentos dos membros (Fig. 2.1 A). O **esqueleto apendicular** é formado pelos ossos dos membros superiores, que permitem a realização de vários movimentos (como pegar e manipular objetos), e inferiores, relacionados ao deslocamento. Além dos ossos dos membros, fazem parte do esqueleto apendicular os ossos das cinturas escapular (ombros) e pélvica (quadril) (Fig. 2.1 B).



Fonte: CLARCK, M. A.; DOUGLAS, M.; CHOI, J. *Biology*. 2. ed. Houston: OpenStax, 2018. Disponível em: <https://openstax.org/books/biology-2e/pages/38-1-types-of-skeletal-systems>. Acesso em: 22 jul. 2020.

Figura 2.1 Representação esquemática do sistema esquelético humano. (**A**) Esqueleto axial destacado em azul. (**B**) Esqueleto apendicular destacado em vermelho. Alguns ossos foram nomeados. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

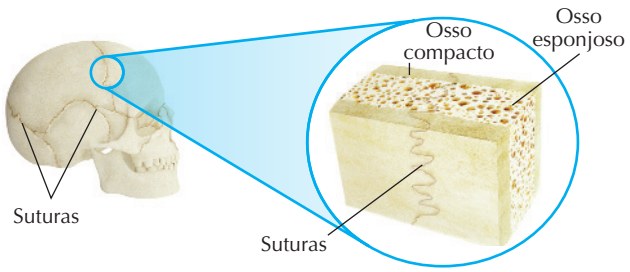
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

SEBASTIAN KAULITZKI/ALAMY/FOTOARENA

Sistema articular

O conjunto das articulações do corpo compõe o **sistema articular**. As articulações são os pontos em que dois ou mais ossos se encontram e podem ser classificadas em três categorias, de acordo com sua função: **imóveis**, **semimóveis** e **móveis**.

As articulações **imóveis** não permitem movimentação; o contato entre os ossos é feito por meio de tecido conjuntivo fibroso, rico em fibras colágenas. Estão presentes, por exemplo, nas suturas que unem os ossos do crânio (**Fig. 2.2**).

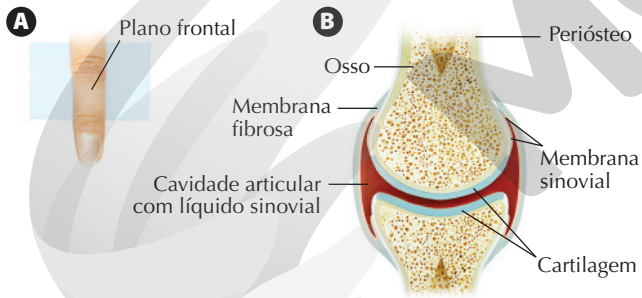


Fonte: TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. *Corpo humano*: fundamentos de anatomia e fisiologia. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 2.2 Representação esquemática dos ossos do crânio unidos por suturas, que são articulações imóveis. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

As articulações **semimóveis** permitem pequena movimentação entre os ossos, como nos discos intervertebrais, que são cartilaginosos.

As **móveis** são articulações que permitem muitos movimentos; nelas há a **cavidade articular** com **líquido sinovial**, que lubrifica o contato entre os ossos, diminuindo o atrito. São, por isso, também chamadas **articulações sinoviais**. Estão presentes nos joelhos, nos ombros, nas mãos e em outros locais do corpo onde a movimentação é mais livre (**Fig. 2.3**).

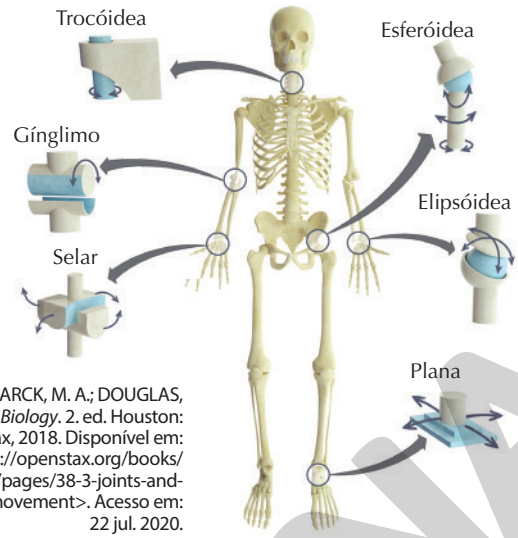


Fonte: TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. *Corpo humano*: fundamentos de anatomia e fisiologia. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 2.3 (**A**) Dedo humano e plano de corte para mostrar a articulação móvel sinovial. (**B**) Representação esquemática de corte longitudinal de uma articulação sinovial. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Quando essas articulações são pouco utilizadas, o líquido sinovial se torna muito viscoso, dificultando a movimentação. Uma vez ativado o movimento, há estímulo para a produção do líquido e, com isso, a movimentação melhora. Esse é um dos motivos pelos quais se deve fazer aquecimento físico antes de iniciar os exercícios mais intensos.

As articulações sinoviais possibilitam movimentos de diversos tipos, como mostra a **Figura 2.4**.

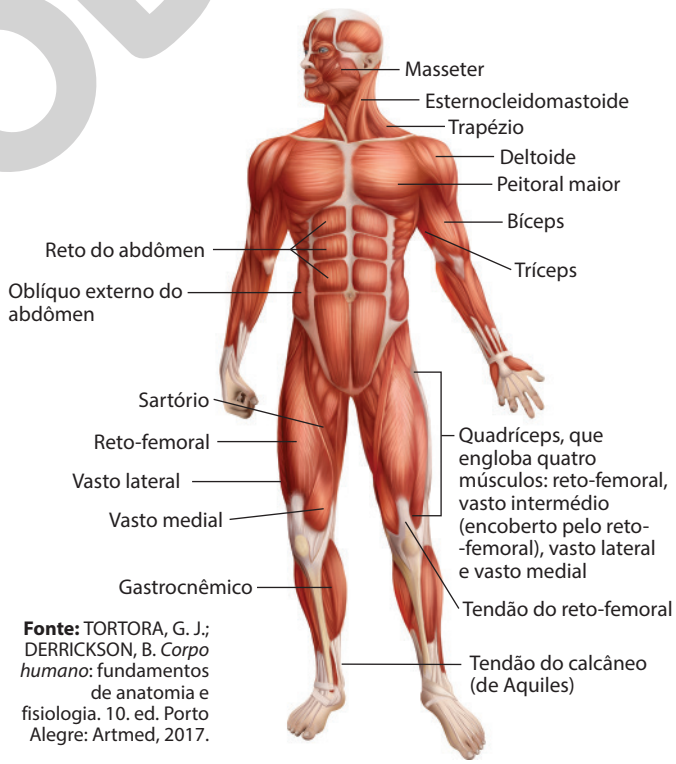


Fonte: CLARCK, M. A.; DOUGLAS, M.; CHOI, J. *Biology*. 2. ed. Houston: OpenStax, 2018. Disponível em: <https://openstax.org/books/biology-2e/pages/38-3-joints-and-skeletal-movement>. Acesso em: 22 jul. 2020.

Figura 2.4 Representação esquemática da localização de diferentes tipos de articulação sinovial no corpo e dos respectivos diagramas simplificados de como elas funcionam. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Sistema muscular esquelético

O **sistema muscular esquelético** é constituído pelos **músculos esqueléticos**, órgãos formados principalmente pelo tecido muscular estriado esquelético associado a tecidos conjuntivos (**Fig. 2.5**). São órgãos bem irrigados e inervados. Os músculos se prendem aos ossos por meio de **tendões**, estruturas formadas por tecido conjuntivo denso.



Fonte: TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. *Corpo humano*: fundamentos de anatomia e fisiologia. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 2.5 Representação esquemática de alguns dos músculos do sistema muscular esquelético humano e de tendões. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

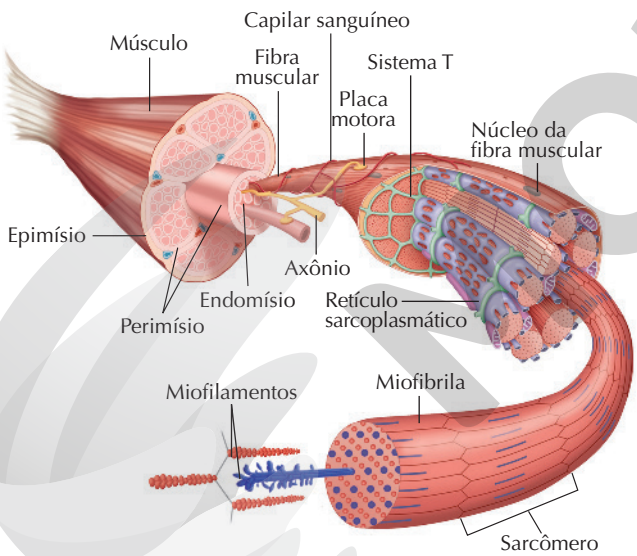
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

ILUSTRAÇÕES: CRIS ALENCAR

Estrutura dos músculos e das fibras musculares

Cada músculo é delimitado por uma bainha de tecido conjuntivo rico em fibras colágenas, chamada **epimísio**. Dentro do músculo, as fibras musculares ficam organizadas em feixes delimitados por outra bainha conjuntiva, o **perimísio**, e cada fibra fica envolta por outra bainha, o **endomísio**. Essa organização mantém firme a união entre as células e propicia que a contração do músculo ocorra como um todo. Capilares sanguíneos e axônios de neurônios estão presentes nos tecidos conjuntivos do músculo. O ponto em que o axônio estabelece contato com a célula muscular esquelética recebe o nome de **placa motora** ou **junção neuromuscular**. Esse tipo de junção ocorre apenas na musculatura esquelética.

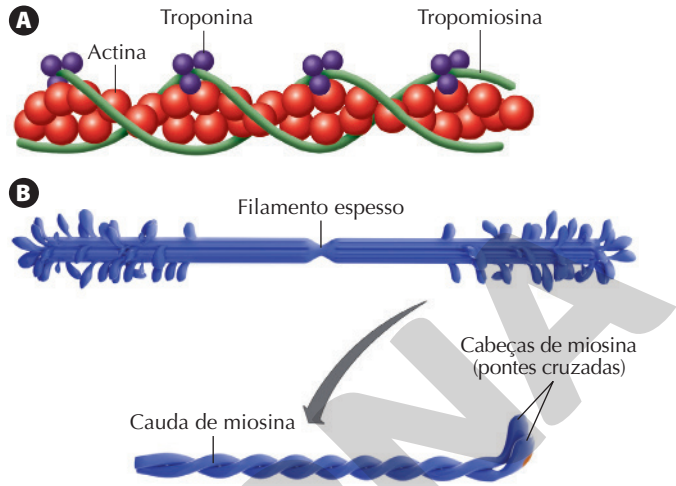
Nas fibras musculares a membrana plasmática recebe o nome de **sarcolema** e o retículo endoplasmático não granuloso (liso), que é abundante e especializado, recebe o nome de **retículo sarcoplasmático**. No citosol há grânulos de **glicogênio**, importantes como reserva de energia, e um tipo de proteína parecida com a hemoglobina, a **mioglobina**, que atua como reserva de oxigênio. Além disso, possuem conjuntos organizados de **miofibrilas**, cada uma delas formada por conjuntos de **miofilamentos**. Dentro das miofibrilas, os miofilamentos são organizados em **sarcômeros**, que são as unidades contráteis da fibra muscular (**Fig. 2.6**).



Fonte: RAVEN, P. *et al. Biology*. 6. ed. Pennsylvania: McGraw-Hill Education, 2001.

Figura 2.6 Representação esquemática da organização de um músculo estriado esquelético com detalhes dos feixes musculares e da célula muscular. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

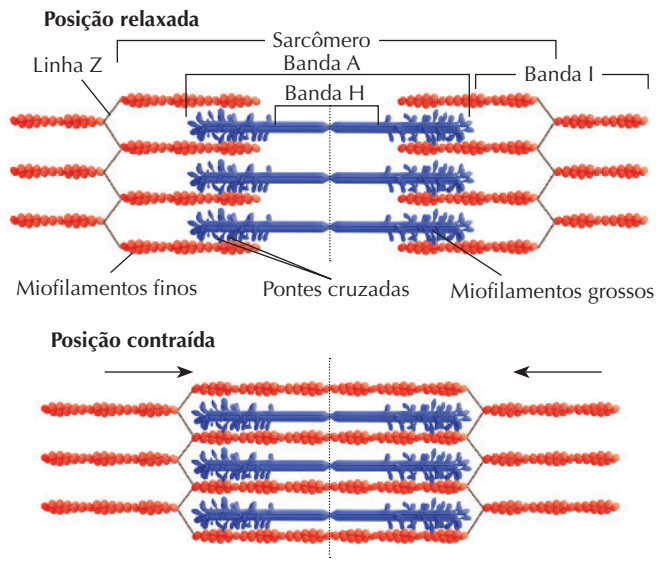
Há dois tipos de miofilamento, os **finos** e os **grossos**. O componente principal dos miofilamentos finos é a proteína **actina**, sendo por isso também chamados de **miofilamentos de actina**. As moléculas de actina se organizam em um cordão torcido em hélice. Além de actina, há dois outros tipos de proteína, a **tropomiosina** e a **troponina** (**Fig. 2.7 A**). Já os filamentos grossos são formados pela proteína **miosina** e, por isso, são também chamados de **miofilamentos de miosina**. Essa proteína tem uma cauda e duas cabeças, que são sítios de ligação do ATP e da miosina na actina durante a contração muscular (**Fig. 2.7 B**).



Fonte: TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. *Corpo humano*: fundamentos de anatomia e fisiologia. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 2.7 Representação esquemática de miofilamentos. (**A**) Organização do miofilamento fino, formado principalmente por actina. (**B**) Organização do miofilamento grosso, formado por miosina, em destaque. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Nas miofibrilas, os miofilamentos grossos ficam organizados formando bandas escuras chamadas **bandas A** e os miofilamentos finos, bandas claras chamadas **bandas I**. Essas bandas são típicas das células estriadas. No centro de cada banda I aparece uma linha mais escura, chamada **linha Z**, que ancora uma das extremidades dos filamentos de actina. A região entre duas linhas Z consecutivas constitui um sarcômero. No centro de cada banda A existe uma faixa mais clara, chamada **banda H**, bem visível nas células musculares relaxadas (**Fig. 2.8**).



Fonte: RAVEN, P. *et al. Biology*. 6. ed. Pennsylvania: McGraw-Hill Education, 2001.

Figura 2.8 Representação esquemática de sarcômero nas posições relaxada e contraída. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

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

ILUSTRAÇÕES: PAULO MANZI

Na contração muscular, os miofilamentos não diminuem de tamanho, mas os sarcômeros ficam mais curtos e toda a célula muscular se contrai. O encurtamento dos sarcômeros ocorre por causa do deslizamento dos miofilamentos finos sobre os grossos. A banda I diminui de tamanho, pois os filamentos de actina que deslizam sobre os de miosina penetram na banda A e reduzem a largura da banda H.

A contração muscular

O estímulo nervoso chega até as células musculares esqueléticas por meio dos axônios dos neurônios. Um neurônio pode inervar uma única célula muscular ou inervar várias. O neurônio e as células musculares por ele inervadas formam uma **unidade motora**. Em músculos que executam movimentos intensos, como os das pernas, um único neurônio motor inerva mais de cem células musculares ao mesmo tempo. Em músculos que executam movimentos mais delicados, como os músculos oculares, um neurônio inerva apenas um miócito.

Ao chegar à placa motora, o impulso nervoso promove a liberação de acetilcolina, um neurotransmissor (nome dado às moléculas liberadas nas terminações dos neurônios) que estimula a despolarização do sarcolema, ao promover maior entrada de íons sódio na célula e menor saída de íons potássio dela. Essa despolarização pode gerar um impulso eletroquímico que se propaga de modo rápido e uniforme por toda a célula muscular. A rápida propagação se deve à existência de muitas invaginações do sarcolema para o interior da célula, formando um sistema de túbulos transversais, o **sistema T**. Ele conduz o estímulo nervoso até a membrana do retículo sarcoplasmático. Ao receber o estímulo, a membrana do retículo altera sua permeabilidade e libera íons cálcio para o citosol. Esses íons ficam armazenados no retículo quando a célula está em repouso.

Os íons cálcio vão participar, com o ATP (trifosfato de adenosina), do processo de contração muscular.

A célula muscular não é capaz de controlar a intensidade de sua contração: ou ela não se contrai ou se contrai com toda a intensidade, em um processo chamado de **lei do tudo ou nada**. Já o músculo como um todo tem a intensidade da contração regulada pelo número de unidades motoras ativadas pelo impulso nervoso.

Cessado o impulso nervoso, as membranas da fibra muscular voltam a ficar polarizadas, ou seja, os íons cálcio são bombeados para dentro do retículo sarcoplasmático, restabelecendo as concentrações características do estado de repouso, e a contração muscular é interrompida, com as moléculas dos miofilamentos finos e grossos voltando ao estado inicial.

Fique por dentro

Contração muscular

Esta animação mostra o papel de cada uma das moléculas envolvidas no processo de contração muscular. A narração é feita em inglês, mas é possível colocar legendas em português.

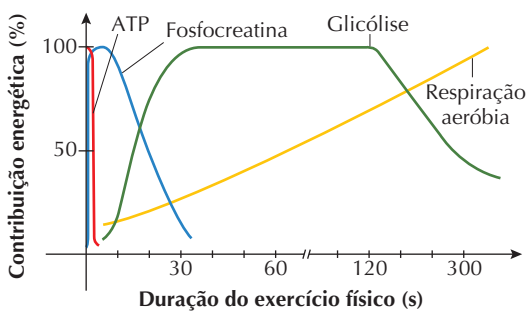
Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BVcgO4p88AA>. Acesso em: 22 jul. 2020.

Fontes de energia para o trabalho muscular

Não usamos sempre o mesmo grupo de músculos ao mesmo tempo, nem com a mesma intensidade. Assim, as células musculares esqueléticas são capazes de sair do repouso para a ação de forma muito rápida, o que depende de energia. Nenhum outro tecido apresenta variações tão amplas e abruptas no gasto de energia.

O trabalho muscular depende de energia sob a forma de ATP. Nas fibras musculares em repouso, há pequena reserva dessas moléculas. Elas são utilizadas de forma imediata apenas para promover a contração da célula de modo anaeróbio (sem oxigênio) por alguns segundos. Depois disso, a manutenção do trabalho muscular depende da síntese de ATP por outras vias que são acionadas na seguinte sequência: quebra das moléculas de fosfocreatina, quebra de glicose na glicólise e quebra de glicose e de ácidos graxos na respiração aeróbia. Esse acionamento sequencial permite um fornecimento contínuo de energia, de modo que uma fonte é acionada antes que a anterior se esgote. A contribuição efetiva de cada uma delas varia em função da intensidade e da duração do exercício (**Fig. 2.9**).

Figura 2.9 Contribuição das fontes de energia para o trabalho muscular



ERICSON GUILHERME LUCIANO

Fonte: MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. *Bioquímica básica*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.

A fosfocreatina é uma molécula exclusiva das células musculares. Ao ser quebrada, origina a creatina e libera o radical fosfato, que se liga ao ADP, formando ATP. As reservas de ATP e de fosfocreatina são usadas em situações estritamente anaeróbias, como no caso de corridas de 100 m rasos, provas de 25 m de natação, levantamento de peso, saque no tênis, salto em altura ou chute no futebol.

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

MODERNA

Aspectos do metabolismo celular, em especial, da fermentação e da respiração celular aeróbia são trabalhados na Unidade **Energia e vida**.

Se a atividade física se estende por mais 6 a 8 segundos, entra em ação a quebra do glicogênio armazenado no citosol das células musculares. Quando ele é quebrado, as moléculas de glicose que o compõem são liberadas. A glicose é inicialmente degradada preferencialmente de modo anaeróbio na glicólise, com baixo rendimento em ATP. Essa forma de geração de energia é observada apenas em exercícios intensos com duração de 1 a 3 minutos, como é o caso de corridas de 200 m a 1.000 m rasos ou provas de 100 m a 200 m de natação.

Com a atividade física, há aumento da ventilação pulmonar e da atividade cardiovascular. Desse modo, maior quantidade de gás oxigênio começa a chegar aos músculos. À medida que isso acontece, o metabolismo vai passando de anaeróbio para aeróbio, processo que tem maior rendimento de moléculas de ATP. A troca de um metabolismo preferencialmente anaeróbio para um preferencialmente aeróbio começa a ocorrer a partir de cerca de 3 minutos de atividade física intensa. Daí em diante, praticamente toda a atividade muscular passa a ser feita com o ATP produzido de forma aeróbia. É o caso de corridas de 1.500 m ou mais, maratonas ou provas de ciclismo, por exemplo.

A fonte de glicose deriva principalmente da quebra do glicogênio presente, como reserva de energia, nas fibras musculares. Com a continuidade da atividade física, moléculas de glicose trazidas pelo sangue também começam a participar desse processo. Essas moléculas derivam da quebra do glicogênio presente nas células do fígado e da absorção de glicose pelo intestino em decorrência da digestão de carboidratos. Além dessas fontes de energia, com a continuidade da atividade física, há a quebra da gordura presente em células do tecido adiposo, resultando na formação de ácidos graxos. Eles chegam às fibras musculares pela corrente sanguínea, participando da respiração celular. Em atividades físicas de longa duração, a queima de gordura prevalece sobre a queima de glicose.

Quando o exercício se torna muito intenso e não há oxigênio suficiente para as células, a glicose passa a ser utilizada na fermentação lática e o metabolismo torna-se anaeróbio, processo em que há formação de lactato e de íons H^+. O lactato gerado na fermentação lática durante o exercício intenso acumula-se no músculo, o que provoca a dor muscular. Depois de um tempo, o lactato passa para a corrente sanguínea e é degradado no fígado.

A **fadiga muscular** corresponde à incapacidade de contração do músculo, o que ocorre em condições de excesso de atividade muscular. As causas da fadiga são variadas e incluem o esgotamento de glicogênio nas fibras musculares, falhas na liberação de acetilcolina na placa motora, redução da liberação de íons cálcio no citosol e acúmulo de fosfato inorgânico e de ADP na célula.

Tipos de fibras musculares estriadas esqueléticas

Os músculos esqueléticos são formados basicamente por dois tipos de fibras: as do **tipo I**, ou de **contração lenta**, e as do **tipo II** ou de **contração rápida**.

As fibras do tipo I têm menor diâmetro em relação às do tipo II. Essas fibras são ricas em mitocôndrias e em mioglobina, proteína que lhes confere cor vermelha. Elas são pobres em glicogênio e estão adaptadas a movimentos lentos e duradouros, mas são resistentes à fadiga muscular. Elas obtêm energia para a contração por meio da respiração aeróbia, oxidando glicose e, principalmente, ácidos graxos; são muito vascularizadas e importantes em atividades de resistência, como corridas e natação a longas distâncias, maratonas e ciclismo.

As fibras do tipo II têm menor quantidade de mioglobina, sendo, assim, mais claras que as do tipo I. Elas são pobres em mitocôndrias, mas ricas em glicogênio, e, por isso, estão adaptadas a contrações bruscas e potentes. Elas sofrem fadiga mais facilmente e obtêm energia para a contração quase exclusivamente por mecanismos anaeróbios, como o uso da reserva de ATP, de fosfocreatina e da glicose na fermentação lática. Há poucos vasos sanguíneos associados a elas. São as mais empregadas por velocistas, em atividades como corridas e natação de curta distância e levantamento de peso.

A maioria dos músculos apresenta esses tipos de fibras, e a proporção entre elas varia de acordo com o músculo e com o patrimônio genético de cada indivíduo. Por exemplo, os músculos que sustentam o corpo são utilizados mais constantemente, e neles há mais fibras do tipo I; os músculos que são utilizados de modo intermitente, podendo exercer força, têm mais fibras do tipo II.

O treinamento físico pode alterar essa proporção, embora exista uma limitação genética para essa alteração. O aumento de fibras do tipo I decorre de exercícios aeróbios com alto número de repetições e baixa resistência, como nadar e correr por longas distâncias. O aumento de fibras do tipo II decorre de exercícios anaeróbios, com pesos maiores, baixa repetição e curta duração, como nas atividades de levantamento de peso. As atividades aeróbias aumentam a resistência muscular sem promover aumento significativo do volume do músculo. Já as anaeróbias aumentam o volume muscular.

No indivíduo adulto, as células musculares esqueléticas não se dividem mais, mas a atividade física as estimula a produzirem novas miofibrilas, o que leva ao aumento da musculatura. Além disso, em certas situações de exercícios de força intensos, células chamadas **satélites**, que são pequenas e se localizam no endomísio, multiplicam-se e algumas delas podem se fundir às células musculares, contribuindo para o aumento do músculo. As células satélites são importantes nos processos de regeneração da musculatura esquelética quando ocorrem lesões.

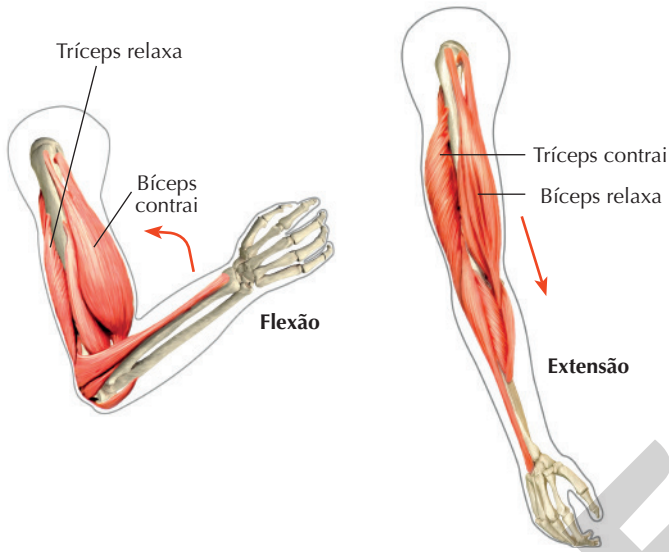
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Integração entre os sistemas esquelético, articular e muscular na geração de movimento

Músculos, tendões, ossos e articulações atuam em conjunto na produção do movimento em um sistema de alavancas. Os músculos puxam os ossos, mas não os empurram. Assim, na produção dos movimentos, os músculos trabalham em pares antagonistas: enquanto um se contrai, puxando o osso, o outro relaxa, e vice-versa. As figuras a seguir mostram os movimentos de flexão e extensão do antebraço (**Fig. 2.10**) e da perna (**Fig. 2.11**).

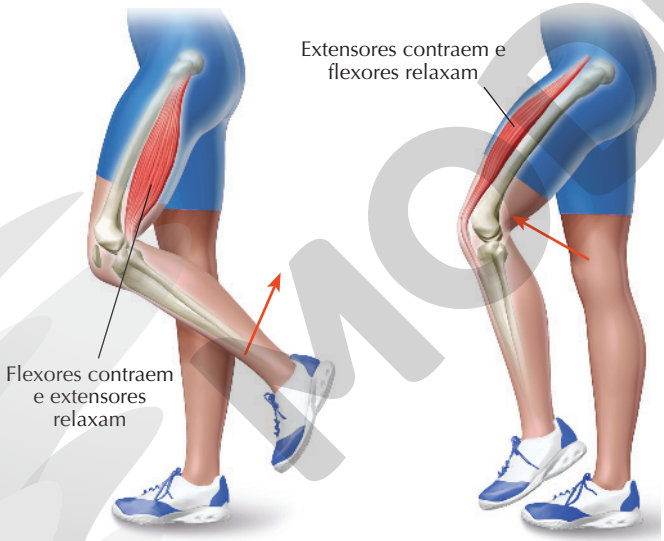
SCIENCE PHOTO LIBRARY/GETTY IMAGES



Fonte: SOLOMON, E. P.; BERG, L. R.; MARTIN, D. W. *Biology*. 5. ed. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1999.

Figura 2.10 Representação esquemática do movimento de flexão e extensão do antebraço: ação de músculos antagonistas, o bíceps e o tríceps. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

ILUSTRAÇÕES: ANGELO SHUMAN



Fonte: BIGGS, A. *et al. Life Science*. Glencoe/McGraw-Hill Education, 2005.

Figura 2.11 Representação esquemática do movimento de flexão e extensão da perna na região do joelho: ação dos músculos antagonistas, o isquiotibial (flexor) e o quadríceps (extensor). (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Atividade física e condicionamento físico

Você já deve ter ouvido falar que a atividade física contribui para a saúde física e mental, ainda mais no mundo de hoje, em que as pessoas estão se tornando cada vez mais sedentárias. Mas é importante que a atividade física seja praticada sob orientação de profissionais capacitados e em condições de segurança. Caso contrário, pode se tornar prejudicial à saúde.

Para melhorar o nosso condicionamento físico sem causar danos ao corpo, devemos aumentar gradual e progressivamente a intensidade, a frequência e a duração da atividade. Não é recomendado a principiantes um programa de atividade física que demande esforço intenso.

A atividade física regular, e não a esporádica, leva a adaptações fisiológicas importantes, como a melhora na capacidade cardiorrespiratória, propiciando fluxo sanguíneo mais eficiente em todo

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

o corpo, e o estímulo para aumentar a produção de endorfina. Essa substância, produzida pela glândula hipófise e por outras regiões do encéfalo, age no corpo diminuindo a dor e nos dando uma sensação de bem-estar. Por isso, os exercícios físicos são recomendados como um dos tratamentos contra a depressão.

Manter uma alimentação balanceada em minerais, vitaminas, glicídios, proteínas e lipídios também é fundamental para ter uma vida mais saudável.

Esta atividade permite investigar se a execução de exercícios de aquecimento afeta o tempo de recuperação da frequência cardíaca após atividades de esforço. Ao final da atividade, os estudantes devem perceber a importância de praticar o aquecimento antes de executar atividades físicas mais intensas. É importante buscar uma parceria com o professor de Educação Física para que ele possa indicar alguns exercícios de aquecimento e também um exercício de esforço para os estudantes.

Prática investigativa

Aquecimento físico e frequência cardíaca

Antes de iniciar a atividade, reúna-se em dupla, leia todo o procedimento e consulte o infográfico Segurança no laboratório, no início deste Volume.

O corpo humano precisa de maior oxigenação durante as atividades físicas do que quando está em repouso. Durante o esforço físico, há aumento da frequência cardíaca, o que faz o sangue circular mais rápido. A frequência cardíaca tende a acompanhar a necessidade do corpo, sendo maior em atividades de maior esforço.

Esta atividade busca reconhecer o papel do aquecimento físico como forma de maximizar a eficiência fisiológica do corpo por meio da aferição da frequência cardíaca em situações distintas.

Objetivo

- Comparar a variação do tempo necessário para que a frequência cardíaca volte ao estado de repouso após esforço físico antecedido ou não por aquecimento físico.

Material

- Relógio ou cronômetro
- Lápis
- Papel

Prepare-se!

Elabore uma hipótese sobre qual deve ser a influência da prática do aquecimento antes da realização do esforço físico no tempo de recuperação da frequência cardíaca. Anote a hipótese no caderno.

Procedimento

- Um dos integrantes da dupla realizará os exercícios físicos e o outro fará as medições e anotações.
- Antes de iniciar a atividade, o integrante da dupla que fará os exercícios deve ficar completamente em repouso, permanecendo sentado por 5 minutos. Ao final desse tempo, a frequência cardíaca deverá ser medida e anotada com o estudante ainda em repouso. Para medir a frequência cardíaca, é preciso localizar um ponto sensível do corpo onde seja possível sentir o fluxo sanguíneo. A lateral do pescoço, abaixo da mandíbula, é um bom local para essa medição. O integrante da dupla responsável por medir e registrar os dados deverá colocar dois dedos sobre a lateral do pescoço do colega que realizará o exercício buscando sentir sua pulsação. Ele deverá, então, contar o número de batimentos do colega durante um minuto.
- Metade das duplas fará os exercícios de aquecimento e, logo em seguida, o exercício de esforço. A outra metade fará apenas o exercício de esforço. Verifiquem com o professor a qual dos grupos vocês pertencem.
- De acordo com o grupo a que pertencem, realizem os exercícios durante o tempo indicado pelo professor.
- Meçam a frequência cardíaca no primeiro minuto após o final do exercício de esforço, com os estudantes sentados e, a partir daí, a cada minuto. Ou seja, o número de batimentos cardíacos deverá ser contado a cada minuto para que seja possível verificar em quanto tempo a frequência cardíaca volta ao valor de repouso (medição feita antes do início dos exercícios físicos).
- Terminada a coleta de dados, reúnam os dados coletados por vocês com os das demais duplas em uma tabela para que sejam calculadas as médias por minuto com e sem aquecimento.

Discuta com seus colegas

1. Utilizando os dados da tabela, construam um gráfico com as médias das frequências cardíacas em função do tempo para cada uma das situações.
2. Considerando os dados levantados, o que se pode concluir com relação ao efeito do aquecimento físico sobre o tempo necessário para a frequência cardíaca retornar ao valor do repouso?
3. Considerando os resultados obtidos, vocês julgam ser importante a prática de exercícios de aquecimento antes das atividades físicas? Expliquem.

Incentive os estudantes a praticarem a percepção e contagem dos batimentos antes de iniciar o experimento.

Os dados de todos os estudantes que fizerem os exercícios devem ser inseridos na tabela, com a indicação do tempo necessário, em minutos, para que a frequência cardíaca volte ao valor registrado na fase inicial de repouso.

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

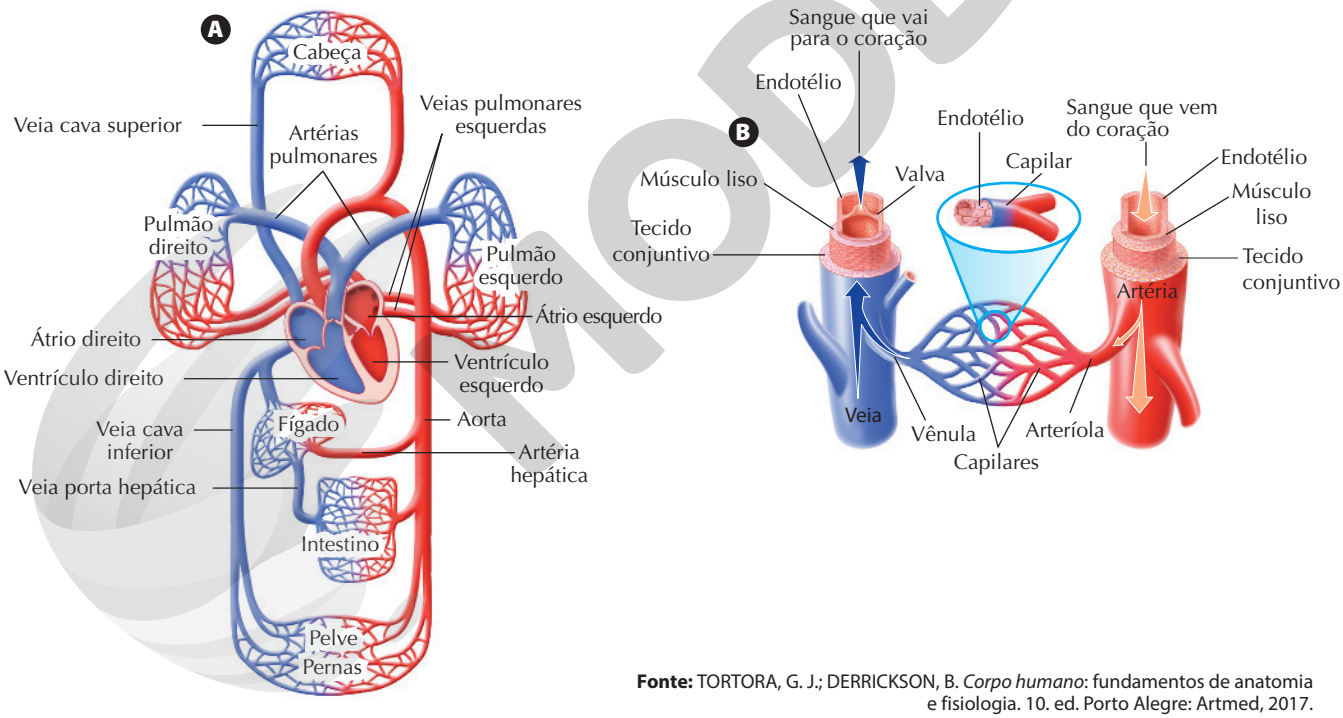
MODERNA

:: Sistema cardiovascular

O **sistema cardiovascular** tem a função de transportar substâncias no interior do corpo, de modo que nutrientes e gás oxigênio sejam levados para as células e os produtos do metabolismo das células sejam recolhidos.

O sistema cardiovascular é dividido em dois distritos: o **sanguíneo** e o **linfático**. Neste Tema, vamos nos ater ao distrito sanguíneo, também chamado sistema circulatório ou sistema vascular sanguíneo, por onde circula o sangue. Além das funções básicas, esse sistema contribui para a distribuição do calor no organismo, participando dos mecanismos termorreguladores. Por exemplo, você já deve ter percebido que, na prática de atividade física, o corpo fica aquecido e a pele, ruborizada. Esse rubor se deve ao aumento da circulação sanguínea periférica. Nesse processo, o sangue que chega à região periférica, aquecido pelo calor produzido dentro do corpo, passa parte desse calor para o meio externo, que está mais frio. Com isso, ele se resfria e retorna com temperatura mais baixa para as partes mais internas do corpo. O processo contribui para o controle da temperatura corporal, evitando o superaquecimento. Aliado a isso, há o aumento da transpiração na pele, o que também auxilia na redução da temperatura corporal.

O órgão central do sistema circulatório é o **coração**, que é muscular. Ele impulsiona o sangue para vasos denominados **artérias** e recebe o sangue de vasos chamados **veias**. Depois que é impulsionado pelo coração pelas artérias, o sangue passa para vasos de menor calibre, as **arteríolas**, que o conduzem para vasos de diâmetro microscópico, os **capilares**. Estes se localizam no interior dos tecidos, e é através de suas finas paredes que há trocas de substâncias entre o sangue e os tecidos. Após as trocas, o sangue passa dos capilares para vasos chamados **vênulas** e daí para as veias, que o levam de volta ao coração. Todos esses vasos são revestidos pelo **endotélio**, tecido epitelial formado por apenas uma camada de células (**Fig. 2.12**).



Fonte: TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. *Corpo humano*: fundamentos de anatomia e fisiologia. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 2.12 (**A**) Representação esquemática do distrito sanguíneo do sistema cardiovascular humano. Em vermelho estão representados os vasos que carregam sangue rico em gás oxigênio e em azul os vasos que carregam sangue rico em gás carbônico. (**B**) Representação esquemática da organização dos vasos sanguíneos e a relação entre eles. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

A cada volta completa, o sangue passa duas vezes pelo coração. O processo, denominado dupla circulação, engloba a circulação **pulmonar** e a circulação **sistêmica**. Na pulmonar, o sangue que chega venoso ao coração pelas veias cavas é bombeado para as artérias pulmonares. Estas o levam até os pulmões. Nos pulmões, o sangue é oxigenado, retornando arterial ao coração pelas veias

ILUSTRAÇÕES: ANGELO SHUMAN

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

MODERNA

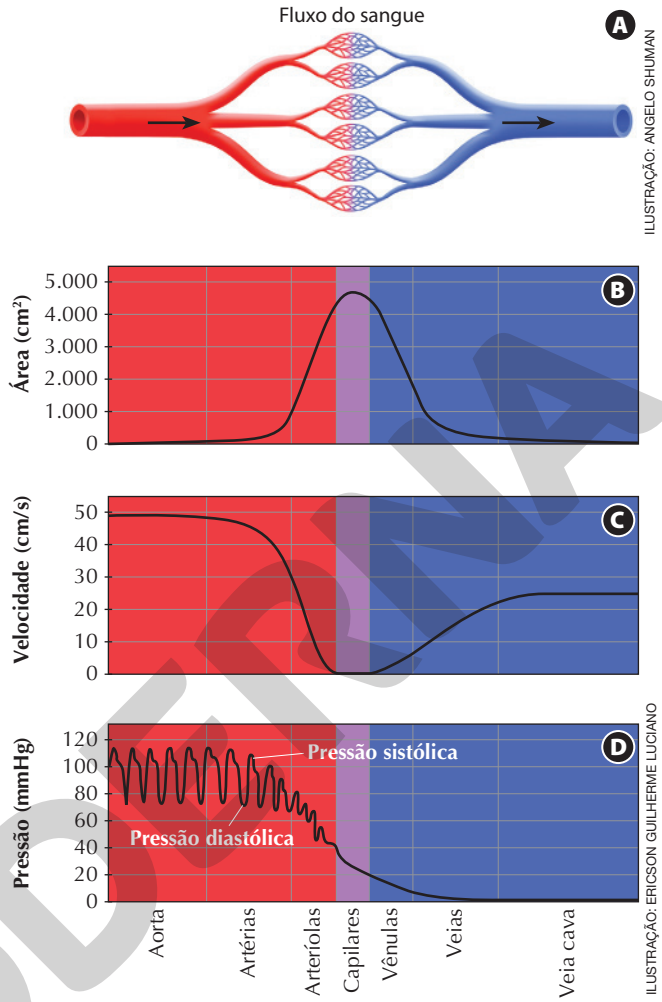
pulmonares. No sangue arterial, o teor de gás oxigênio é maior do que no sangue venoso. Por outro lado, o sangue venoso tem teor de gás carbônico maior do que o sangue arterial. Na circulação sistêmica, o sangue arterial sai do coração pela artéria aorta e é distribuído para todo o corpo, oxigenando os tecidos e retornando venoso ao coração pelas veias cavas.

As artérias apresentam parede mais espessa do que as veias, pois nelas as camadas circulares de musculatura não estriada (lisa) e de tecido conjuntivo rico em fibras elásticas são mais desenvolvidas. Essa parede mais espessa nas artérias promove a resistência e a elasticidade necessárias para manter o sangue circulando sob alta pressão. Ao contrário das artérias, as veias transportam sangue sob baixa pressão, e nelas há valvas que impedem o refluxo do sangue, orientando o sentido da circulação.

O sangue, ao passar das artérias para as arteríolas e delas para os capilares, tem a velocidade reduzida. Isso porque cada artéria distribui o sangue para muitas arteríolas, que vão distribuí-lo para um número ainda maior de capilares. Se somarmos a área total das secções transversais de todos os capilares, vamos notar que ela é maior do que a área correspondente de qualquer outro vaso do sistema cardiovascular (**Fig. 2.13 A e B**). Com isso, a velocidade do sangue cai muito nos capilares, chegando a ser cerca de quinhentas vezes menor do que nas artérias. Essa redução da velocidade é importante nas trocas entre o sangue e os tecidos, que só ocorrem no nível dos capilares. Ao sair dos capilares e passar para as vênulas e depois para as veias, a velocidade do sangue aumenta (**Fig. 2.13 C**). A velocidade e a pressão nas veias são menores que nas artérias.

Os movimentos de contração do músculo do coração são denominados **sístoles** e os movimentos de relaxamento, **diástoles**. No momento em que a musculatura do ventrículo se contrai (sístole ventricular), a pressão exercida no sistema de vasos arteriais é chamada **pressão sistólica arterial**, que é da ordem de 120 mmHg (milímetros de mercúrio), aproximadamente. Quando a musculatura do ventrículo relaxa, a pressão diminui e é chamada **pressão diastólica arterial**, que é da ordem de 80 mmHg, aproximadamente. Popularmente, a pressão sistólica arterial e a pressão diastólica arterial são representadas pelos valores 12 e 8, respectivamente.

O sangue, como todo líquido, flui de regiões de maior pressão para regiões de menor pressão. A alta pressão gerada pela sístole ventricular impulsiona o sangue para as artérias e delas para os demais vasos. A pressão sanguínea, no entanto, cai progressivamente à medida que o sangue se afasta do coração, chegando a zero mmHg nas veias ao retornar a ele. Ao retornar ao coração, a pressão é restabelecida pelo batimento cardíaco (**Fig 2.13 D**).



Fonte: CAMPBEL, N. A. *et al. Biology*. 9. ed. San Franscisco: Benjamim Cummming, 2005.

Figura 2.13 **(A)** Representação esquemática da organização dos vasos sanguíneos, mostrando o fluxo de sangue por meio de artéria, arteríolas, capilares, vênulas e veia. **(B)**, **(C)** e **(D)** Gráficos indicando a área total do diâmetro desses vasos, a velocidade do sangue e a pressão sanguínea, respectivamente.

As veias são vasos que tendem a acumular sangue, e suas paredes permitem maior expansão do que as paredes das artérias. O sangue venoso, que está sob baixa pressão e velocidade, em especial nas partes do corpo que ficam abaixo do nível do coração, tem que vencer a força da gravidade para retornar a ele. A mais importante força que impulsiona o sangue venoso para o coração, nesses casos, é a ação da musculatura esquelética: quando ela se contrai, comprime as veias. Como dentro delas há valvas que impedem o retorno do sangue, ele é impulsionado em direção ao coração. Pessoas que ficam paradas com as pernas para baixo por muito tempo têm o retorno venoso prejudicado, podendo até sofrer inchaço das pernas e dos pés. Ao mover as pernas, a compressão das veias pelos músculos esqueléticos acelera o fluxo

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

MODERNA

sanguíneo em direção ao coração (**Fig. 2.14**). Além disso, o retorno venoso é auxiliado pelos movimentos respiratórios: na inspiração, a caixa torácica se expande, e isso atua como uma forma de sucção do sangue das regiões inferiores do corpo em direção ao coração.

ANGELO SHUMAN

Fonte: TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. *Corpo humano*: fundamentos de anatomia e fisiologia. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

Figura 2.14 Representação esquemática da contração dos músculos esqueléticos na circulação venosa de retorno do sangue ao coração. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

O coração e seu funcionamento

Assim como nos demais mamíferos, o coração humano tem quatro câmaras distintas, **dois átrios** e **dois ventrículos**, e nele não há mistura de sangue arterial com sangue venoso. As cavidades do lado direito recebem apenas sangue venoso e as do lado esquerdo, apenas sangue arterial. Entre o átrio direito e o ventrículo direito encontra-se a **valva atrioventricular direita** (ou **valva tricúspide**), e entre o átrio esquerdo e o ventrículo esquerdo há a **valva atrioventricular esquerda** (ou **valva mitral**). Essas valvas impedem que o sangue impulsionado com força e pressão pelos ventrículos retorne para os átrios, sendo direcionado para as artérias.

Na abertura da artéria pulmonar no ventrículo direito há a **valva pulmonar**, e na abertura da aorta no ventrículo esquerdo encontra-se a **valva aórtica**. Essas duas valvas impedem que o sangue enviado para esses vasos retorne para o ventrículo.

O funcionamento do coração ocorre segundo o **ciclo cardíaco**, que compreende a contração dos dois átrios seguida pela contração dos dois ventrículos, explicado na **Figura 2.15**.

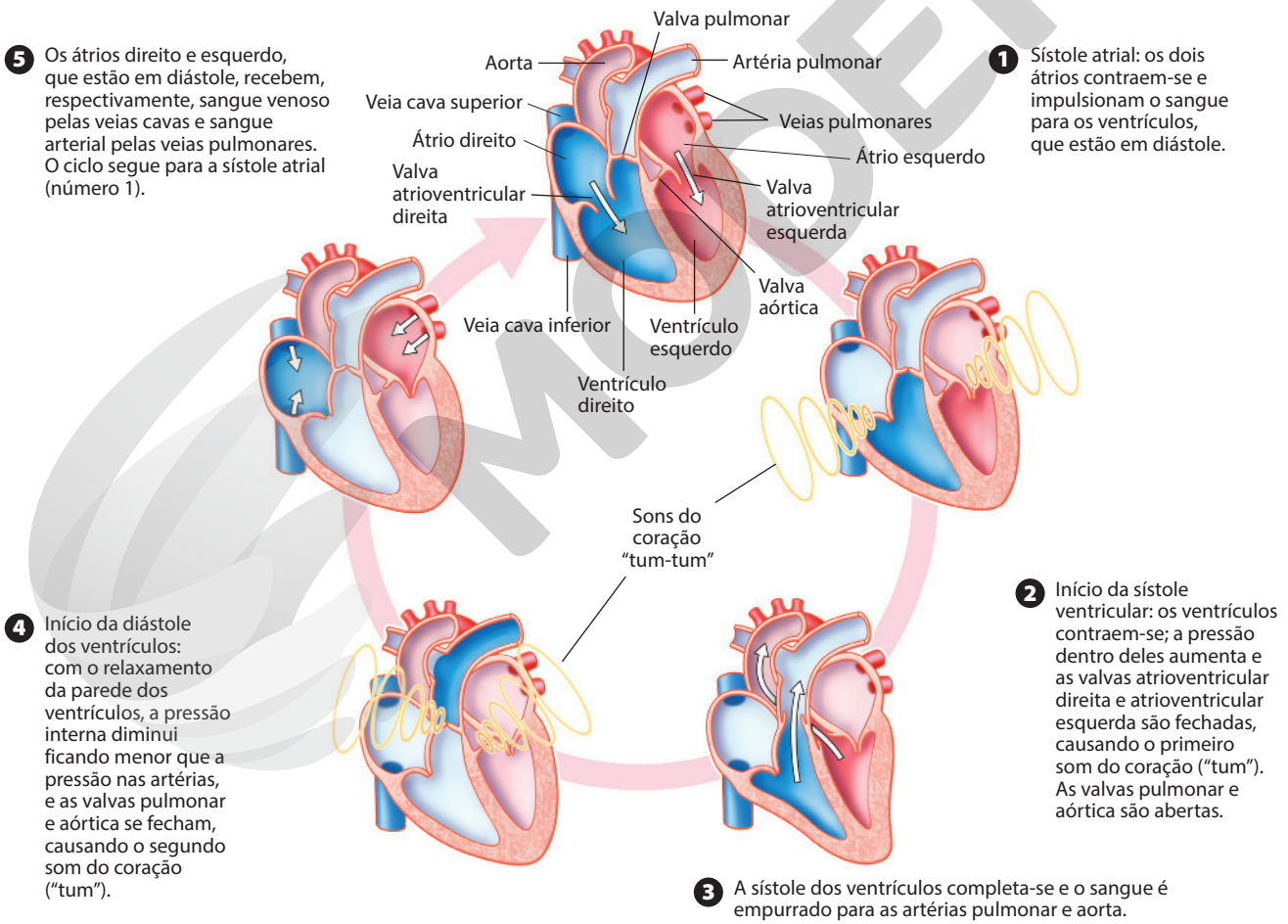


ILUSTRAÇÃO: PAULO MANZI

Fonte: SOLOMON, E. P.; BERG, L. R.; MARTIN, D. W. *Biology*. 5. ed. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1999.

Figura 2.15 Representação esquemática simplificada do ciclo cardíaco, mostrando o coração em corte longitudinal mediano. As setas brancas indicam a direção e o sentido do fluxo sanguíneo. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

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

Os batimentos do coração humano obedecem ao ritmo de impulsos provenientes de uma região específica do músculo cardíaco denominada **nó sinoatrial**, que atua como **marca-passo**, determinando a contração dos átrios. O impulso gerado no nó sinoatrial é transmitido para o **nó atrioventricular**, que por sua vez o transmite a fibras condutoras atrioventriculares (feixes de His). Elas se dividem em dois ramos, direito e esquerdo, e penetram nas paredes externas dos ventrículos, onde novamente se ramificam, agora formando os inúmeros ramos subendoteliais (fibras de Purkinje), que determinam a sístole dos ventrículos (**Fig. 2.16**).

O número de contrações realizadas pelo coração por minuto corresponde à **frequência cardíaca**. Em uma pessoa saudável, em repouso, a frequência cardíaca é da ordem de 70 contrações por minuto, aproximadamente. Essa frequência oscila, dentro de uma faixa de valores, em função de variáveis como o sexo e a idade.

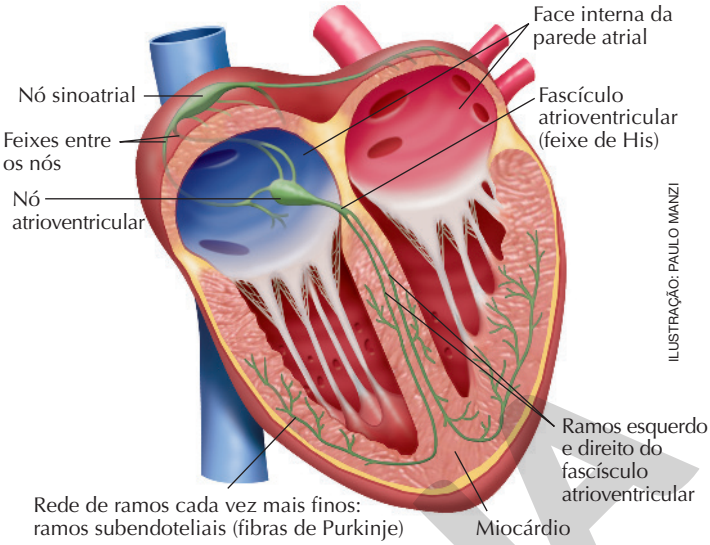


ILUSTRAÇÃO: PAULO MANZI

Fonte: JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica:* texto e atlas. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

Figura 2.16 Representação esquemática do coração em vista anterior, após corte longitudinal. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Apesar desse automatismo da contração, os batimentos cardíacos têm mecanismos reguladores relacionados ao sistema nervoso e hormonal. Por exemplo, o hormônio epinefrina, que é secretado pelas glândulas suprarrenais (adrenais), promove o aumento da frequência cardíaca, o que ocorre em situações de emergência ou de estresse.

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

Atividades

Registre em seu caderno

1. Uma das funções do esqueleto humano é a proteção de alguns órgãos. Associe corretamente os ossos aos órgãos que cada um deles protege.

I. Crânio	A. Medula espinal
II. Coluna vertebral	B. Encéfalo
III. Costelas	C. Pulmões e coração

Agora, responda: os ossos citados acima fazem parte do esqueleto axial ou apendicular?

2. (Ufscar-SP) Se pudéssemos marcar uma única hemácia do sangue de uma pessoa, quando de sua passagem por um capilar sanguíneo do pé, e seguir seu trajeto pelo corpo a partir dali, detectaríamos sua passagem, sucessivamente, pelo interior de:

a) artérias P veias → coração → artérias → pulmão → veias → capilares.

b) artérias → coração → veias → pulmão → veias → coração → artérias → capilares.

c) veias → artérias → coração → veias → pulmão → artérias → capilares.

d) veias → pulmão → artérias → coração → veias → pulmão → artérias → capilares.

e) veias → coração → artérias → pulmão → veias → coração → artérias → capilares.

3. No corpo humano há três tipos de tecido muscular:

I. não estriados ou lisos, que revestem vísceras e são responsáveis pelo peristaltismo, por exemplo;

II. estriados esqueléticos, que formam os músculos responsáveis pelos movimentos do esqueleto;

III. estriado cardíaco, que forma o coração e é responsável pelos movimentos de sístole e diástole.

Precisam estar dispostos em pares antagônicos para serem eficientes em sua função:

a) I, somente.
b) II, somente.
c) I e II, somente.
d) I e III, somente.
e) I, II e III.

4. Um jogador de futebol sofreu uma luxação no joelho ao se chocar com um adversário. Nas luxações a articulação é deslocada de sua posição normal.

Sobre isso, responda às questões.

a) Qual foi o tipo de articulação lesionada pelo jogador?

b) Quais são os ossos envolvidos nessa articulação?

5. (UFMG) O ecoturismo e as viagens, especialmente as internacionais, levam as pessoas a diferentes partes do planeta. Contudo o corpo humano sofre alterações em decorrência de viagens, que podem dar origem a vários problemas de saúde. Por isso, já existem serviços médicos especializados em Medicina do Viajante.

a) Indique a causa do inchaço das pernas e dos pés em caso de viagens longas de ônibus, carro ou avião.

b) Entre outras medidas preventivas desse incômodo, aconselha-se o viajante a movimentar-se e, quando possível, levantar e abaixar as pontas

MODERNA

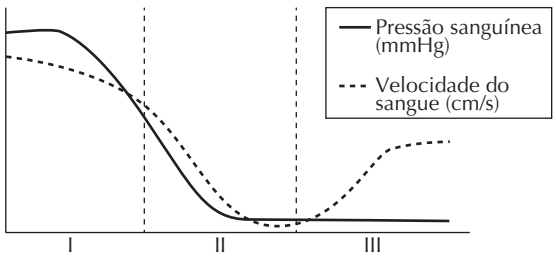
dos pés para exercitar as pernas. Explique como essas duas medidas podem prevenir ou reduzir o inchaço das pernas.

6. Uma jogadora de vôlei salta para bater na bola, jogando-a para a quadra do time adversário. Para saltar, a jogadora usa a força da contração de músculos estriados esqueléticos e a atuação do sistema nervoso por meio dos impulsos nervosos.

a) Explique como o neurônio transmite o impulso nervoso ao músculo.

b) Para saltar, é necessária a integração do esqueleto com os tendões e os músculos. Explique como ocorre a integração dessas três estruturas para propiciar à atleta a execução do salto.

7. (Fuvest-SP) O gráfico a seguir mostra a variação na pressão sanguínea e na velocidade do sangue em diferentes vasos do sistema circulatório humano.



Qual das alternativas correlaciona corretamente as regiões I, II e III do gráfico com o tipo de vaso sanguíneo?

	I	II	III
a)	Artéria	Capilar	Veia
b)	Artéria	Veia	Capilar
c)	Artéria	Veia	Artéria
d)	Veia	Capilar	Artéria
e)	Veia	Artéria	Capilar

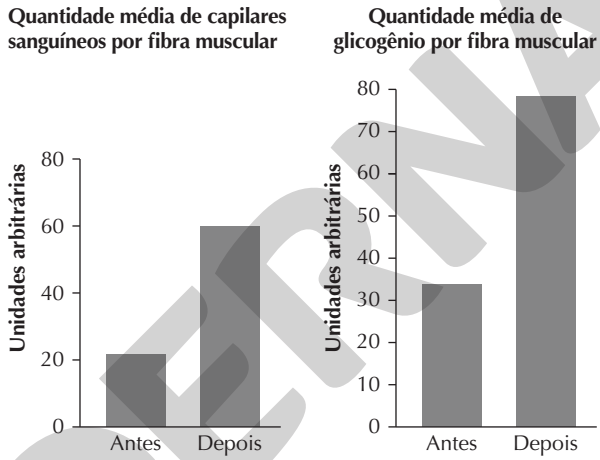
8. (Fuvest-SP) A tabela abaixo apresenta algumas características de dois tipos de fibras musculares do corpo humano.

Fibras musculares		
Características	**Tipo I**	**Tipo II B**
Velocidade de contração	Lenta	Rápida
Concentração de enzimas oxidativas	Alta	Baixa
Concentração de enzimas glicolíticas	Baixa	Alta

a) Em suas respectivas provas, um velocista corre 200 m, com velocidade aproximada de 36 km/h, e um maratonista corre 42 km, com velocidade aproximada de 18 km/h. Que tipo de fibra muscular se espera encontrar, em maior abundância, nos músculos do corpo de cada um desses atletas?

b) Em que tipo de fibra muscular deve ser observado o maior número de mitocôndrias? Justifique.

9. (UFRJ-RJ) Os gráficos a seguir representam duas características de fibras musculares de jovens saudáveis, medidas antes e depois de realizarem, por algumas semanas, exercício físico controlado, associado a uma dieta equilibrada. Marcante melhoria no condicionamento físico desses jovens foi observada.



Explique, com base nos gráficos, a relação entre a melhoria no condicionamento físico dos jovens e as variações dos seguintes fatores:

a) quantidade de capilares sanguíneos por fibra muscular.

b) quantidade de glicogênio por fibra muscular.

10. Com base nos dados da tabela a seguir, explique as diferenças na porcentagem de fibras rápidas e lentas considerando as características morfológicas e bioquímicas de cada uma delas.

Porcentagem de fibras rápidas e fibras lentas em quadríceps de atletas de diferentes modalidades esportivas		
Modalidade esportiva do atleta	**Fibras de contração rápida**	**Fibras de contração lenta**
Maratonista	18	82
Nadador	26	74
Halterofilista	55	45
Corredor de curta distância	63	37

Fonte: TORRES, B. B.; MARZZOCO, A. *Bioquímica básica*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

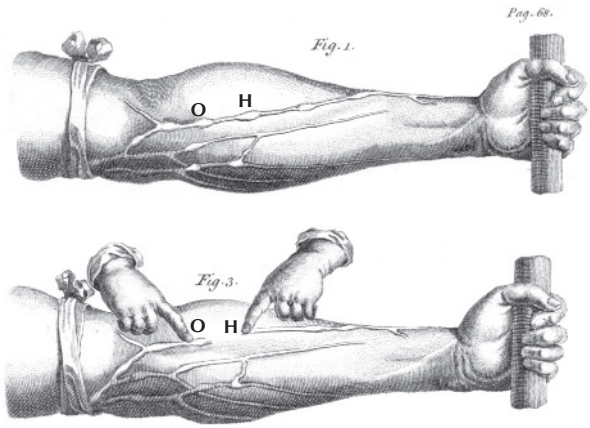
11. Os experimentos do médico inglês William Harvey (1578-1657) foram importantes na compreensão do sistema cardiovascular. Eles refutaram, por exemplo,

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

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

MODERNA

a crença da época de que o fígado seria o órgão central desse sistema e descreveram a função de veias e artérias. Veja a seguir um de seus clássicos experimentos:

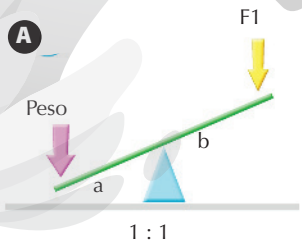


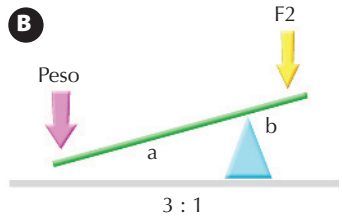
SCIENCE & SOCIETY PICTURE LIBRARY/GETTY IMAGES

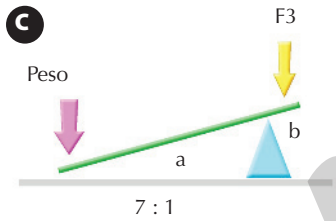
Representação esquemática do experimento realizado por William Harvey.

Harvey colocou um torniquete no braço de uma pessoa até que suas veias ficassem evidentes e aparecessem nodosidades dentro delas, como as destacadas pelas letras O e H. Essas nodosidades correspondem a locais onde estão as valvas. Harvey, então, pressionou o ponto H e, mantendo-o pressionado, com outro dedo deslocou o conteúdo de sangue em direção ao cotovelo, até o ponto O; ao fazer isso, percebeu que o trecho H-O do vaso sanguíneo permanecia vazio. Ao remover o dedo do ponto H, verificou que o sangue voltava a preencher rapidamente o trecho colapsado. Explique os resultados que Harvey obteve.

12. A figura a seguir mostra três situações (**A**, **B** e **C**) em que uma tábua de madeira, sempre do mesmo comprimento, encontra-se apoiada sobre um suporte, como uma gangorra. Na extremidade esquerda é colocada uma massa que exerce peso idêntico nas três situações. O objetivo é aplicar uma força **F** na extremidade direita de cada tábua para equilibrá-la. Trata-se, portanto, de um equilíbrio de forças.







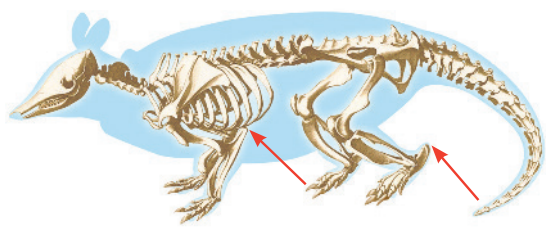
Os números indicam a proporção entre os comprimentos das duas partes da tábua, à esquerda e à direita do ponto de apoio. 1 : 1 significa que a tábua está apoiada pelo meio; 3 : 1 indica que a parte à esquerda do suporte é três vezes mais longa que a parte à direita. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

Responda às questões a seguir:

a) Se o peso for de 1 kgf (quilograma-força = força necessária para segurar uma massa de 1 kg suspensa no ar, junto à superfície terrestre) nas três situações, quais deverão ser, em kgf, as forças **F1**, **F2** e **F3** para equilibrá-lo?

b) Faça, em seu caderno, o esquema de uma alavanca capaz de erguer um peso de 10 kgf ao ser aplicada uma força de 5 kgf.

c) A figura a seguir representa o esqueleto de um tatu. As setas vermelhas indicam o cotovelo e o calcanhar esquerdos do tatu. Ele é um animal que cava suas tocas rapidamente, arremessando terra para trás com as patas equipadas com fortes unhas. Com base nessas informações e nas suas respostas às questões anteriores, indique a característica morfológica do esqueleto do tatu que confere a ele, proporcionalmente, mais força para distender as patas que a aplicada no braço e no antebraço no ser humano.



Representação esquemática de esqueleto de um tatu. As setas vermelhas indicam o cotovelo e o calcanhar esquerdos do animal. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

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: ANGELO SHUMAN

TEMA 3

Descrição dos movimentos

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 2; 5; 6
Habilidades: EM13CNT204; EM13CNT301; EM13MAT103; EM13MAT301; EM13MAT302

VANDATHAU/SHUTTERSTOCK

Figura 3.1 O estudo do movimento de corpos é realizado pela Cinemática.

Uma das ações mais comuns realizadas pelos seres humanos é a prática esportiva, e relacionada a ela, seja caminhando, seja andando de bicicleta (**Fig. 3.1**), está o movimento. Para esportistas, profissionais ou não, a descrição detalhada de como ocorrem os movimentos pode ser de grande valia, ajudando na prevenção de acidentes e contusões e, especialmente para os esportistas profissionais, na melhora da *performance* da atividade física. Neste Tema vamos estudar, em detalhes, como o movimento ocorre, mas sem nos preocuparmos com suas causas, que é campo de estudo da Cinemática.

Referencial e movimento relativo

ONDREJ HAJEK/CTK PHOTO/ALAMY/FOTOARENA

Figura 3.2 Equipe de *bobsled* da República Tcheca competindo na Alemanha (2020).

O *bobsled* é um esporte de inverno em que os atletas, em equipe, descem em um trenó por uma estreita pista de gelo. Na **Figura 3.2**, o trenó de uma equipe de *bobsled* está em **movimento** em relação às pessoas que estão assistindo à competição na arquibancada, assim como os atletas em seu interior. Isto é, para as pessoas da arquibancada, os quatro atletas têm a sua **posição variando** ao longo do tempo.

MODERNA

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

Porém, o atleta da frente visto pelos atletas de trás está parado. Como sua **posição não varia**, dizemos que ele está em **repouso**. Logo, o atleta da frente está em movimento para as pessoas na arquibancada e em repouso para os atletas de trás. O mesmo vale para os outros três atletas, isto é, eles estão em repouso em relação uns aos outros e ao trenó.

Chamamos o corpo em relação ao qual observamos se há movimento ou não de **referencial**. No exemplo anterior o referencial pode ser tanto os observadores externos como os atletas ou mesmo o próprio trenó.

Corpo extenso e ponto material

Pode acontecer de uma pessoa querer comprar uma bicicleta, mas ter dificuldade em encontrar um local para guardá-la sem que atrapalhe a circulação dos moradores da casa, pois ela ocupa um espaço considerável; veja a **Figura 3.3**. Nesse caso, as dimensões da bicicleta devem ser levadas em conta; ela é, então, um **corpo extenso**, ou seja, suas dimensões não são desprezíveis nessa situação.

PHOTOGRAPHEE.EU/SHUTTERSTOCK

Figura 3.3 Em determinadas situações, a bicicleta pode ser um corpo extenso, como nesse exemplo dentro de uma sala.

No entanto, quando usamos a bicicleta para ir de um local a outro no bairro ou de uma cidade a outra em uma competição (**Fig. 3.4**), por exemplo, suas dimensões deixam de ser importantes. Ou seja, considerando o caminho percorrido, o tamanho da bicicleta se torna desprezível e, nesse caso, ela é um **ponto material**.

KOVOP58/SHUTTERSTOCK

Figura 3.4 Quando as distâncias percorridas pela bicicleta são muito grandes, ela é um ponto material.

Trajetória

A Corrida Internacional de São Silvestre, que ocorre na cidade de São Paulo, foi criada em 1925 e é a mais tradicional corrida de rua do Brasil. Na **Figura 3.5** podemos ver o percurso de 15 km dessa corrida.

FERNANDO JOSÉ FERREIRA

Figura 3.5 Representação do percurso de 15 km da Corrida Internacional de São Silvestre.

Ao representarmos geometricamente o percurso ou o caminho de um corpo em movimento, que nesse caso são os atletas na corrida, estamos representando a **trajetória**, que pode ser definida como uma linha que conecta os pontos que o corpo percorreu em relação a um referencial.

Assim como o movimento, a trajetória depende do referencial, ou seja, ao mudar o referencial, a trajetória também se altera; por exemplo, imagine que um avião se desloca em linha reta a uma velocidade constante e um paraquedista salta dele. Inicialmente o piloto vê o paraquedista caindo em uma trajetória retilínea sempre embaixo do avião. No entanto, para um observador no solo, o paraquedista descreve uma trajetória curvilínea, como mostra a **Figura 3.6**.

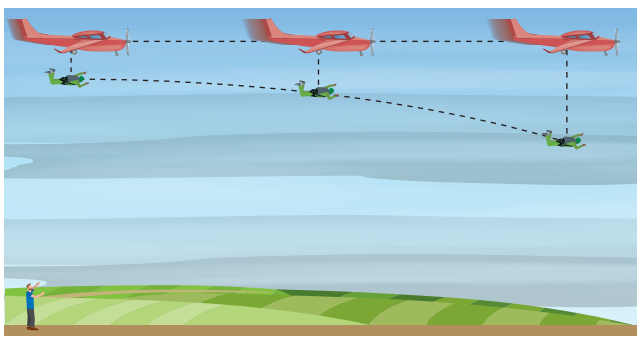


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 3.6 Representação das trajetórias de um avião e de um paraquedista. A trajetória depende do referencial. (Imagem sem escala.)

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

EMOD

:: Deslocamento, velocidade e aceleração

Em situações desportivas, questões como deslocar-se de forma mais rápida entre dois pontos ou adquirir maior velocidade no menor intervalo de tempo possível podem ser muito relevantes. Na prova de 100 m rasos (**Fig. 3.7**), por exemplo, tais questões são importantíssimas , e vamos estudá-las nesta seção.

SHAHJEHAN/SHUTTERSTOCK

Figura 3.7 O velocista olímpico jamaicano Usain Bolt (segundo da direita para a esquerda) é um dos maiores atletas da história do atletismo (Rio de Janeiro, 2016).

A **Figura 3.8** mostra a **trajetória** descrita por uma ciclista em uma ciclovia. Essa trajetória pode ser definida como a linha que liga os pontos consecutivos pelos quais ela passa e é orientada pelo sentido da seta preta mostrada na figura. Essa ciclista se desloca do ponto *A* em direção ao ponto *B* em uma ciclovia. Ao chegar ao ponto *B*, ela para e descansa para depois continuar e chegar ao ponto *C*. O percurso total demora duas horas e meia e, para ir de *A* a *B*, ela demora uma hora.

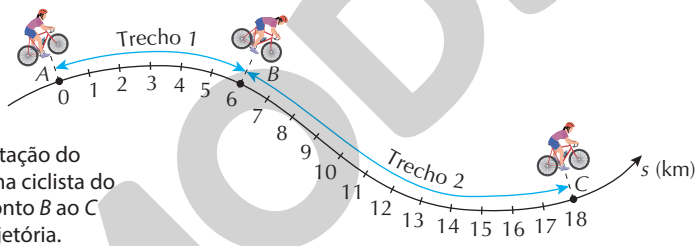


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 3.8 Representação do deslocamento de uma ciclista do ponto *A* ao *B* e do ponto *B* ao *C* ao longo de uma trajetória.

Com base no percurso da ciclista, podemos definir variáveis que descrevem o movimento, conforme mostra a **Tabela 3.1**.

Tabela 3.1 Variáveis que descrevem o movimento em cada trecho

Variáveis	Trecho 1	Trecho 2
Posição inicial (s_0): início do movimento	$s_0 = 0$ km	$s_0 = 6$ km
Posição final (s): fim do movimento	$s = 6$ km	$s = 18$ km
Tempo inicial (t_0): instante em que tem início a medição de tempo	$t_0 = 0$ h	$t_0 = 1$ h
Tempo final (t): instante em que termina a medição de tempo	$t = 1$ h	$t = 2{,}5$ h

Analisando as variáveis acima, podemos definir **deslocamento escalar** como a variação na posição de um corpo, no caso a ciclista, considerando a posição inicial e a posição final. O deslocamento escalar (Δs) pode ser representado pela seguinte expressão matemática:

$$\Delta s = s - s_0$$

Assim, o deslocamento da ciclista no trecho 1 é dado por:

$$\Delta s_1 = s - s_0 \Rightarrow \Delta s_1 = 6 \text{ km} - 0 \text{ km} \therefore \Delta s_1 = 6 \text{ km}$$

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

O deslocamento no trecho 2 é dado por:

$\Delta s_2 = s - s_0 \Rightarrow \Delta s_2 = 18\ \text{km} - 6\ \text{km}$

$\therefore \Delta s_2 = 12\ \text{km}$

O deslocamento total realizado pela ciclista é dado por:

$\Delta s_{total} = s - s_0 \Rightarrow \Delta s_{total} = 18\ \text{km} - 0\ \text{km}$

$\therefore \Delta s_{total} = 18\ \text{km}$

Esse valor também equivale à soma dos deslocamentos parciais no trecho 1 e no trecho 2:

$\Delta s_{total} = \Delta s_1 + \Delta s_2 \Rightarrow \Delta s_{total} = 6\ \text{km} + 12\ \text{km}$

$\therefore \Delta s_{total} = 18\ \text{km}$

Ao se deslocar pela ciclovia, a ciclista percorre o trajeto com certa rapidez, que pode ser medida considerando a variação do espaço percorrido e o correspondente intervalo de tempo. A grandeza física que permite quantificar essa rapidez é chamada de **velocidade escalar média** (v_m) e pode ser representada pela seguinte expressão:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Então, para calcular a velocidade média da ciclista no trecho 1, fazemos:

$$v_{m(1)} = \frac{\Delta s_1}{\Delta t_1} \Rightarrow v_{m(1)} = \frac{s - s_0}{t - t_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{m(1)} = \frac{6\ \text{km} - 0\ \text{km}}{1\ \text{h} - 0\ \text{h}}$$

$$\therefore v_{m(1)} = 6\ \text{km h}^{-1}$$

Para calcular a velocidade média da ciclista no trecho 2, fazemos:

$$v_{m(2)} = \frac{\Delta s_2}{\Delta t_2} \Rightarrow v_{m(2)} = \frac{s - s_0}{t - t_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{m(2)} = \frac{18\ \text{km} - 6\ \text{km}}{2{,}5\ \text{h} - 1\ \text{h}} \Rightarrow v_{m(2)} = \frac{12\ \text{km}}{1{,}5\ \text{h}}$$

$$\therefore v_{m(2)} = 8\ \text{km h}^{-1}$$

E, para obter a velocidade média no percurso total:

$$v_{m(total)} = \frac{\Delta s_{total}}{\Delta t} \Rightarrow v_{m(total)} = \frac{s - s_0}{t - t_0} \Rightarrow$$

$$v_{m(total)} = \frac{18\ \text{km} - 0\ \text{km}}{2{,}5\ \text{h} - 0\ \text{h}} \Rightarrow v_{m(total)} = \frac{18\ \text{km}}{2{,}5\ \text{h}}$$

$$\therefore v_{m(total)} = 7{,}2\ \text{km h}^{-1}$$

A velocidade de uma pessoa caminhando ou correndo, de um ciclista pedalando, de um veículo trafegando em uma via ou de um avião voando pode apresentar variações, ou seja, pode não se manter constante. No caso de um automóvel, o velocímetro (**Fig. 3.9**) indica a **velocidade escalar instantânea** (v) em todos os instantes. A velocidade instantânea é, então, o valor da velocidade escalar média em um intervalo de tempo muito pequeno.

ALEKSANDR PROSHKIN/ ALAMY/FOTOARENA

Figura 3.9 O velocímetro dos veículos mostra as alterações de velocidade ao longo do percurso, ou seja, ele indica a velocidade instantânea, e não a velocidade média.

Como exemplificado anteriormente, a unidade de medida da velocidade da ciclista foi dada em quilômetro por hora (km h^{-1}). Porém, no Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida de velocidade é dada em **metro por segundo** (m s^{-1}). Para converter km h^{-1} em m s^{-1}, e vice-versa, podemos fazer:

$$1\frac{\text{km}}{\text{h}} = 1 \cdot \frac{1.000\ \text{m}}{3.600\ \text{s}} \Rightarrow 1\frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1\ \text{m}}{3{,}6\ \text{s}}$$

$\therefore 1\ \text{m s}^{-1} = 3{,}6\ \text{km h}^{-1}$

Portanto, para converter m s^{-1} em km h^{-1}, multiplicamos o valor da velocidade por 3,6 e, para converter km h^{-1} em m s^{-1}, dividimos o valor da velocidade por 3,6, conforme ilustra a **Figura 3.10**.

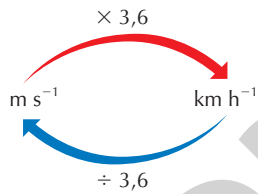


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 3.10 Conversão das unidades de medida de velocidade.

Então, no trecho 2, qual é a velocidade da ciclista em m s^{-1}?

Vimos que, no trecho 2, a velocidade da ciclista é de 8 km h^{-1}. Para obter o resultado em m s^{-1}, basta dividir a velocidade por 3,6:

$$v_{m(2)} = 8\ \text{km h}^{-1} \Rightarrow v_{m(1)} = \frac{8}{3{,}6}\ \text{m s}^{-1}$$

$\therefore v_{m(2)} \simeq 2{,}22\ \text{m s}^{-1}$

Outra maneira de representar o km h^{-1}, muito comum nas placas de trânsito e nos velocímetros dos automóveis, é km/h. Do mesmo jeito, m s^{-1} também pode ser representado como m/s.

Voltando ao exemplo da ciclista, enquanto ela se desloca pela ciclovia, sua velocidade pode variar. A grandeza física que quantifica essa variação em um intervalo de tempo é chamada de **aceleração escalar média** (a_m) e pode ser representada pela expressão:

$$a_m = \frac{v - v_0}{t - t_0} \text{ ou } a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Se admitirmos que a ciclista partiu do repouso, ou seja, $v_0 = 0$, e atingiu a velocidade de 6 km h^{-1} no trecho 1 em um intervalo de tempo de 5 s, a aceleração escalar média será dada por:

$$a_{m(1)} = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} \Rightarrow a_{m(1)} = \frac{6\ \text{km h}^{-1}}{5\ \text{s}}$$

$$\therefore a_{m(1)} = 1{,}2\ \frac{\text{km h}^{-1}}{\text{s}}$$

O resultado acima indica que a velocidade da ciclista varia 1,2 km h^{-1} a cada 1 segundo. Assim como a velocidade, a aceleração escalar média pode ser calculada para um intervalo de tempo muito pequeno; nesse caso, obtemos a **aceleração escalar instantânea**, ou seja, a aceleração em um dado instante.

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

MODERNA

No SI, a unidade de aceleração escalar é dada em metro por segundo ao quadrado (m s^{-2} ou m/s^2). Portanto, para obter a aceleração da ciclista no trecho 1 em unidades do SI, devemos converter a velocidade de km h^{-1} em m s^{-1} e então calcular a aceleração:

$$v_{m(1)} = \frac{6}{3{,}6}\text{m s}^{-1} \Rightarrow v_{m(1)} \simeq 1{,}67\ \text{m s}^{-1}$$

$$a_{m(1)} = \frac{\Delta v_1}{\Delta t_1} \Rightarrow a_{m(1)} = \frac{1{,}67\ \text{m s}^{-1}}{5\ \text{s}}$$

$$\therefore\ a_{m(1)} = 0{,}33\ \text{m s}^{-2}$$

Movimento progressivo e movimento retrógrado

Um corredor se desloca em uma pista de corrida de 4 km. Na primeira meia hora, ele corre no mesmo sentido que o das placas que indicam as distâncias do percurso, como mostra a **Figura 3.11**.

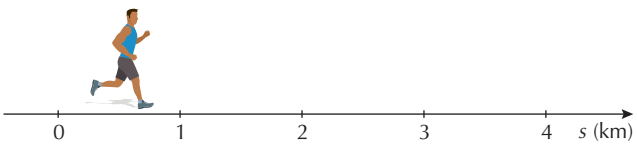


Figura 3.11 Nesta situação, ele corre no mesmo sentido das placas (Trecho 1).

Em seguida, ele faz a volta e retorna ao ponto de partida, correndo em sentido oposto ao da trajetória, e demora o mesmo tempo que o do percurso de ida (**Fig. 3.12**).

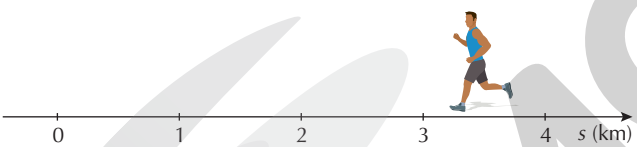


Figura 3.12 Nesta situação, ele corre no sentido oposto ao das placas (Trecho 2).

Nesses casos, o corredor faz respectivamente um movimento progressivo e um movimento retrógrado. Portanto, temos:

- Quando o corredor se desloca no sentido crescente ao da trajetória, o movimento é progressivo. O deslocamento nesse trecho é dado por:

  $\Delta s_1 = s - s_0 \Rightarrow \Delta s_1 = 4\,\text{km} - 0\,\text{km} \therefore \Delta s_1 = 4\ \text{km}$

  O deslocamento com sinal positivo indica um **movimento progressivo**.

- Quando o corredor se desloca no sentido oposto ao da trajetória, o movimento é retrógrado. O deslocamento nesse trecho é dado por:

  $\Delta s = s - s_0 \Rightarrow \Delta s = 0\,\text{km} - 4\,\text{km} \therefore \Delta s = -4\,\text{km}$

  O deslocamento com sinal negativo indica um **movimento retrógrado**.

O deslocamento total pode ser obtido de duas formas:

- Pela soma dos deslocamentos parciais:

  $\Delta s = \Delta s_1 + \Delta s_2 = 4\,\text{km} - 4\,\text{km} \therefore \Delta s = 0\ \text{km}$

- Pela diferença entre a posição final e a posição inicial do corredor no percurso total (ida e volta):

  $\Delta s = s - s_0 \Rightarrow \Delta s = 0\,\text{km} - 0\,\text{km} \therefore \Delta s = 0\ \text{km}$

Para obter a distância total percorrida (D), **somamos os módulos** dos deslocamentos:

$D = |\,\Delta s_1\,| + |\,\Delta s_2\,| \Rightarrow D = |\,4\,\text{km}\,| + |\,-4\,\text{km}\,| \Rightarrow$

$\Rightarrow D = 4\,\text{km} + 4\,\text{km} \therefore D = 8\ \text{km}$

Movimento uniforme (MU)

O *curling* (**Fig. 3.13**) é um esporte olímpico no qual os jogadores empurram uma pedra de granito sobre uma pista de gelo que deve parar o mais próximo possível de uma marca no gelo. Durante o movimento da pedra, jogadores "varrem" o gelo à frente da pedra e, durante alguns momentos do movimento, a velocidade da pedra se mantém praticamente constante. Nesse movimento e em outros nos quais a velocidade escalar não se altera, temos um **movimento uniforme** (**MU**). Um corpo em movimento uniforme sofre variações iguais de posição em intervalos de tempo iguais.

Figura 3.13 Equipe britânica de *curling* nos Jogos Olímpicos de Inverno da Juventude (Suíça, 2020).

No exemplo a seguir, uma pessoa corre por uma pista de atletismo em MU (**Fig. 3.14**).

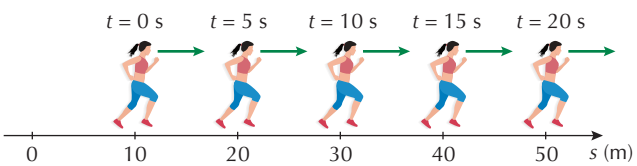


Figura 3.14 Observe que a posição da pessoa varia sempre de 10 m em 10 m e o tempo, de 5 s em 5 s; por isso dizemos que a pessoa desenvolve um movimento uniforme.

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

SAM MELLISH/ALAMY/FOTOARENA

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

MODELO

Ela inicia o movimento no instante 0 s e na posição s_0 igual a 10 m. Com os dados disponíveis na figura, podemos construir a **Tabela 3.2**.

Tabela 3.2 Tempo e posição da pessoa em MU

Tempo t (s)	Posição s (m)
0	10
5	20
10	30
15	40
20	50

Os dados indicam que a pessoa avança 10 metros a cada 5 segundos, ou seja, a variação da sua posição é constante em intervalos de tempo iguais.

Essa relação pode ser representada por uma função matemática válida para qualquer movimento uniforme, como veremos a seguir.

Funções horárias no MU

MINDOF/SHUTTERSTOCK

Figura 3.15 O preparador físico pode usar funções horárias para descrever a velocidade e a posição da atleta.

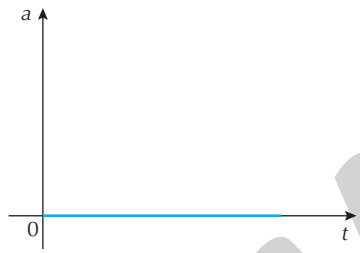
Imagine um preparador físico acompanhando o treinamento de uma atleta (**Fig. 3.15**). Se a atleta estiver correndo e o preparador souber a velocidade, considerando-a constante, ele poderá prever em quanto tempo a atleta completará uma certa quantidade de voltas na pista. As equações que permitem calcular o espaço em função do tempo e a velocidade em função do tempo são chamadas de **função horária do espaço** e **função horária da velocidade**, respectivamente, e as veremos nesta seção.

No exemplo da pessoa correndo, a variação constante da posição em intervalos de tempo iguais indica que sua velocidade é constante. Se a velocidade é constante não há aceleração, ou seja, a aceleração é constante e nula.

$a = 0 =$ constante (**função horária da aceleração**)

A curva que representa a função horária da aceleração no MU é dada por uma reta que coincide com o eixo t (eixo das abscissas) no gráfico de aceleração (a) em função do tempo (t), como mostra a **Figura 3.16**.

Figura 3.16 Gráfico da aceleração (a) em função do tempo (t)

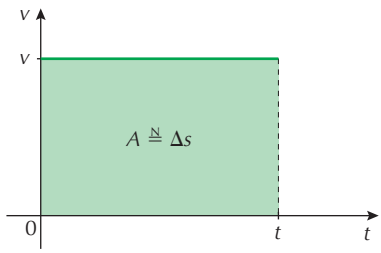


Para obter a função que associa a posição e o tempo, tomamos por base a velocidade. Podemos considerar que a velocidade escalar instantânea é constante no MU; assim, ela será igual à velocidade escalar média. Temos, então, que a **função horária da velocidade** é dada por:

$$v = v_m \therefore v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \text{constante}$$

No caso da função horária da velocidade, a curva que representa a função será uma reta paralela ao eixo t (eixo das abscissas) e não nula no gráfico da velocidade (v) em função do tempo (t), como mostra a **Figura 3.17**.

Figura 3.17 Gráfico da velocidade (v) em função do tempo (t)



Além disso, a área A sob a reta do gráfico é numericamente igual $\left(\overset{N}{=}\right)$ à variação do espaço no intervalo de tempo correspondente. Portanto, temos a seguinte equivalência:

$$A \overset{N}{=} \Delta s$$

Pela função horária da velocidade, temos:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{s - s_0}{t - t_0} \Rightarrow v \cdot (t - t_0) = s - s_0$$
$$\therefore s = s_0 + v \cdot (t - t_0)$$

em que s_0 é a posição no instante $t_0 = 0$ e s é a posição em um instante posterior t. Substituindo $t_0 = 0$ na expressão anterior, temos a **função horária do espaço**:

$$s = s_0 + v \cdot (t - 0) \therefore s = s_0 + v \cdot t$$

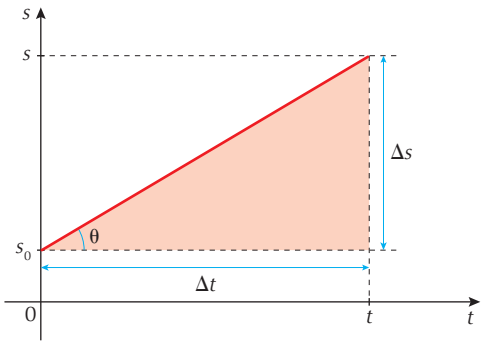
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

MODERNA

A função horária do espaço é uma equação de 1º grau; logo, a curva que representa essa função é uma reta inclinada no gráfico da posição (s) em função do tempo (t), como mostra a **Figura 3.18**.

Figura 3.18 Gráfico da posição (s) em função do tempo (t)



Observe que, com base no gráfico, podemos calcular o valor da velocidade usando o cateto oposto e o cateto adjacente do triângulo retângulo formado, ou seja, usando a tangente:

$$\text{tg } \theta = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}}$$

Observando o gráfico, notamos que:

- o cateto oposto representa o deslocamento escalar:

$$\Delta s = s - s_0$$

- o cateto adjacente representa o intervalo de tempo:

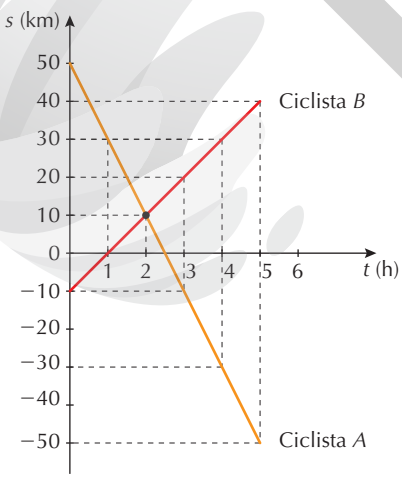
$$\Delta t = t - t_0$$

Portanto, a tangente do ângulo θ é numericamente igual à velocidade:

$$\text{tg } \theta = \frac{\Delta s}{\Delta t} \therefore \text{tg } \theta \overset{N}{=} v$$

Vejamos um exemplo. O gráfico a seguir (**Fig. 3.19**) mostra a variação do espaço de dois ciclistas, A e B, que trafegam por uma estrada retilínea.

Figura 3.19 Gráfico da posição (s) em função do tempo (t) para os dois ciclistas



Como poderíamos descrever o sentido dos movimentos dos ciclistas? Qual é a posição inicial dos ciclistas A e B? Com base no gráfico, qual é a velocidade dos ciclistas?

Observando o gráfico, podemos descrever os sentidos dos movimentos como: o ciclista A se desloca em sentido oposto ao da trajetória, isto é, seu movimento é retrógrado. O ciclista B, por sua vez, se desloca no mesmo sentido da trajetória, então seu movimento é progressivo.

A posição inicial do ciclista A é $s_0 = 50$ km. A posição inicial do ciclista B é $s_0 = -10$ km.

Para calcular a velocidade dos ciclistas com base no gráfico, consideramos a tangente de cada reta, isto é:

Ciclista A:

$$v \overset{N}{=} \text{tg } \theta = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}} \Rightarrow v = \frac{s - s_0}{t - t_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = \frac{-50 \text{ km} - 50 \text{ km}}{5 \text{ h} - 0 \text{ h}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = -\frac{100 \text{ km}}{5 \text{ h}} \therefore v = -20 \text{ km h}^{-1}$$

Ciclista B:

$$v \overset{N}{=} \text{tg } \theta = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}} \Rightarrow v = \frac{s - s_0}{t - t_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = \frac{40 \text{ km} - (-10 \text{ km})}{5 \text{ h} - 0 \text{ h}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = \frac{50 \text{ km}}{5 \text{ h}} \therefore v = 10 \text{ km h}^{-1}$$

Qual é a função horária dos ciclistas A e B? O que ocorre no instante 2 h?

A função horária do ciclista A é:

$s = s_0 + v \cdot t \therefore s = 50 - 20t$

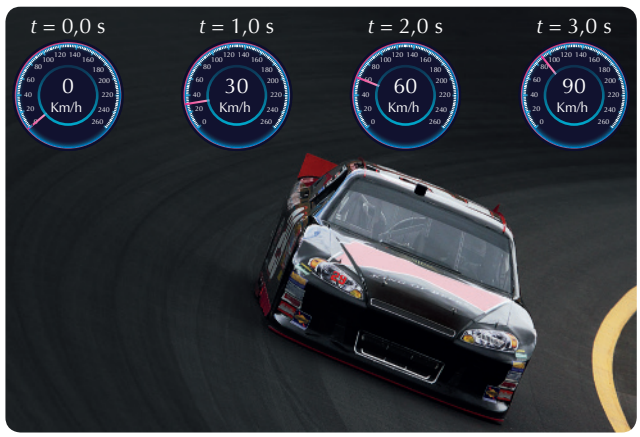
A função horária do ciclista B é:

$s = s_0 + v \cdot t \therefore s = -10 + 10t$

No instante $t = 2$ h, os ciclistas A e B se cruzam, isto é, passam pelo mesmo ponto da trajetória.

Movimento uniformemente variado (MUV)

Imagine que o carro de corrida mostrado na **Figura 3.20** acabou de largar e começou a acelerar. Na parte superior da figura, podemos observar o seu velocímetro em diferentes instantes de tempo.



DOUG JAMES/SHUTTERSTOCK

Figura 3.20 Em uma competição, os carros começam a acelerar assim que é dada a largada.

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

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Analisando o velocímetro da **Figura 3.20**, percebemos que a velocidade se altera de forma constante em intervalos de tempo iguais. Portanto, ao calcular a aceleração do carro de corrida, o valor será sempre o mesmo, ou seja, a aceleração será constante. Nesse caso, dizemos que o **movimento** é **uniformemente variado** (**MUV**).

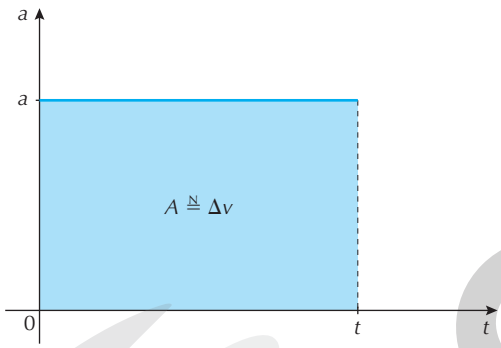
Funções horárias no MUV

Diferentemente do que ocorre no movimento uniforme (MU), em que a aceleração escalar média é constante e nula, no movimento uniformemente variado (MUV) a aceleração é **constante e não nula**; assim, podemos definir a **função horária da aceleração** como:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \text{constante}$$

A curva que representa a função horária da aceleração é uma reta paralela ao eixo *t* (eixo das abscissas) no gráfico da aceleração (*a*) em função do tempo (*t*), como mostra a **Figura 3.21**.

Figura 3.21 Gráfico da aceleração (*a*) em função do tempo (*t*)



Note que a área *A* sob a reta do gráfico é numericamente igual $\left(\overset{N}{=}\right)$ à variação da velocidade pelo intervalo de tempo correspondente. Logo, temos a equivalência a seguir.

$$A \overset{N}{=} \Delta v$$

Pela definição de aceleração escalar média, podemos obter a função horária da velocidade para o movimento uniformemente variado.

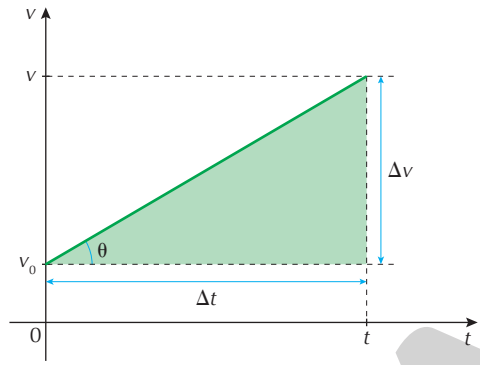
$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0} \Rightarrow a \cdot (t - t_0) = v - v_0$$

Em que v_0 é a velocidade no instante $t_0 = 0$ e *v* é a velocidade em um instante posterior *t*. Substituindo $t_0 = 0$ na expressão anterior, definimos a **função horária da velocidade**.

$$a \cdot (t - 0) = v - v_0 \Rightarrow a \cdot t = v - v_0$$
$$\therefore v = v_0 + a \cdot t$$

A curva que representa a função horária da velocidade, que é uma função do 1º grau, é uma reta inclinada em relação ao eixo *t* (eixo das abscissas) no gráfico velocidade (*v*) em função do tempo (*t*), como mostra a **Figura 3.22**.

Figura 3.22 Gráfico da velocidade em função do tempo



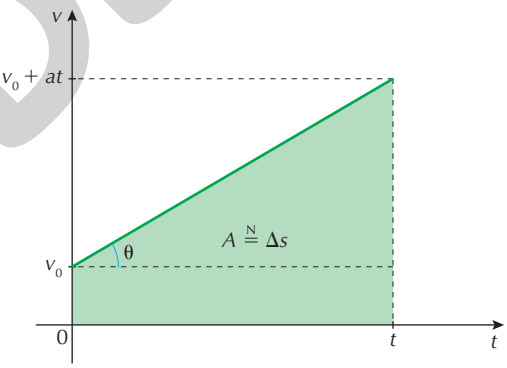
A inclinação da reta é dada pela tangente do ângulo θ e é numericamente igual à aceleração escalar do corpo em MUV. Portanto:

$$\text{tg } \theta = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow \text{tg } \theta \overset{N}{=} a$$

Com base no gráfico (**Fig. 3.23**), também podemos obter a variação do espaço (Δs) pelo intervalo de tempo correspondente, já que a área abaixo da reta é numericamente igual à variação do espaço.

$$A \overset{N}{=} \Delta s$$

Figura 3.23 Gráfico da velocidade (*v*) em função do tempo (*t*)



Observe que a área total *A* abaixo da reta (em verde) é dada pela soma da área de um triângulo com a área de um retângulo; assim, podemos definir a **função horária do espaço**:

$$\Delta s \overset{N}{=} A_{\text{retângulo}} + A_{\text{triângulo}} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \Delta s = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t \cdot t}{2} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow s - s_0 = v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$
$$\therefore s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2}$$

em que s_0 é a posição no instante $t_0 = 0$ e *s* é a posição em um instante posterior *t*.

A função horária do espaço no MUV é uma função do 2º grau; logo, a curva que a representa é dada por uma

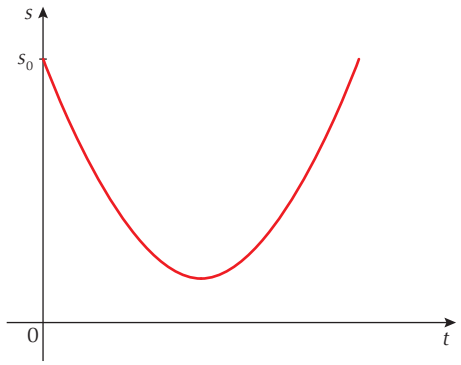
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

parábola, como mostra a **Figura 3.24**. No MUV, o corpo não percorre espaços iguais em intervalos de tempos iguais por causa da variação da velocidade.

Figura 3.24 Gráfico da posição (*s*) em função do tempo (*t*)



Vejamos um exemplo no qual um carro de corrida tem de diminuir a sua velocidade, conforme mostra a **Figura 3.25**, e está em MUV entre os instantes de tempo $t = 0\,s$ e $t = 4\,s$ em uma trajetória retilínea.

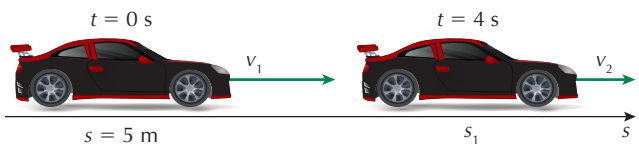


Figura 3.25 Representação esquemática de um carro de corrida em MUV.

Supondo que $v_1 = 10\,m\,s^{-1}$ e $v_2 = 5\,m\,s^{-1}$, qual é o valor da aceleração escalar média? Qual é a função horária da velocidade? E a função horária do espaço? Determine também o espaço percorrido (s_1).

O valor da aceleração escalar média é dado por:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow a = \frac{5\,m\,s^{-1} - 10\,m\,s^{-1}}{5\,s - 0\,s} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{-5\,m\,s^{-1}}{5\,s} \therefore a = -1\,m\,s^{-2}$$

A função horária da velocidade é dada por:

$$v = v_0 + a \cdot t \therefore v = 10 - 1t$$

A função horária do espaço é dada por:

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2} \therefore s = 5 + 10t - \frac{t^2}{2}$$

O espaço percorrido depois de 4 s é dado por:

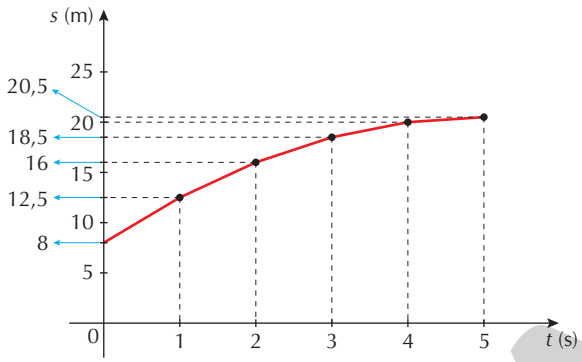
$$s = 5 + 10t - \frac{t^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s_1 = 5\,m + 10\,m\,s^{-1} \cdot 4\,s - \frac{1\,m\,s^{-2} \cdot (4\,s)^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s_1 = 5\,m + 40\,m - 8\,m \therefore s_1 = 37\,m$$

Vejamos outro exemplo no qual o gráfico da **Figura 3.26** mostra o movimento de um ciclista quando ele inicia uma freada até parar completamente a bicicleta.

Figura 3.26 Gráfico da posição (*s*) em função do tempo (*t*) do ciclista



Quanto tempo durou a freada? Qual foi o espaço percorrido durante a freada? Qual era a velocidade inicial sabendo que a aceleração era 1 m s^{-2}? Escreva a função horária da posição.

Pelo gráfico, podemos concluir que a freada durou 5 s.

O deslocamento é dado por:

$$\Delta s = s - s_0 \Rightarrow \Delta s = 20{,}5\,m - 8\,m$$

$$\therefore \Delta s = 12{,}5\,m$$

Usando a função horária da velocidade, temos:

$$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow v = v_0 - 1t$$

Como a bicicleta parou no final do movimento, temos $v = 0\,m\,s^{-1}$. Portanto:

$$0 = v_0 - 1\,m\,s^{-2} \cdot 5\,s \therefore v_0 = 5\,m\,s^{-1}$$

A função horária da posição é dada por:

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow s = 8 + 5\,t + \frac{(-1)t^2}{2}$$

$$\therefore s = 8 + 5\,t - \frac{t^2}{2}$$

Movimento progressivo e retardado

Quando um corpo descreve um MUV, a sua velocidade pode aumentar ou diminuir. Quando a velocidade aumenta, dizemos que o corpo está em **movimento acelerado**, ou seja, a velocidade e a aceleração têm o mesmo sentido (**Fig. 3.27 A**). Quando a velocidade diminui, dizemos que o corpo está em **movimento retardado**, ou seja, a velocidade e a aceleração têm sentidos opostos (**Fig. 3.27 B**).

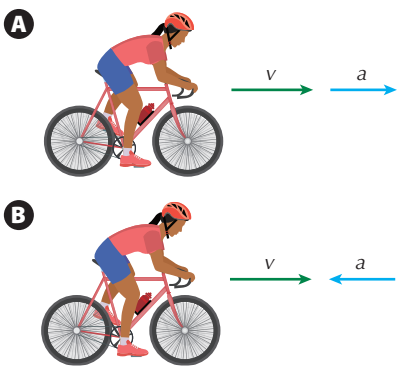


Figura 3.27 Representação de uma ciclista em movimento acelerado **(A)** e em movimento retardado **(B)**.

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

MODERNA

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

Equação de Torricelli

ANDREW HECKER/WIKIMEDIA FOUNDATION, INC.

Figura 3.28 Equipamento de cronometragem totalmente automática usado em eventos de atletismo.

Você já reparou como a variável tempo (t) é importante no esporte? Isso porque diversas modalidades definem o vencedor em função do tempo, como o atletismo, que utiliza sofisticados dispositivos com câmeras e sensores para detectar o tempo exato de chegada de cada atleta (**Fig. 3.28**). Geralmente, associamos o tempo a qualquer movimento. Porém, em muitas análises em MUV, temos as velocidades (inicial e final) e desejamos obter o deslocamento em função da aceleração envolvida, ou vice-versa, sem que o tempo tenha sido dado. Para isso, podemos usar a equação de Torricelli, nome em homenagem ao físico e matemático italiano Evangelista Torricelli (1608-1647).

A equação de Torricelli pode ser obtida pelas funções horárias da velocidade e da posição. Da função horária da velocidade, temos:

$$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow t = \frac{v - v_0}{a}$$

Substituindo t na função horária da posição, temos:

$$s = s_0 + v_0 \cdot \left(\frac{v - v_0}{a}\right) + \frac{a}{2} \cdot \left(\frac{v - v_0}{a}\right)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s - s_0 = v_0 \cdot \left(\frac{v - v_0}{a}\right) + \frac{a}{2} \cdot \left(\frac{v^2 - 2 \cdot v \cdot v_0 + v_0^2}{a^2}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s - s_0 = \frac{v \cdot v_0 - v_0^2}{a} + \frac{v^2 - 2 \cdot v \cdot v_0 + v_0^2}{2 \cdot a} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s - s_0 = \frac{2 \cdot v \cdot v_0 - 2v_0^2 + v^2 - 2 \cdot v \cdot v_0 + v_0^2}{2 \cdot a} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2 \cdot a \cdot (s - s_0) = v^2 - v_0^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot (s - s_0)$$

$$\therefore v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s$$

Vejamos um exemplo, considerando um carro de corrida que desenvolve inicialmente a velocidade de 15 m s^{-1}. O piloto freia repentinamente, e o veículo para por completo após percorrer 10 m. Qual é a aceleração durante a freada? Quanto tempo o veículo leva até parar completamente?

A aceleração pode ser calculada com base na equação de Torricelli.

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0^2 = \left(15\ \text{m s}^{-1}\right)^2 + 2 \cdot a \cdot 10\ \text{m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 20\ \text{m} \cdot a = -225\ \text{m}^2\,\text{s}^{-2}$$

$$\therefore a = -11{,}25\ \text{m s}^{-2}$$

O tempo de parada é dado por:

$$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0 = 15\ \text{m s}^{-1} + (-11{,}25\ \text{m s}^{-2}) \cdot t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{15\ \text{m s}^{-1}}{11{,}25\ \text{m s}^{-2}} \therefore t \simeq 1{,}33\ \text{s}$$

Queda livre

KATATONIA82/SHUTTERSTOCK

Figura 3.29 A atleta holandesa Celine van Duijn antes de saltar de uma plataforma de mergulho (Ucrânia, 2019).

No salto ornamental realizado a partir de uma plataforma (**Fig. 3.29**), podemos considerar que a queda se inicia praticamente do repouso. Durante a queda, os atletas costumam executar complexos movimentos com o corpo, mas o movimento de queda resultante, considerando o seu centro de massa próximo ao umbigo, é igual ao de um ponto que cai como um objeto simples. Quando a queda tem início com velocidade inicial nula, a partir de determinada altura, e ocorre com resistência do ar desprezível, ela é chamada de **queda livre**. Próximo à superfície da Terra, os corpos estão sujeitos à aceleração da gravidade (g). De maneira geral, todos os objetos atravessam uma camada de ar ao cair em direção ao solo. A resistência do ar pode ser maior ou menor dependendo do corpo; por exemplo, uma pena de pássaro é submetida a uma resistência maior que uma pedra, por isso demora mais para chegar ao solo.

Para testar um movimento na ausência da resistência do ar durante a queda de dois corpos, foi realizado um experimento na superfície da Lua, onde não há atmosfera. Durante a missão Apollo 15, em julho de 1971, o astronauta estadunidense David Scott soltou ao mesmo tempo um martelo e uma pena de uma certa altura, e ambos caíram lado a lado simultaneamente (**Fig. 3.30**), demonstrando que os objetos caem da mesma forma quando a resistência do ar é desprezível.

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

ADILSON SECCO

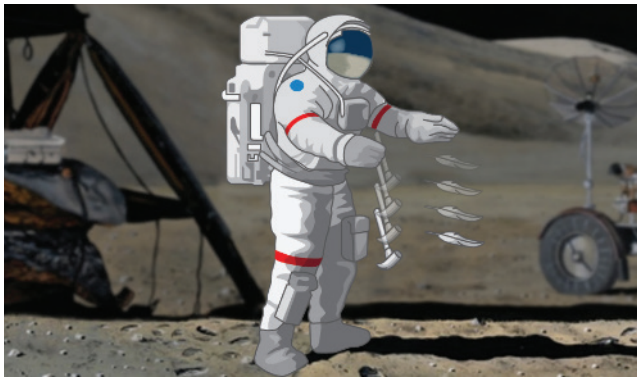


Figura 3.30 Representação artística do experimento realizado pelo astronauta estadunidense David Scott (1932-) em 1971.

Desprezando a resistência do ar nas proximidades da superfície da Terra, podemos afirmar que o movimento descrito pelos corpos é um MUV, sujeito à aceleração da gravidade terrestre (g), que tem valor $g = 9{,}8\ m\ s^{-2}$, podendo ser aproximado para $g = 10\ m\ s^{-2}$. Nesta obra, vamos adotar o valor de $g = 10\ m\ s^{-2}$ para a gravidade da Terra, a não ser que haja outra indicação.

Organizando os movimentos

Para estudar os movimentos na direção vertical, é preciso organizar seu sentido. Para isso, geralmente, adotamos um eixo como referência. Por exemplo, vamos adotar como positivo um eixo na vertical com sentido para cima; então, quando o objeto se desloca para cima, o sinal da velocidade é positivo, mas, quando o objeto se desloca para baixo, o sinal da velocidade é negativo. Observe que, nessa situação, a aceleração da gravidade está direcionada para baixo, por isso seu sinal é negativo.

No entanto, em algumas situações, o sentido do eixo pode ser invertido, isto é, virado para baixo. Nesse caso, ocorre a inversão dos sinais das variáveis.

Vejamos um exemplo no qual um atleta iniciará uma queda em uma plataforma de 5 m de altura em relação à superfície da água, como mostra a **Figura 3.31**. Em quanto tempo e com qual velocidade ele atingirá a água da piscina?

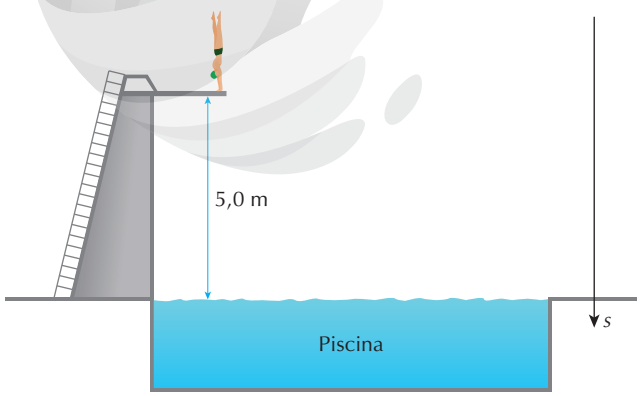


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 3.31 Representação esquemática de um atleta que iniciará a queda de uma plataforma.

Sabemos que a aceleração da gravidade próximo à superfície da Terra é $10\ m\ s^{-1}$. Orientando a trajetória para baixo, a aceleração torna-se positiva. Usando a equação de Torricelli, podemos calcular a velocidade de chegada do atleta.

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s \Rightarrow$$
$$\Rightarrow v^2 = 0^2 + 2 \cdot 10\ m\ s^{-2} \cdot 5\ m \Rightarrow$$
$$\Rightarrow v = \sqrt{100\ m^2\ s^{-2}} \therefore v = 10\ m\ s^{-1}$$

Para calcular o tempo de queda, basta usar a função horária da velocidade.

$$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow 10\ m\ s^{-1} = 0 + 10\ m\ s^{-2} \cdot t$$
$$\therefore t = 1\ s$$

Lançamento vertical

JOSEPH CALOMENI/ALAMY/FOTOARENA

Figura 3.32 O toque, um dos fundamentos do voleibol, é muito importante no momento de realizar o levantamento da bola.

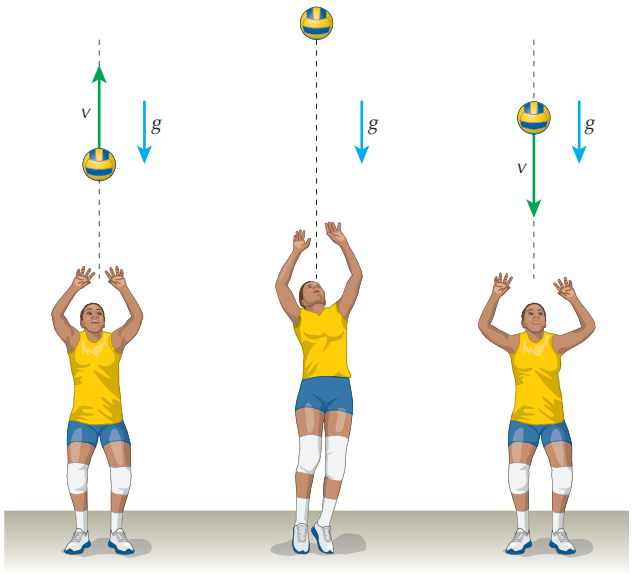
Durante um treino de voleibol, uma atleta pratica o movimento chamado toque (**Fig. 3.32**), lançando verticalmente para cima a bola, que depois retorna para as suas mãos. Nesse caso, a bola terá um movimento ascendente antes de iniciar a queda. Movimentos como esse podem ser descritos desde o início do lançamento até o momento em que o objeto retorna ao ponto de partida. Para isso, devemos considerar dois movimentos distintos: o movimento de subida e o de descida. Enquanto o objeto sobe, o valor da velocidade diminui a cada instante de tempo em razão da aceleração da gravidade, que tem sentido contrário ao da velocidade. Quando o objeto atinge a altura máxima, em que a velocidade é nula, ocorre a inversão de sentido do movimento e o objeto começa a descer com velocidade cada vez maior a cada instante, pois, nesse caso, a aceleração da gravidade e a velocidade têm o mesmo sentido.

A **Figura 3.33** representa o lançamento vertical de uma bola desconsiderando a resistência do ar.

O movimento da bola na vertical é um MUV. Quando a bola é lançada, a velocidade tem sentido contrário ao da aceleração; ocorre, então, um **movimento retardado**. Depois de a bola atingir o ponto mais alto, em que a velocidade é nula, a velocidade muda de sentido e passa a ter o mesmo sentido da aceleração; ocorre, então, um **movimento acelerado**.

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

MODERNA



ADILSON SECCO

Figura 3.33 Movimento vertical da bola sob a ação da gravidade e desprezando a resistência do ar.

Vejamos um exemplo em que uma bola é lançada para o alto com velocidade de 5 m s^{-1} por uma jogadora de vôlei. Sabendo que a aceleração da gravidade é de 10 m s^{-2} e que a jogadora lançou a bola a partir dos 2 m de altura, qual será a altura máxima atingida pela bola? Qual será o tempo de subida da bola até a altura máxima? Qual será o tempo de descida da bola até o ponto inicial?

Para calcular a altura máxima da bola, usamos a equação de Torricelli. A velocidade no ponto máximo da trajetória é de 0 m s^{-1}. Portanto:

$$v = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 0^2 = \left(5\,\text{m s}^{-1}\right)^2 + 2 \cdot (-10\,\text{m s}^{-2}) \cdot \Delta s \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 0 - 25\,\text{m}^2\,\text{s}^{-2} = -20\,\text{m s}^{-2} \cdot \Delta s \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \Delta s = \frac{-25\,\text{m}^2\,\text{s}^{-2}}{-20\,\text{m s}^{-2}} \therefore \Delta s = 1{,}25\,\text{m}$$

Como a jogadora lançou a bola a partir dos 2 m de altura, a altura máxima da bola será:

$$h_{\text{máx}} = 2\,\text{m} + 1{,}25\,\text{m} \therefore h_{\text{máx}} = 3{,}25\,\text{m}$$

O tempo de subida pode ser calculado pela função horária da velocidade:

$$v = v_0 + a \cdot t \Rightarrow 0 = 5\,\text{m s}^{-1} - 10\,\text{m s}^{-2} \cdot t \Rightarrow$$
$$\Rightarrow t = \frac{-5\,\text{m s}^{-1}}{-10\,\text{m s}^{-2}} \therefore t_{\text{subida}} = 0{,}5\,\text{s}$$

O tempo de descida pode ser calculado pela função horária da posição. Considerando $s = 0$, pois é o ponto de origem, podemos calcular o tempo total que a bola levou para subir e descer; logo:

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 0 = 0 + 5\,\text{m s}^{-1} \cdot t + \frac{\left(-10\,\text{m s}^{-2}\right)t^2}{2} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 5\,\text{m s}^{-1} \cdot t = 5\,\text{m s}^{-2} \cdot t^2 \Rightarrow 5\,\text{m s}^{-1} = 5\,\text{m s}^{-2} \cdot t$$
$$\therefore t = 1\,\text{s}$$

Como o tempo de subida é 0,5 s, para determinar o tempo de descida, basta subtrair o tempo de subida do tempo total:

$$t_{\text{descida}} = t - t_{\text{subida}} \Rightarrow t_{\text{descida}} = 1\,\text{s} - 0{,}5\,\text{s}$$
$$\therefore t_{\text{descida}} = 0{,}5\,\text{s}$$

Observe que o tempo de descida e o tempo de subida são iguais.

Fique por dentro

A Física do futebol

Nesse *site* você vai encontrar uma palestra da professora Emico Okuno, do Instituto de Física da USP, na qual ela explica conceitos de Cinemática envolvidos em um jogo de futebol.

Disponível em: <http://ciencia19h.ifsc.usp.br/ciencia19hwp/a-fisica-do-futebol/>.

Acesso em: 13 ago. 2020.

Atividades

Registre em seu caderno

1. Imagine um skatista andando em um parque com várias pessoas. Indique um referencial para o qual o skatista esteja em repouso e outro referencial para o qual ele esteja em movimento. Explique por que um movimento pode ser considerado relativo.

2. Um corredor inicia uma prova de 100 m rasos com aceleração igual a 3,0 m s^{-2}, mantida durante 3 s, quando ele passa a se deslocar com velocidade constante.

a) Calcule a velocidade do corredor após os três segundos iniciais.

b) Calcule o tempo total da prova.

c) Desenhe o gráfico da velocidade em função do tempo para todo o trajeto.

3. Um paraquedista salta do avião e cai em queda livre durante 4 segundos antes de abrir o paraquedas.

a) Calcule a velocidade do paraquedista quando o paraquedas abre. Despreze a resistência do ar nessa situação.
(Considere $g = 10$ m s^{-2}.)

b) Com a abertura do paraquedas, o paraquedista se desloca 80 m e passa a cair com velocidade constante de 4 m s^{-1}. Calcule a desaceleração que ocorre nesse trecho.

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

MODERNA

4. (Enem) Uma empresa de transportes precisa efetuar a entrega de uma encomenda o mais breve possível. Para tanto, a equipe de logística analisa o trajeto desde a empresa até o local da entrega. Ela verifica que o trajeto apresenta dois trechos de distâncias diferentes e velocidades máximas permitidas diferentes. No primeiro trecho, a velocidade máxima permitida é de 80 km h^{-1} e a distância a ser percorrida é de 80 km. No segundo trecho, cujo comprimento vale 60 km, a velocidade máxima permitida é 120 km h^{-1}.

Supondo que as condições de trânsito sejam favoráveis para que o veículo da empresa ande continuamente na velocidade máxima permitida, qual será o tempo necessário, em horas, para a realização da entrega?

a) 0,7 **b)** 1,4 **c)** 1,5 **d)** 2,0 **e)** 3,0

5. (UFSCar-SP) Uma partícula se move em uma reta com aceleração constante. Sabe-se que, no intervalo de tempo de 10 s, ela passa duas vezes pelo mesmo ponto dessa reta, com velocidades de mesmo módulo, $v = 4{,}0$ m s^{-1}, em sentidos opostos. O módulo do deslocamento e o espaço percorrido pela partícula nesse intervalo de tempo são, respectivamente:

a) 0,0 m e 10 m
b) 0,0 m e 20 m
c) 10 m e 5,0 m
d) 10 m e 10 m
e) 20 m e 20 m

6. (Cesgranrio-RJ) Uma ferramenta com uma massa de 4 kg é abandonada, a partir do repouso, sobre uma altura de 7,2 m. Os efeitos do atrito são desprezíveis, e a aceleração gravitacional no local é 10 m s^{-2}. Qual a velocidade, em m s^{-1}, em que a ferramenta irá tocar o chão?

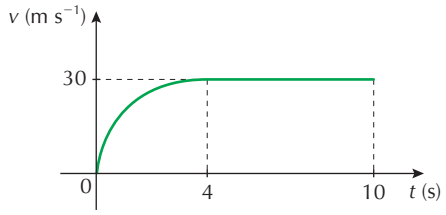
a) 10 **b)** 12 **c)** 15 **d)** 20 **e)** 25

7. (Enem) Um motorista que atende a uma chamada de celular é levado à desatenção, aumentando a possibilidade de acidentes ocorrerem em razão do aumento de seu tempo de reação. Considere dois motoristas, o primeiro atento e o segundo utilizando o celular enquanto dirige. Eles aceleram seus carros inicialmente a 1,00 m s^{-2}. Em resposta a uma emergência, freiam com uma desaceleração igual a 5,00 m s^{-2}. O motorista atento aciona o freio à velocidade de 14,0 m s^{-1}, enquanto o desatento, em situação análoga, leva 1,00 segundo a mais para iniciar a frenagem.

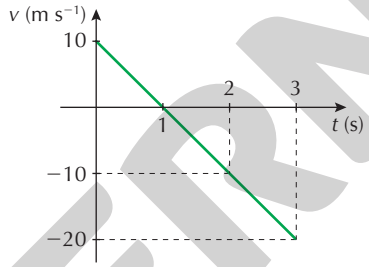
Que distância o motorista desatento percorre a mais do que o motorista atento, até a parada total dos carros?

a) 2,90 m **b)** 14,0 m **c)** 14,5 m **d)** 15,0 m **e)** 17,4 m

8. Calcule o espaço percorrido pelo corpo entre os intervalos de tempo de 4 s a 10 s, considerando o gráfico a seguir:



9. (UFRJ) De um ponto localizado a uma altura h do solo, lança-se uma pedra verticalmente para cima num local onde $g = 10$ m s^{-2}. A figura abaixo representa, em gráfico cartesiano, como a velocidade escalar da pedra varia, em função do tempo, entre o instante do lançamento ($t = 0$) e o instante em que chega ao solo ($t = 3$ s).



a) Em que instante a pedra retorna ao ponto de partida? Justifique sua resposta.

b) Calcule de que altura h, em relação ao solo, a pedra foi lançada.

10. Observe a tabela a seguir, que indica a posição de um carro trafegando por uma estrada retilínea em diferentes instantes.

Tempo (h)	Posição (km)
0	20
1	80
2	140
3	200
4	260
5	320

Trace no caderno o gráfico da função horária do espaço e calcule a velocidade do carro com base no gráfico. Qual é a função horária do espaço? Trace então o gráfico da velocidade em função do tempo e calcule o deslocamento do carro.

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

TEMA 4

Composição de movimentos e movimento circular

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6
Habilidades: EM13CNT204; EM13CNT301

XINHUA VIA ZUMA WIRE/FOTOARENA

Figura 4.1 Atleta australiana Kelly Cartwright durante uma prova de salto em distância. O movimento da atleta durante a prova é um exemplo de movimento composto (Londres, 2012).

Até aqui estudamos movimentos que se desenvolveram em linha reta tanto no sentido horizontal como no sentido vertical. Agora, vamos estudar os movimentos que ocorrem em duas direções ao mesmo tempo. Um exemplo é o movimento realizado por uma atleta que pratica o salto em distância (**Fig. 4.1**), chamado de **movimento composto**.

Grandezas vetoriais

Para estudar movimentos compostos é necessário entendermos primeiro o conceito de grandezas vetoriais, pois agora o deslocamento, a velocidade e a aceleração têm componentes nos eixos *x* e *y*. Por isso, é necessário considerar as variáveis do movimento como **vetores** que são representados por segmentos de reta orientados, isto é, são setas que partem de um ponto, a origem, e vão até outro ponto, a extremidade, como mostra a **Figura 4.2**.

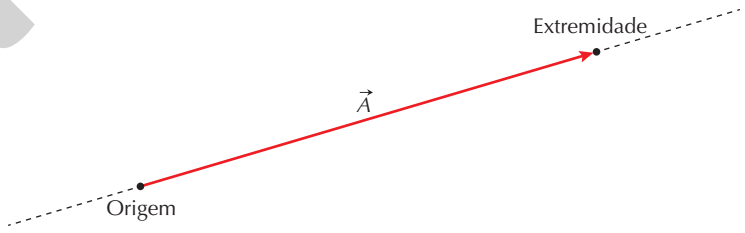


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 4.2 Representação gráfica de um vetor ($\vec{A}$).

Os vetores são caracterizados pelos seguintes elementos:

- **Módulo:** é dado pela medida do comprimento do segmento. Também é conhecido como intensidade ou magnitude. O módulo do vetor $\vec{A}$ é indicado por $|\vec{A}|$ ou A.
- **Direção:** é dada pela reta suporte que contém o segmento de reta. Exemplo: direção horizontal ou vertical.
- **Sentido:** é dado pela seta colocada na extremidade do segmento. Exemplo: sentido para a direita ou sentido para baixo.

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

Vetor deslocamento

O triatlo é um esporte olímpico composto de três modalidades: natação, ciclismo e corrida. As modalidades são realizadas nessa ordem e sem interrupção entre uma e outra. As distâncias a serem percorridas variam de acordo com a modalidade; nos jogos olímpicos são de 1,5 km de natação, 40 km de ciclismo e 10 km de corrida. A **Figura 4.3** mostra a representação ilustrativa de um trecho do percurso do triatlo dos Jogos Olímpicos do Rio em 2016. Imagine um atleta que percorre o trajeto entre os pontos 1 e 2.

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

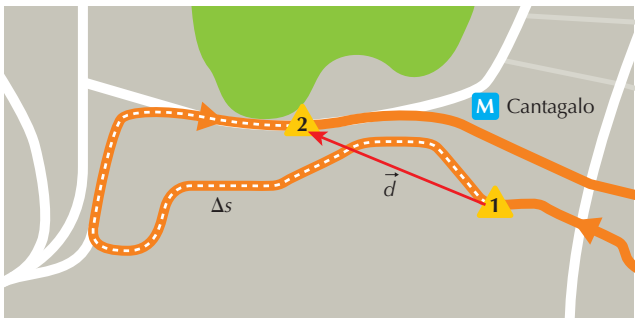


Figura 4.3 Representação esquemática de um trecho do percurso das provas de triatlo realizadas nos Jogos Olímpicos do Rio em 2016. O movimento do atleta pode ser descrito de forma escalar ou vetorial.

O movimento do atleta pode ser descrito de duas formas:

- De forma **escalar**, ou seja, considerando o deslocamento escalar sobre a trajetória indicada pela linha tracejada Δs;
- De forma **vetorial**, ou seja, observando o deslocamento vetorial $\vec{d}$ dado pelo **vetor deslocamento** que une o ponto inicial da observação ao ponto final.

Como podemos ver nesse exemplo, o módulo do vetor deslocamento é sempre menor ou igual ao módulo da variação da posição, que pode ser expresso matematicamente como:

$$|\vec{d}| \leqslant |\Delta s|$$

Nessa relação, usamos a igualdade apenas quando o movimento é linear e sem alteração do sentido do movimento. A seguir, utilizando esses conceitos, vamos definir a velocidade vetorial e a aceleração vetorial.

Velocidade vetorial média

A velocidade vetorial média ($\vec{V}_m$) é definida como:

$$\vec{v}_m = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$$

Com módulo dado por:

$$|\vec{v}_m| = \frac{|\vec{d}|}{\Delta t}$$

Para entender a diferença entre a velocidade escalar média e a velocidade vetorial média, considere a **Figura 4.4**, que mostra o trajeto entre os pontos *A* e *B*. A variação da posição no trajeto (Δs) pelas ruas da cidade é de 15 km, mas o vetor deslocamento $(\vec{d})$, que une os dois pontos, tem módulo igual a 5 km.

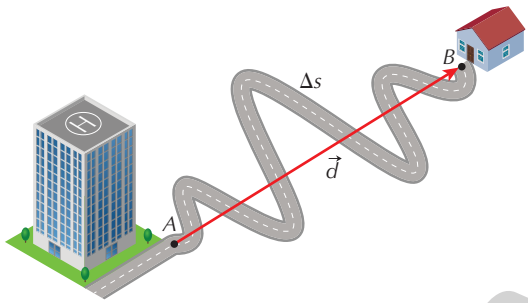


ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 4.4 O vetor deslocamento $(\vec{d})$ une os pontos *A* e *B*.

Temos então a grandeza escalar (Δs), que corresponde à variação da posição e é igual a 15 km, e a grandeza vetorial $(\vec{d})$, que une os pontos inicial e final e tem módulo igual a 5 km.

Se uma pessoa vai de bicicleta do ponto *A* ao ponto *B* em 1 h, a velocidade escalar média é dada por:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v_m = \frac{15\ \text{km}}{1\ \text{h}} \therefore v_m = 15\ \text{km h}^{-1}$$

E o módulo da velocidade vetorial média é dado por:

$$|\vec{v}_m| = \frac{|\vec{d}|}{\Delta t} \Rightarrow |\vec{v}_m| = \frac{5\ \text{km}}{1\ \text{h}} \therefore |\vec{v}_m| = 5\ \text{km h}^{-1}$$

Em situações em que ocorre mudança de trajeto, o sentido da velocidade vetorial se altera ao longo do trajeto de forma que sua direção esteja sempre tangente ao percurso. Mas, em trajetórias retilíneas, a velocidade vetorial é paralela à trajetória.

Pense em um atleta se exercitando em uma esteira ergométrica, que é um recurso importante para atletas de diversos níveis, por permitir que eles corram diversos quilômetros sem sair do lugar. Mas, afinal, nessa situação o atleta está em movimento ou fica parado?

A resposta para essa pergunta é: depende do referencial. Em relação à esteira o atleta desenvolve uma velocidade $(\vec{v}_{\text{atleta}})$ para a frente. Mas, se a cinta da esteira desenvolver uma velocidade equivalente $(\vec{v}_{\text{esteira}})$ para trás, a velocidade do atleta em relação ao solo, que a partir de agora chamaremos de velocidade resultante $(\vec{v}_R)$, será:

$$\vec{v}_R = \vec{v}_{\text{atleta}} + \vec{v}_{\text{esteira}}$$

Como a velocidade do atleta em relação à esteira e a velocidade da cinta da esteira possuem o mesmo módulo, mas sentidos opostos, a velocidade resultante será:

$$\vec{v}_R = \vec{0} \therefore |v_R| = 0$$

Na expressão acima, $\vec{0}$ é o chamado **vetor nulo** e tem módulo igual a zero. Portanto, um observador parado no solo observa o atleta sempre na mesma posição, enquanto em relação a um ponto sobre a cinta da esteira o atleta está em movimento.

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

MODERNA

Aceleração vetorial média

A aceleração vetorial média ($\vec{a}_m$) é definida como:

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

Portanto, a aceleração vetorial média é a razão entre a variação da velocidade vetorial e o intervalo de tempo correspondente a essa variação.

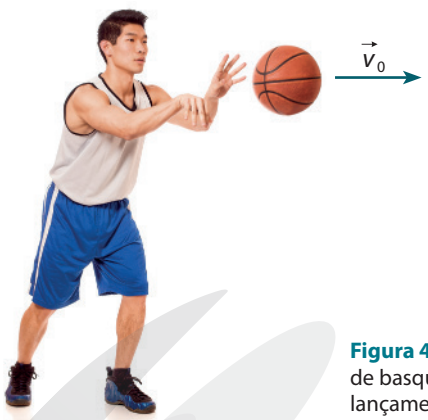
Seu módulo é dado por:

$$|\vec{a}_m| = \frac{|\Delta \vec{v}|}{\Delta t}$$

Lançamento horizontal

Na maioria dos esportes, quando há lançamentos, eles são inclinados (oblíquos) em relação à direção horizontal. É o que ocorre, por exemplo, no basquete ao se tentar fazer uma cesta. Entretanto, também existem os chamados **lançamentos horizontais**, nos quais a velocidade inicial ($\vec{v}_0$) se dá apenas na direção horizontal.

Um exemplo é um jogador de basquete que lança uma bola horizontalmente em relação ao chão, conforme mostra a **Figura 4.5**.

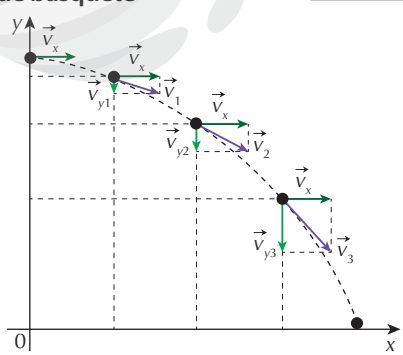


NICHOLAS PICCILLO/SHUTTERSTOCK

Figura 4.5 Um jogador de basquete fazendo um lançamento horizontal.

Nesse caso, a bola, além de cair verticalmente, se movimentará também na horizontal. Representando o movimento da bola em um sistema de coordenadas cartesianas (**Fig. 4.6**), percebemos que um dos movimentos ocorre no eixo *x* e o outro, no eixo *y*.

Figura 4.6 Lançamento horizontal da bola de basquete



Como a única aceleração envolvida na situação é a aceleração da gravidade, que possui sempre direção vertical, podemos dizer que o movimento da bola é composto de dois movimentos distintos:

- um movimento uniforme no eixo *x* (velocidade constante);
- um movimento uniformemente variado no eixo *y* (aceleração constante igual à aceleração da gravidade).

Velocidade no lançamento horizontal em um dado ponto

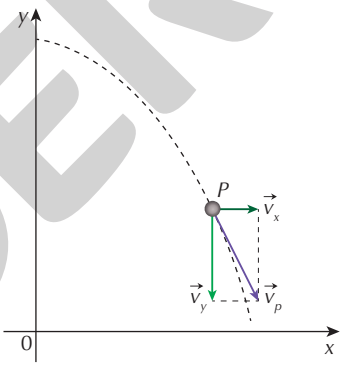
Para determinar a velocidade de um objeto em um dado ponto *P* em um lançamento horizontal, como mostra a **Figura 4.7**, podemos fazer:

$$\vec{v}_P = \vec{v}_x + \vec{v}_y$$

O módulo do vetor $\vec{v}_P$ pode ser calculado como:

$$|\vec{v}_P| = \sqrt{|\vec{v}_x|^2 + |\vec{v}_y|^2}$$

Figura 4.7 Representação da velocidade em um ponto *P* em um lançamento vertical



Vejamos um exemplo no qual uma bolinha de tênis de mesa desliza por uma mesa com velocidade horizontal igual a 2 m s^{-1}, como mostra a **Figura 4.8**.

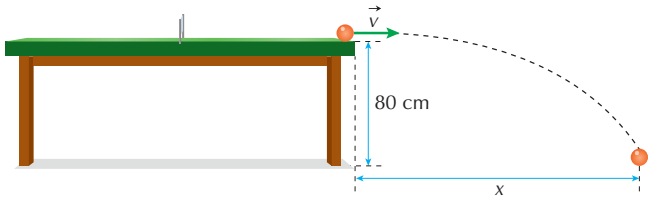


Figura 4.8 Representação esquemática da bolinha de tênis de mesa no momento de sua queda.

Qual é o tempo de queda da bolinha? Qual é a distância *x*?

A velocidade inicial de queda ($\vec{v}_{0y}$) é zero, pois, enquanto a bola está sobre a mesa, a velocidade é apenas horizontal. Temos então:

$$s_y = s_{0y} + v_{0y}t + \frac{gt^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0{,}8\ \text{m} = 0 + 0 + \frac{10\ \text{m s}^{-2} \cdot t^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t^2 = \frac{0{,}8\ \text{m}}{5\ \text{m s}^{-2}} \Rightarrow t = \sqrt{0{,}16\ \text{s}^2} \therefore t = 0{,}4\ \text{s}$$

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

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

MODERNA

O movimento na horizontal é um movimento uniforme (MU) e tem tempo de duração igual ao tempo de queda do objeto, isto é, 0,4 s. Portanto:

$s_x = s_{0x} + v_x \cdot t \Rightarrow x = 0 + 2\,m\,s^{-1} \cdot 0{,}4\,s$

$\therefore x = 0{,}8\,m$

Lançamento oblíquo

Considere o lançamento de uma bola de basquete em direção à cesta, conforme mostra a **Figura 4.9**. Se quisermos analisar o movimento da bola e compreender a sua trajetória, quais variáveis devemos levar em consideração?

LORDHENRIVOTON/E+/GETTY IMAGES

Figura 4.9 O arremesso da bola em direção à cesta é um exemplo de lançamento oblíquo.

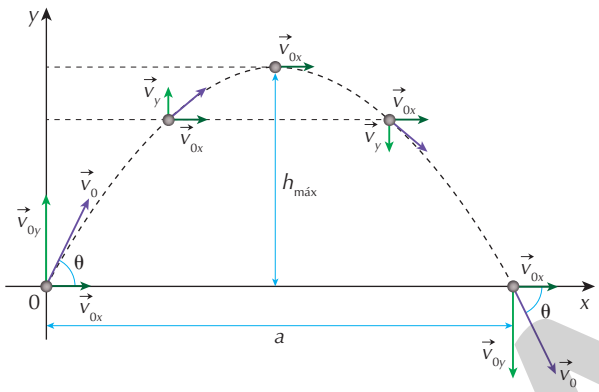
De forma intuitiva, o jogador considera o ângulo de lançamento. Isso está correto, pois o ângulo θ entre a direção inicial da bola e a horizontal afeta todo o movimento da bola, conforme veremos nesta seção. Outra variável que os jogadores consideram é a "força da bola". Entre aspas porque a bola não possui força; é o jogador quem aplica a força durante o lançamento, fazendo com que a bola seja lançada com mais ou com menos **velocidade**. Essa velocidade, que chamaremos de v_0, é a outra variável que caracteriza o movimento da bola, chamado de **lançamento oblíquo**.

Assim, conhecendo o **ângulo de lançamento** (θ) e a velocidade inicial ($\vec{v}_0$), podemos calcular valores importantes na análise do movimento, como o **alcance** (*a*) do objeto, o ponto de lançamento e a **altura máxima** (*h*) atingida.

Voltando ao exemplo do lançamento da bola de basquete, vamos começar com a decomposição do movimento nos dois eixos: no eixo *x*, a velocidade é constante e igual à velocidade inicial; é o que faz a bola avançar horizontalmente. No eixo *y*, a velocidade varia em razão da aceleração da gravidade, ou seja, a velocidade passa a diminuir a partir da velocidade inicial até chegar a zero, quando a bola atinge a altura máxima. Desse momento em diante, o objeto começa a cair e a velocidade passa a aumentar durante a descida, atingindo a mesma velocidade inicial.

A **Figura 4.10** mostra como varia a velocidade da bola que possui velocidade inicial v_0 e ângulo θ. Ela atinge uma altura máxima $(h_{máx})$, em que v_y é nula, e cai, chegando à mesma altura inicial com velocidade, em módulo, igual à inicial, mas com outra direção, inclinada para baixo.

Figura 4.10 Variação da velocidade da bola de basquete ao ser lançada obliquamente



ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Para calcular os módulos da velocidade inicial nos eixos *x* e *y*, como mostra a **Figura 4.11**, podemos considerar as funções trigonométricas seno e cosseno.

$$\cos\theta = \frac{\text{cateto adjacente}}{\text{hipotenusa}} \Rightarrow \cos\theta = \frac{v_{0x}}{v_0}$$

$$\therefore v_{0x} = v_0 \cdot \cos\theta$$

$$\text{sen}\,\theta = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{hipotenusa}} \Rightarrow \text{sen}\,\theta = \frac{v_{0y}}{v_0}$$

$$\therefore v_{0y} = v_0 \cdot \text{sen}\,\theta$$

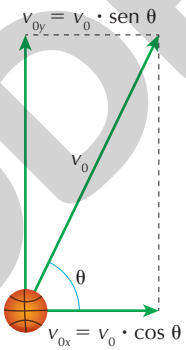


Figura 4.11 Representação esquemática das componentes horizontal e vertical da velocidade inicial da bola de basquete lançada obliquamente.

Obtendo os valores dos módulos das velocidades iniciais em cada um dos eixos, podemos calcular as funções horárias de velocidade e posição e determinar a altura máxima e o alcance da bola de basquete.

Vejamos um exemplo no qual uma bola de beisebol é lançada obliquamente em relação ao solo com um ângulo que tem seno igual a 0,6 e cosseno igual a 0,8. Sabendo que o módulo da velocidade inicial do corpo é 50 m s^{-1}, qual é o módulo da velocidade inicial no eixo *x* e no eixo *y*? Em qual instante a bola atingirá o ponto mais alto da trajetória? Qual será o alcance e a altura máxima do lançamento?

O módulo da velocidade inicial no eixo *x* é dado por:

$v_{0x} = v_0 \cdot \cos\theta \Rightarrow v_{0x} = 50\,m\,s^{-1} \cdot 0{,}8$

$\therefore v_{0x} = 40\,m\,s^{-1}$

Já o módulo da velocidade inicial no eixo *y* é dado por:

$v_{0y} = v_0 \cdot \text{sen}\,\theta \Rightarrow v_{0y} = 50\,m\,s^{-1} \cdot 0{,}6$

$\therefore v_{0y} = 30\,m\,s^{-1}$

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

MODERNA

No ponto mais alto da trajetória, $v_y = 0$, então:

$v_y = v_{0y} + a \cdot t \Rightarrow 0 = 30\,m\,s^{-1} - 10\,m\,s^{-2} \cdot t \Rightarrow$

$\Rightarrow 10\,m\,s^{-2} \cdot t = 30\,m\,s^{-1} \therefore t = 3\,s$

O alcance do lançamento é dado pelo movimento retilíneo uniforme no eixo horizontal durante o intervalo de tempo em que o corpo está no ar. Lembrando que o tempo de subida e o de descida são iguais, o tempo que o corpo fica no ar é de 6 s; logo:

$s = s_0 + v_{0x} \cdot t \Rightarrow s = 0 + 40\,m\,s^{-1} \cdot 6\,s$

$\therefore s = 240\,m$

A altura máxima ocorre quando v_y é nulo em 3 s; então:

$$s = s_0 + v_{0y} \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h_{máx} = 0 + 30\,m\,s^{-1} \cdot 3\,s + \frac{(-10\,m\,s^{-2}) \cdot (3\,s)^2}{2} \Rightarrow$$

$\Rightarrow h_{máx} = 90\,m - 45\,m \therefore h_{máx} = 45\,m$

Outra maneira de encontrar a altura máxima é por meio da equação de Torricelli:

$v_y^2 = v_{0y}^2 + 2 \cdot g \cdot h_{máx} \Rightarrow$

$\Rightarrow 0 = (30\,m\,s^{-1})^2 + 2 \cdot (-10\,m\,s^{-2}) \cdot h_{máx} \Rightarrow$

$\Rightarrow 900\,m^2\,s^2 = 20\,m\,s^{-2} \cdot h_{máx} \therefore h_{máx} = 45\,m$

Movimento circular

OLIVER HARDT/GETTY IMAGES FOR EUROPEAN ATHLETICS

Figura 4.12 Atleta bielorrussa Hanna Malyshik durante uma prova de arremesso de martelo (Bielorrússia, 2019).

Na modalidade de arremesso de martelo, uma atleta faz girar uma esfera de metal e a arremessa, conforme mostra a **Figura 4.12**. Durante o giro, a esfera se desloca em uma circunferência de raio *R* e percorre um determinado ângulo. Esse movimento é chamado de **movimento circular**. Podemos obter o deslocamento da esfera em um dado intervalo de tempo (Δt) por meio do arco percorrido (Δs) ou pelo deslocamento angular ($\Delta\varphi$) correspondente, como mostra a **Figura 4.13**.

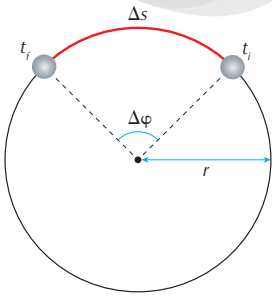


Figura 4.13 Representação esquemática do deslocamento da esfera de metal sobre um arco de circunferência.

Velocidade angular

Imagine que um preparador físico que estuda o movimento da atleta representado na **Figura 4.12** vá analisar a rapidez com que ela gira a esfera e observar as voltas dadas ao longo do tempo. Essa análise fornece a velocidade de rotação, também chamada **velocidade angular**, que é definida como:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a velocidade angular é medida em radiano por segundo $(rad\,s^{-1})$, já que Δt é medido em segundo e $\Delta\varphi$, chamada de variação do espaço angular, é medida em radiano. Um radiano (1 rad) é definido como a medida de um arco que tem comprimento igual ao raio da circunferência que o contém (**Fig. 4.14**).

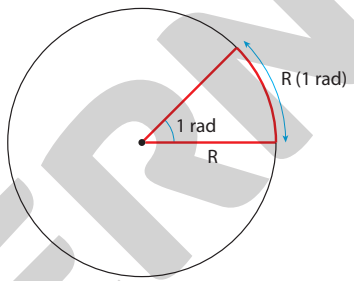


Figura 4.14 Um radiano é a medida de um arco que tem comprimento igual ao raio da circunferência que o contém.

Considere que o preparador físico da atleta que está treinando o arremesso de martelo analisa, por meio de um sofisticado equipamento, a posição da esfera de metal em função do ângulo durante o giro da atleta. O equipamento indica que em um intervalo de tempo de apenas 0,05 s a variação do espaço angular foi de 60°. Qual foi a velocidade angular da esfera de metal?

Primeiro, vamos converter a variação do espaço angular para radiano (rad):

$$\Delta\varphi = 60^\circ \cdot \left(\frac{2\pi\,rad}{360^\circ}\right) \therefore \Delta\varphi = \frac{\pi}{3}\,rad$$

Calculando a velocidade angular, temos:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \Rightarrow \omega = \frac{\frac{\pi}{3}\,rad}{0{,}05\,s} \therefore \omega \simeq 21\,rad\,s^{-1}$$

Voltando ao exemplo do lançamento de martelo da **Figura 4.12**, sabendo-se a velocidade angular ω, como o preparador pode saber a velocidade linear, em $m\,s^{-1}$, com que o martelo está sendo deslocado?

Quanto mais distante o martelo estiver do eixo de rotação, maior será o arco descrito em um intervalo de tempo; logo, maior será a velocidade linear. Dessa forma, percebemos que movimentos com a mesma velocidade angular, ou seja, que descrevem o mesmo deslocamento angular no mesmo intervalo de tempo, podem ter velocidades lineares diferentes, dependendo do raio da trajetória.

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

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

MODERNA

A velocidade linear ou escalar do corpo que está girando pode ser calculada através do arco percorrido (Δs) pelo intervalo de tempo (Δt) correspondente; logo:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Note que Δs pode ser obtido por:

$$\Delta s = \Delta \varphi \cdot R$$

Substituindo a expressão acima na expressão para a velocidade escalar, temos:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{\Delta \varphi \cdot R}{\Delta t} \therefore v = \omega \cdot R$$

A expressão corresponde à relação entre a velocidade escalar e a velocidade angular.

Período e frequência

ID1974/SHUTTERSTOCK

Figura 4.15 Patinadora artística coreana Yuna Kim executando um movimento de giro (Rússia, 2011).

Ao realizar um movimento circular, como a patinadora artística da **Figura 4.15**, o tempo que ela leva para dar uma volta completa em torno de um eixo, que nesse caso é paralelo à sua perna direita, é chamado de **período** (T). De modo geral, podemos dizer que período é o intervalo de tempo necessário para que o movimento periódico de um corpo volte a se repetir. No SI, o período é medido em segundos.

Uma segunda grandeza periódica que se relaciona com o período é a **frequência** (f). A frequência fornece o número de voltas ou vezes que o movimento periódico se repete. Por definição, é dada pelo inverso do período:

$$f = \frac{1}{T}$$

No SI, a frequência é medida em rotações por segundo e é indicada em hertz (**Hz**). Outras unidades de frequência comuns são rotações por minuto (**rpm**) e rotações por hora (**rph**).

Movimento circular uniforme

Considere um ciclista que treina em um velódromo seguindo uma trajetória circular com velocidade constante. Nesse caso, dizemos que ela descreve um **movimento circular uniforme** (**MCU**). De maneira geral, o movimento é circular e uniforme quando a ciclista percorre arcos de circunferência iguais em intervalos de tempo também iguais.

Ao percorrer uma volta completa, o deslocamento angular é de $\Delta \varphi = 2\pi = 360^{\circ}$. O período ($T$) é o intervalo de tempo em que essa volta completa ocorre. Portanto:

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \therefore \omega = \frac{2\pi}{T}$$

Como $T = \frac{1}{f}$, temos:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{\frac{1}{f}} \therefore \omega = 2\pi f$$

Se o valor do raio (R) da trajetória do velódromo for conhecido, poderemos determinar o valor da velocidade escalar do ciclista.

$$v = \omega \cdot R \therefore v = 2\pi f \cdot R \text{ ou } v = \frac{2\pi R}{T}$$

A **função horária angular** pode ser obtida com base na função horária da posição considerando o movimento uniforme. Para isso, podemos dividir os termos da função horária da posição do MU pelo raio (R) da trajetória da ciclovia.

$$s = s_0 + v \cdot t \Rightarrow \frac{s}{R} = \frac{s_0}{R} + \frac{v \cdot t}{R}$$

$$\therefore \varphi = \varphi_0 + \omega \cdot t$$

Um exemplo interessante ocorre nas bicicletas. Elas possuem dispositivos mecânicos compostos de engrenagens ou rodas transmissoras de movimento, que são ligadas por uma corrente (**Fig. 4.16**).

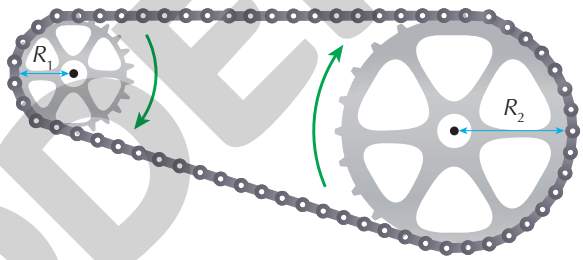


Figura 4.16 Representação esquemática das engrenagens de uma bicicleta ligadas por uma corrente.

Esses dispositivos, quando acoplados, desenvolvem a mesma velocidade escalar, $v_1 = v_2$. Logo:

$$\omega_1 \cdot R_1 = \omega_2 \cdot R_2$$

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

Portanto, a velocidade angular em cada roda é inversamente proporcional ao seu raio.

Aceleração centrípeta

Para que um ciclista mantenha a trajetória circular (**Fig. 4.17**), a direção do vetor velocidade escalar deve variar. Se há variação na velocidade, deve haver aceleração agindo sobre o ciclista. No movimento circular uniforme, essa aceleração é chamada de aceleração centrípeta $(\vec{a}_{cp})$; ela é perpendicular ao vetor velocidade e orientada para o centro da trajetória. Seu módulo pode ser definido como:

$$a_{cp} = \frac{v^2}{R} \text{ ou } a_{cp} = \omega^2 \cdot R$$

ILUSTRAÇÃO: ERICSON GUILHERME LUCIANO

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

MODERNA

Considere que o raio R da trajetória percorrida pelo ciclista na **Figura 4.17** tem 2 km e que ele dá uma volta completa em 1 h. Qual é o período e a frequência do ciclista? Qual é o valor de sua velocidade angular e de sua velocidade escalar? Obtenha também o módulo da aceleração centrípeta e a função horária angular.

Sabendo que uma hora equivale a 3.600 s, o período é dado por:

$$T = \frac{3.600\ \text{s}}{1} \therefore T = 3.600\ \text{s}$$

Logo, a frequência é dada por:

$$f = \frac{1}{T} \therefore f = \frac{1}{3.600}\ \text{Hz}$$

A velocidade angular é dada por:

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow \omega = 2\pi \cdot \frac{1}{3.600}\ \text{Hz} \therefore \omega = \frac{\pi}{1.800}\ \text{rad s}^{-1}$$

Como o raio é igual a 2 km, que equivalem a 2.000 m, a velocidade escalar pode ser calculada por:

$$v = \omega \cdot R \Rightarrow v = \frac{\pi}{1.800}\ \text{rad s}^{-1} \cdot 2.000\ \text{m} \therefore v = \frac{10\pi}{9}\ \text{m s}^{-1}$$

O módulo da aceleração centrípeta pode ser calculado por:

$$a_{cp} = \omega^2 \cdot R \Rightarrow a_{cp} = \left(\frac{\pi}{1.800}\ \text{rad s}^{-1}\right)^2 \cdot 2.000\ \text{m} \therefore a_{cp} = \frac{\pi^2}{1.620}\ \text{m s}^{-2}$$

Considerando que o ciclista partiu da origem, temos:

$$\Delta = \Delta_0 + \omega \cdot t \Rightarrow \Delta = 0 + \frac{\pi}{1.800} \cdot t \therefore \Delta = \frac{\pi}{1.800} \cdot t$$

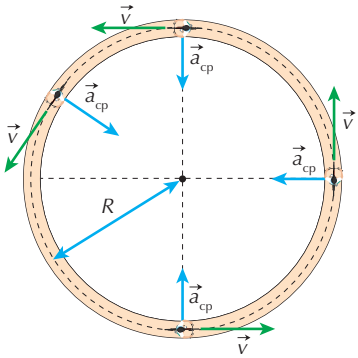


Figura 4.17 A aceleração centrípeta $(\vec{a}_{cp})$ é perpendicular à velocidade $(\vec{v})$, que é tangente à trajetória descrita pelo ciclista.

Fique por dentro

Movimento de projétil

Simule o lançamento de vários objetos variando o ângulo e a velocidade inicial.

Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_pt_BR.html>. Acesso em: 29 jul. 2020.

Atividades

Registre em seu caderno

1. Um estudante sai de casa de bicicleta para ir à escola, que está a 4 km de distância. Depois da aula, ele vai à biblioteca, que fica a 3 km da escola, como mostra a figura a seguir.

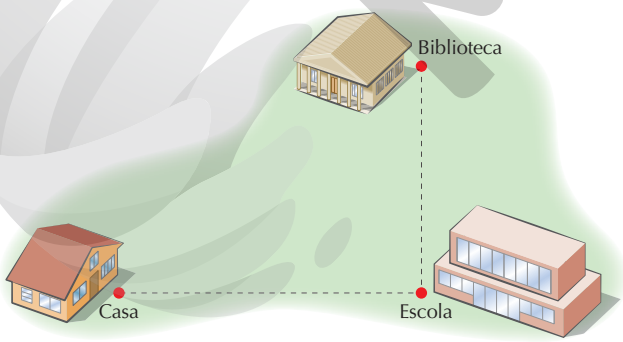


ILUSTRAÇÃO: ADILSON SECCO

a) Calcule a distância percorrida pelo estudante até chegar à biblioteca.

b) Calcule o módulo do vetor deslocamento.

2. Um objeto descreve um MCU com raio de 10 m. Se a posição inicial em um ponto da trajetória, que consideramos como origem, é de 2 m e a velocidade escalar inicial é 3 m s^{-1}, com $\pi = 3{,}14$, calcule:

a) a posição e o deslocamento depois de 2 s;

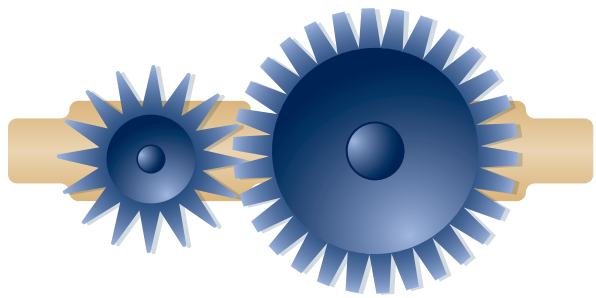
b) o tempo que o objeto leva para dar 2 voltas;

c) o número de voltas em 20 s;

d) o período e a frequência.

3. A hélice de uma turbina eólica com 10 m de comprimento dá 27 voltas em 9 s e descreve um MCU. Encontre o período, a frequência, a velocidade angular e a velocidade escalar de um ponto na extremidade da hélice. Considere $\pi = 3{,}14$.

4. Na figura a seguir, a engrenagem menor tem 20 dentes e a maior, 100. Quantas voltas dá a engrenagem menor quando a maior dá 5 voltas?



ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

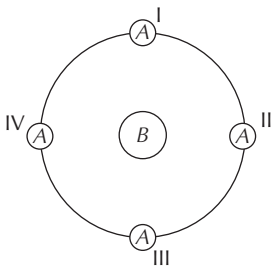
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

5. (UPE) Um projétil é lançado obliquamente com velocidade inicial $v_0 = 100\ m\ s^{-1}$, numa direção que forma com a horizontal um ângulo θ. Qual o valor do alcance horizontal do lançamento, considerando que $g = 10\ m\ s^{-2}$, sen $\theta = 0{,}8$ e cos $\theta = 0{,}6$?

a) 320 m
b) 80 m
c) 60 m
d) 960 m
e) 8 m

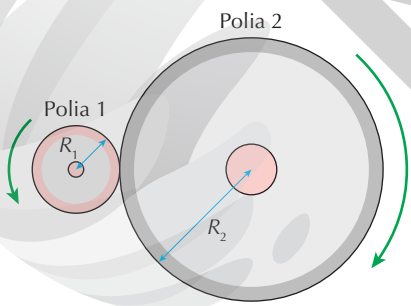
6. (UFSM-RS) A figura representa um corpo A que gira em órbita circular, em torno do corpo B, em sentido horário.



Com base nas informações, indique a afirmativa ERRADA.

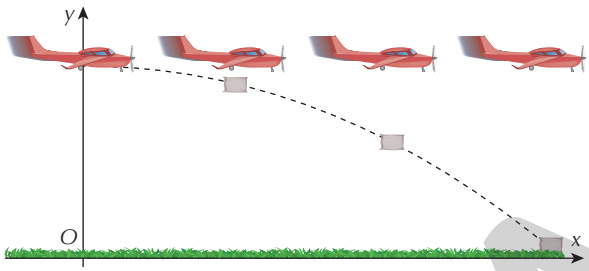
a) → tem direção e sentido da velocidade tangencial do corpo A na posição I.
b) → tem direção e sentido da aceleração centrípeta do corpo A na posição IV.
c) ↑ tem direção e sentido da aceleração centrípeta do corpo A na posição III.
d) ↓ tem direção e sentido da velocidade tangencial do corpo A na posição III.
e) ← tem direção e sentido da aceleração centrípeta do corpo A na posição II.

7. (Uespi) A figura ilustra duas polias de raios $R_1 = 0{,}1$ m e $R_2 = 0{,}3$ m que giram em sentidos opostos. Sabe-se que não há escorregamento na região de contato entre as polias. A polia 1 gira com frequência $f_1 = 600$ Hz. Nestas circunstâncias, qual é a frequência f_2 de rotação da polia 2?



a) 100 Hz
b) 200 Hz
c) 300 Hz
d) 600 Hz
e) 1.800 Hz

8. Um avião lança um pacote de suprimentos, como mostra a figura a seguir.

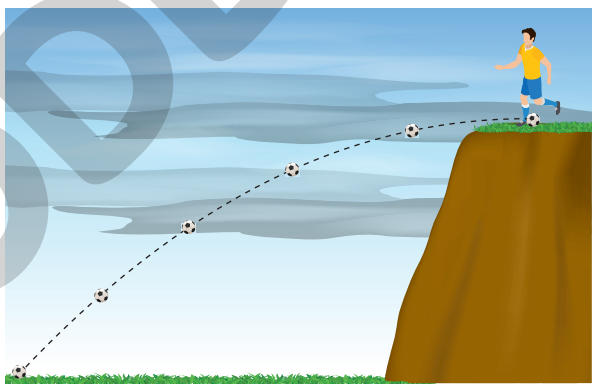


O pacote deve chegar ao solo em, no máximo, 6 segundos, e o avião está voando com velocidade horizontal de $20\ m\ s^{-1}$.

Calcule:

a) a altura em que o avião deve soltar o pacote de suprimentos;
b) o alcance do pacote de suprimentos no eixo horizontal a partir do instante de lançamento.

9. Uma bola é chutada do alto de um barranco no sentido horizontal com velocidade igual a $5\ m\ s^{-1}$, como mostra a figura a seguir.



Considerando essas informações:

a) Escreva as funções horárias da posição no eixo x e no eixo y.
b) Escreva a função horária da velocidade no eixo y.
c) Calcule o tempo de queda da bola, sabendo que a altura do barranco é de 45 m.
d) A que distância da base do barranco a bola atinge o solo?

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.

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

TEMA 5

Substâncias que afetam a prática esportiva

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 5; 6; 8
Habilidades: EM13CNT101; EM13CNT104; EM13CNT205; EM13CNT207; EM13CNT301; EM13CNT304; EM13CNT307

As competições esportivas fazem parte de nossa história há bastante tempo, e os Jogos Olímpicos, ou Olimpíadas, são o maior expoente dessas competições. Os primeiros registros históricos datam de 776 a.C. na cidade grega de Olímpia e teriam se tornado populares a ponto de reunir 40.000 pessoas de diferentes regiões e cidades-estados. Com a invasão romana, os jogos acabaram por deixar de ser realizados, até que em 1896, por iniciativa do historiador francês Pierre de Frédy (1863-1937), o Barão de Coubertin, foram realizados os primeiros Jogos Olímpicos da Era Moderna na cidade grega de Atenas. Desde então, atletas de diferentes nacionalidades reúnem-se a cada 4 anos para competir como forma de celebrar a união entre os povos, representada pelos cinco anéis entrelaçados que compõem o símbolo do Comitê Olímpico Internacional (COI, **Fig. 5.1**).

ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 5.1 Anéis olímpicos, que representam a união dos povos dos cinco maiores continentes.

Há relatos de que, nos jogos antigos, os competidores tinham o hábito de consumir chá de ervas ou cogumelos antes das provas, e hoje se sabe que muitas plantas e algumas espécies de cogumelos produzem substâncias químicas estimulantes, capazes de melhorar artificialmente o desempenho esportivo dos atletas. O uso de substâncias ou métodos com essa finalidade é uma das formas de **dopagem** (*doping*, em inglês) e, atualmente, é proibido em competições esportivas.

Com o objetivo de coordenar as ações antidopagem, em 1999 foi fundada a Agência Mundial Antidopagem (tradução de World Anti-doping Agency, Wada). No Brasil, essas ações são de responsabilidade da Autoridade Brasileira de Controle de Dopagem (ABCD), fundada em 2011. Atualmente, a dopagem está relacionada às violações de uma ou mais regras estabelecidas pelo Código Mundial Antidopagem. Com base nesse código, a dopagem pode ser caracterizada pelo uso, tentativa de uso, tráfico ou posse de substâncias ou métodos proibidos, seja pelos atletas, seja pelos auxiliares técnicos. Têm seu uso proibido em qualquer momento: hormônios peptídicos, como o hormônio do crescimento humano; fatores de crescimento (substâncias que estimulam a divisão celular); beta-2 agonistas (substâncias que funcionam como vasodilatadores); manipulação genética com potencial para melhorar rendimento esportivo; esteroides anabólicos androgênicos (EAA); diuréticos e a manipulação do sangue ou de componentes do sangue. Durante as competições, também é proibido o uso de estimulantes, narcóticos, canabinoides e glicocorticoides (substâncias com ação anti-inflamatória).

A ação dessas substâncias no organismo está associada à estrutura das moléculas. Sendo assim, é importante compreender conceitos relacionados à diversidade dos compostos orgânicos.

Fique por dentro

Substância presente no espinafre pode causar *doping*, diz estudo

ELER, G. *Superinteressante*, São Paulo, jun. 2019.

Matéria publicada pela revista *Superinteressante* que trata de uma substância não proibida pela Wada, mas que pode alterar o desempenho de atletas.

Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/substancia-presente-no-espinafre-pode-causar-doping-diz-estudo/>.

Lista de substâncias e métodos proibidos pela Wada

Documento, em português, com a relação nominal completa das substâncias e métodos que caracterizam dopagem nos esportes.

Disponível em: <https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/wada_2019_portugese_prohibited_list.pdf>.

Acessos em: 27 jul. 2020.

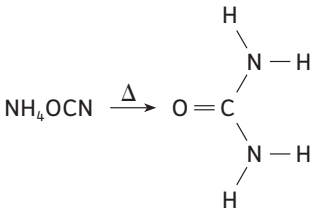
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Isomeria constitucional

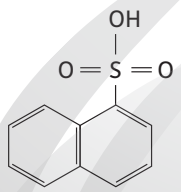
Em 1828, na tentativa de preparar cianato de amônio, $NH_4OCN(s)$, o químico alemão Friedrich Wöhler (1800-1882) primeiro aqueceu cianeto de prata, AgCN(s), na presença de gás oxigênio do ar, formando o cianato de prata, AgOCN(s). Esse composto foi então adicionado a uma solução de cloreto de amônio, $NH_4Cl(aq)$, resultando em dois produtos: um precipitado de cloreto de prata, AgCl, e cianato de amônio, NH_4OCN, em solução.

Depois de filtrar o precipitado e evaporar o solvente, o cianato de amônio sólido foi formado. Ao aquecê-lo, Wöhler obteve ureia, $CH_4N_2O(s)$, na forma de cristais brancos. Considerando evidências experimentais de que as propriedades químicas e físicas do cianato de amônio e da ureia eram diferentes, Wöhler chamou a atenção em seu trabalho para o fato de essas substâncias apresentarem a mesma composição elementar, ou seja, serem formadas por átomos de elementos químicos idênticos e na mesma quantidade.

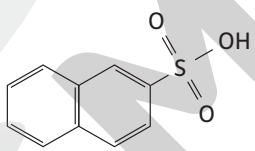


Cianato de amônio — Ureia

Em 1823, o químico alemão Justus von Liebig (1803-1873) já tinha feito uma observação similar à de Wöhler em relação aos compostos inorgânicos fulminato de prata (AgCNO) e cianato de prata (AgOCN). Em 1829, o físico e químico inglês Michael Faraday (1791-1867) observou que a reação de naftaleno com ácido sulfúrico gera dois ácidos orgânicos diferentes que apresentam a mesma fórmula molecular. As fórmulas estruturais atuais desses compostos são dadas a seguir.



Ácido naftaleno-1-sulfônico



Ácido naftaleno-2-sulfônico

Conceito de isomeria

Em 1830, o químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) propôs uma explicação para o fenômeno observado por esses e outros cientistas, chamado de isomeria: "os mesmos elementos químicos unidos em mesmo número, mas de modo diferente (talvez numa posição diferente dos átomos), produzem compostos de propriedades e formas diferentes". Em outras palavras, pode-se afirmar que a isomeria é um fenômeno em que dois ou mais compostos diferentes, com estruturas tridimensionais e propriedades distintas, apresentam a mesma fórmula molecular. Esses compostos são denominados **isômeros** (do grego *iso*, "mesmo", e *méros*, "parte"). Atualmente, a isomeria está dividida em duas grandes classes: **isomeria constitucional**, que estudaremos a seguir, e **estereoisomeria** ou isomeria espacial, abordada na Unidade **Drogas e medicamentos**.

Tipos de isomeria constitucional

Na isomeria constitucional, as diferenças entre os compostos isômeros se devem às diferenças nas ligações químicas entre os átomos, como no caso já citado dos ácidos derivados do naftaleno. A seguir, são sistematizadas as diferentes formas sob as quais a isomeria constitucional pode aparecer.

Isomeria de função

Suponha que um técnico de laboratório que trabalha em uma indústria de alimentos necessite de uma amostra de ácido butanoico ($C_4H_8O_2$). Ao se deparar com um frasco de reagente, ele observa as informações: $C_4H_8O_2$ e $M_r = 88$ u.

Pela análise do rótulo, o técnico de laboratório pode afirmar que a substância contida no frasco é o ácido butanoico? Para responder a essa questão, vamos comparar as informações da **Tabela 5.1**.

Podemos observar duas substâncias com funções químicas distintas: um ácido carboxílico, caracterizado pela presença do grupo terminal carboxila, —COOH; e um éster, derivado do ácido carboxílico pela substituição do hidrogênio do grupo hidroxila, —OH, por uma cadeia carbônica. Portanto, o ácido butanoico e o etanoato de

Se possível, peça aos estudantes que pesquisem algumas propriedades de um dos pares de substâncias mencionados, para que percebam que são diferentes. Em seguida, peça-lhes que apontem semelhanças entre as substâncias, de tal forma que percebam que os dois compostos apresentam exatamente a mesma fórmula molecular.

Tabela 5.1 Características de compostos que apresentam isomeria de função

Nome	Fórmula estrutural	TF (°C) a 1 atm	TE (°C) a 1 atm	Aplicações
Ácido butanoico	$H_3C — CH_2 — CH_2 — C(=O)OH$	–5,1	163,7	Síntese de fármacos e de aroma artificial de manteiga.
Acetato de etila (etanoato de etila)	$H_3C — C(=O) — O — CH_2 — CH_3$	–83,8	77,1	Síntese de aromas artificiais de frutas.

Fonte: LIDE, D. R. CRC *Handbook of Chemistry and Physics*. 96. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

Os ácidos carboxílicos e os ésteres são estudados, respectivamente, nas Unidades **Vida saudável** e **Desenvolvimento sustentável.**

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

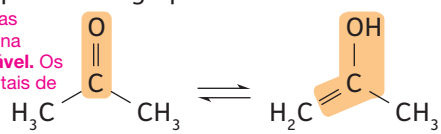
etila são **isômeros funcionais**. Consequentemente, as propriedades dessas substâncias são diferentes, como é possível verificar pelos valores das temperaturas de fusão e de ebulição. No entanto, as duas apresentam a mesma fórmula molecular ($C_4H_8O_2$) e, portanto, a mesma massa molecular relativa (M_r = 88 u).

Como é impossível diferenciar esses isômeros por meio da fórmula molecular, não se pode afirmar que a substância contida no frasco é o ácido butanoico. Isso mostra a importância da escolha adequada da representação de uma substância e da correta rotulagem dos produtos para evitar erros em experimentos e, principalmente, acidentes.

Tautomeria

Existem isômeros que poderiam ser classificados como funcionais por pertencerem a funções químicas diferentes. No entanto, esses compostos coexistem no meio, pois um se transforma no outro constantemente. Um exemplo é a reação reversível conhecida como equilíbrio cetoenólico (em que *ceto* designa a função cetona e *enólico*, a função enol). Observe a diferença entre a propanona e o prop-1-en-2-ol, que apresentam a fórmula molecular C_3H_6O, comparando os grupos funcionais destacados.

A classe funcional das cetonas é estudada na Unidade **Vida saudável.** Os conceitos fundamentais de equilíbrio químico são estudados na Unidade **Produção e conservação de alimentos**.



Propanona (cetona) ⇌ Prop-1-en-2-ol (enol)

Mesmo que fosse possível isolar uma fração contendo apenas um dos compostos, eles continuariam a se transformar uns nos outros, reestabelecendo o equilíbrio. Esse fenômeno é conhecido como **tautomeria**.

Os tipos de cadeia carbônica e suas representações, assim como os hidrocarbonetos, são estudados na Unidade **Combustíveis e motores.**

Isomeria de cadeia

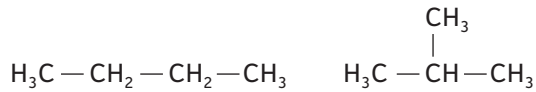
Vamos comparar agora o propeno e o ciclopropano. O propeno é uma das matérias-primas empregadas na fabricação das sacolas plásticas distribuídas nos supermercados. O ciclopropano tem propriedades anestésicas e é bastante inflamável. Ambos são gases a 25 °C e 1 atm e apresentam fórmula molecular C_3H_6. Eles pertencem ao mesmo grupo funcional, os hidrocarbonetos, compostos orgânicos constituídos apenas por átomos de carbono e de hidrogênio. Suas fórmulas estruturais são apresentadas a seguir.

Propeno

Ciclopropano

Note que o propeno é um composto de cadeia aberta e o ciclopropano é um composto de cadeia fechada ou cíclica. Em razão dessa diferença no tipo de cadeia carbônica, eles são **isômeros de cadeia**.

Vamos analisar mais um exemplo. O butano é empregado, junto com outras substâncias, como combustível em fogões na forma de gás liquefeito de petróleo (GLP). O metilpropano é utilizado como fluido refrigerante em geladeiras domésticas e é também altamente inflamável. Ambos apresentam fórmula molecular C_4H_{10}, e suas fórmulas estruturais são indicadas a seguir.



Butano

Metilpropano

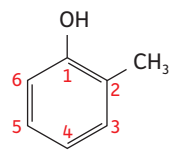
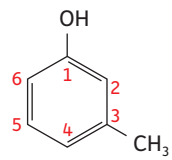
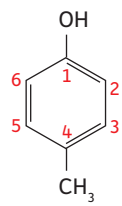
Note que novamente se trata de hidrocarbonetos. O butano é um composto de cadeia linear (os átomos de carbono estão ligados todos em sequência), enquanto o metilpropano apresenta cadeia ramificada. Em razão dessa diferença no tipo de cadeia carbônica, eles também são **isômeros de cadeia**.

Isomeria de posição

Os cresóis são um grupo de substâncias da classe funcional fenol, compostos caracterizados pela presença do grupo hidroxila, —OH, ligado diretamente a um anel benzênico. Os cresóis são encontrados em certas formulações de removedores de tinta e são bastante usados como intermediários em diversas sínteses industriais, por exemplo na produção de resinas e antissépticos. Algumas das características dos cresóis são apresentadas na **Tabela 5.2**.

A classe funcional dos fenóis é estudada na Unidade **Drogas e medicamentos.**

Tabela 5.2 Características de compostos que apresentam isomeria de posição

Nome	Fórmula estrutural	TF (°C) a 1 atm	TE (°C) a 1 atm
2-metilfenol ou *o*-cresol		31,0	191,0
3-metilfenol ou *m*-cresol		12,2	202,2
4-metilfenol ou *p*-cresol		34,8	201,9

Fonte: LIDE, D. R. CRC *Handbook of Chemistry and Physics*. 96. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

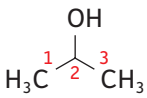
Os três compostos apresentam a mesma fórmula molecular (C_7H_8O) e, portanto, a mesma massa molecular (M_r = 108 u). No entanto, pela análise das fórmulas estruturais, vemos que o grupo substituinte metil (— CH_3) está localizado em posições diferentes no anel benzênico. Nesse caso, temos **isômeros de posição**.

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

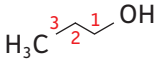
MODERNA

Chame a atenção dos estudantes para o fato de que os álcoois não apresentam metameria, pois o oxigênio do grupo hidroxila (—OH) está sempre fora da cadeia carbônica. Situação similar acontece com as aminas primárias (monossubstituídas).

Além da diferença na posição de um grupo substituinte (grupo que substitui um átomo de hidrogênio), isômeros de posição também podem apresentar diferença na posição do grupo funcional e das insaturações (ligações duplas ou triplas) na cadeia carbônica, como representado a seguir.



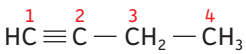
Propan-2-ol



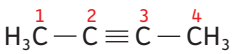
Propan-1-ol

Comente que o propan-2-ol, também chamado de álcool isopropílico, é aplicado na limpeza de componentes eletrônicos.

Podemos notar que ambos os compostos são álcoois de cadeia aberta e de mesma fórmula molecular (C_3H_8O). Contudo, o propan-2-ol apresenta o grupo funcional hidroxila (—OH) no átomo de carbono 2 da cadeia, enquanto no propan-1-ol o grupo funcional está no átomo de carbono 1. Já no caso a seguir, tem-se hidrocarbonetos de cadeia aberta e insaturada que apresentam a mesma formula molecular (C_4H_6).



But-1-ino



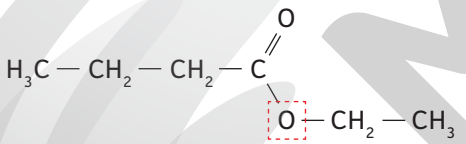
But-2-ino

Podemos notar que o but-1-ino apresenta a ligação tripla entre os átomos de carbono 1 e 2, enquanto no but-2-ino a ligação tripla localiza-se entre os átomos de carbono 2 e 3.

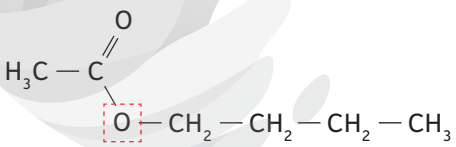
A classe funcional dos álcoois é discutida nas Unidades **Desenvolvimento sustentável** e **Drogas e medicamentos.**

Metameria ou isomeria de compensação

Um tipo particular de isomeria de posição se refere a isômeros que apresentam **cadeias heterogêneas**, ou seja, cadeias nas quais a sequência de átomos de carbono é interrompida por um átomo diferente de carbono. Observe as fórmulas estruturais do butanoato de etila, utilizado para reproduzir o aroma característico de abacaxi nos alimentos, e do etanoato de butila, empregado na reprodução do aroma de maçã verde.



Butanoato de etila



Acetato de butila
(etanoato de butila)

Ambos são ésteres que apresentam a mesma fórmula molecular ($C_6H_{12}O_2$), ou seja, são isômeros que pertencem à mesma função química, mas suas cadeias heterogêneas se diferenciam pela posição do heteroátomo (o átomo de oxigênio). Esse tipo de isomeria é chamado **metameria** ou isomeria de compensação.

Reações para identificação de isômeros

Isômeros constitucionais podem ser diferenciados ao medir propriedades físicas como a temperatura de fusão e de ebulição da substância, como observamos na **Tabela 5.1** e na **Tabela 5.2**. No entanto, algumas vezes, é conveniente usar reagentes específicos para identificar a presença de um grupo funcional nas moléculas da substância, principalmente quando ela apresenta apenas um.

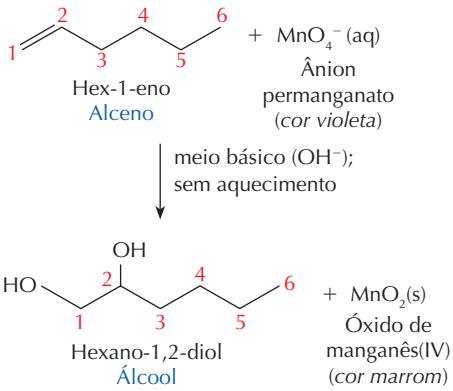
Diferenciação entre alcenos e cicloalcanos

Os alcenos são hidrocarbonetos de cadeia aberta que apresentam uma ligação dupla entre átomos de carbono e são isômeros constitucionais dos cicloalcanos, hidrocarbonetos de cadeia fechada que apresentam apenas ligações simples entre átomos de carbono. Para diferenciá-los, pode-se adicionar a uma alíquota desses compostos um pouco de solução aquosa de permanganato de potássio ($KMnO_4$), que apresenta cor violeta. Em condições específicas, apenas os alcenos reagem com o $KMnO_4$, o que é evidenciado pelo aparecimento de uma solução de cor marrom, devido à formação de óxido de manganês(IV), MnO_2, como observado na **Figura 5.2**.

© RICHARD MEGNA, FUNDAMENTAL PHOTOGRAPHS, NYC

Figura 5.2 O tubo à esquerda mostra uma fase superior de ciclo-hexano e uma fase inferior de solução aquosa de $KMnO_4$. Como os cicloalcanos são compostos saturados, não há evidência de transformação química. No tubo à direita, a alteração na coloração evidencia a reação do $KMnO_4$ com o hex-1-eno, devido à presença da insaturação no composto orgânico. O hex-1-eno em excesso permanece na fase superior, e o álcool formado é miscível com a água.

A equação química que representa a reação de diferenciação entre os hidrocarbonetos isômeros de fórmula molecular C_6H_{12}, demonstrada na **Figura 5.2**, é dada a seguir.



Hex-1-eno
Alceno

+ MnO_4^- (aq)
Ânion permanganato
(*cor violeta*)

meio básico (OH^-); sem aquecimento

Hexano-1,2-diol
Álcool

+ MnO_2(s)
Óxido de manganês(IV)
(*cor marrom*)

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

MODERNA

Chame a atenção dos estudantes para o fato de o potássio não participar da reação.

Diferenciação entre éteres e álcoois

Diversos álcoois e éteres apresentam isomeria funcional. Para identificar a presença de uma ou outra função, é possível colocar esses compostos em contato com metais alcalinos; os álcoois reagem, e os éteres não. A **Figura 5.3** e a equação química representada a seguir mostram a reação de um álcool com o sódio metálico (Na) levando à formação de um composto orgânico iônico da classe dos alcóxidos e gás hidrogênio (H_2).

$$H_3C-\underset{\underset{OH}{|}}{CH_2}(l) + Na(s) \longrightarrow H_3C-\underset{\underset{ONa}{|}}{CH_2}(aq) + \frac{1}{2}H_2(g)$$

Etanol — Acetato de sódio (etanoato de sódio)

A realização desse ensaio deve considerar a presença de água como impureza nessas amostras. A água também reage com sódio metálico formando gás hidrogênio e, por isso, pode levar a um falso resultado positivo. O uso de um secante como sulfato de magnésio ($MgSO_4$) pode minimizar eventuais erros.

© RICHARD MEGNA, FUNDAMENTAL PHOTOGRAPHS, NYC

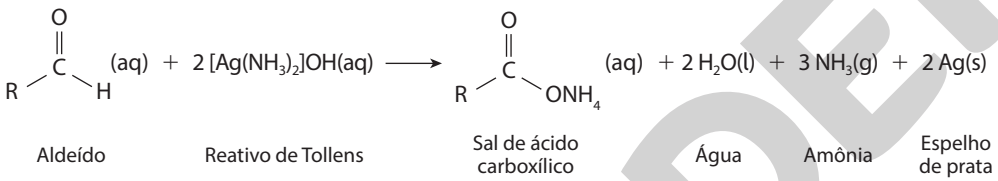
Figura 5.3 Reação do etanol com sódio metálico em que se observa a formação de bolhas pela síntese de gás hidrogênio. Os éteres não reagem.

Diferenciação de aldeídos e cetonas

Aldeídos e cetonas apresentam o grupo carbonila (C═O), e, para diferenciá-los, é possível usar o **teste de Tollens**. Nesse teste, também conhecido como espelho de prata, o reativo de Tollens, $[Ag(NH_3)_2]OH$, é capaz de oxidar apenas os aldeídos e, assim, diferenciá-los das cetonas, e os íons prata em solução são reduzidos à prata metálica, que se deposita na parede do frasco (**Fig. 5.4**).

ANDREW LAMBERT PHOTOGRAPHY/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

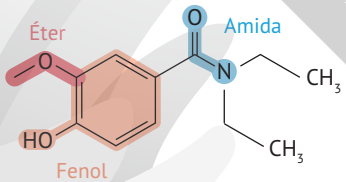
Figura 5.4 Resultado positivo do teste de Tollens para um aldeído. No tubo de ensaio da esquerda, temos o início da reação entre etanal (C_2H_4O) e o reativo de Tollens. No tubo da direita, verifica-se a deposição de prata metálica no decorrer da reação.

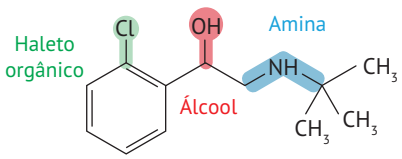


Testes realizados para diferenciar álcoois isômeros são estudados na Unidade **Drogas e medicamentos.**

Diversidade dos compostos orgânicos

Os compostos orgânicos, incluindo os de interesse biológico, apresentam mais de um grupo funcional em uma mesma molécula. Diz-se que, nesses casos, há **função mista**. Observe os casos do estimulante etamivan, cujo uso é proibido durante as competições, e do broncodilatador tulobuterol, cujo uso é proibido em qualquer momento pela Agência Mundial Antidopagem.





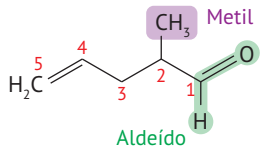
Nomenclatura de compostos de função mista

Cada substância orgânica apresenta uma **nomenclatura sistemática** própria, definida segundo um conjunto de princípios e regras estabelecido pela União Internacional de Química Pura e Aplicada (tradução de *International Union of Pure and Applied Chemistry*, IUPAC). Entretanto, existem nomes tradicionais que até os dias de hoje são usados para identificar alguns compostos orgânicos. Essas nomenclaturas, também chamadas de usuais ou semissistemáticas, podem ser empregadas na identificação de moléculas orgânicas simples, como, por exemplo, ácido acético para o ácido etanoico (H_3CCOOH) e acetileno para o etino (C_2H_2). Podem ainda facilitar a identificação de moléculas mais complexas, a exemplo dos compostos representados acima.

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

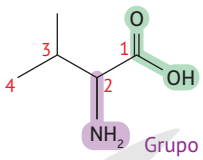
MODERNA

A nomenclatura sistemática é dividida em quatro partes. A primeira parte diz respeito à identificação dos grupos substituintes. A segunda parte, chamada prefixo, informa a quantidade de átomos de carbono na cadeia principal do composto, que é formada pelo maior número de átomos de carbono ligados em sequência. A terceira parte é denominada infixo e identifica o tipo de ligação covalente entre os átomos de carbono da cadeia principal – simples, dupla ou tripla. A quarta parte, o sufixo, revela o grupo funcional. Veja o exemplo do 2-metilpent-4-enal.



Alguns grupos substituintes orgânicos, bem como alguns sufixos utilizados na nomenclatura sistemática, encontram-se nas tabelas para consulta ao final deste Volume.

Para estabelecer a nomenclatura sistemática dos compostos de função mista, é necessário identificar todos os grupos funcionais presentes na molécula e, a partir disso, determinar apenas um sufixo, correspondente à classe funcional de maior prioridade. Por exemplo, a substância conhecida pelo nome usual valina é um aminoácido, um composto orgânico que apresenta em suas moléculas o grupo amino (—NH_2) e o grupo carboxila (—COOH) de maior prioridade, conforme convenção. O nome desse aminoácido será dado de acordo com a nomenclatura sistemática dos ácidos carboxílicos, e o segundo grupo funcional será tratado como um grupo substituinte identificado por meio de um nome correspondente, conforme indicado a seguir.



Grupo carboxila (maior prioridade)

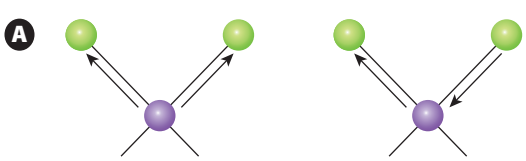
Nome sistemático: ácido 2-amino-3-metilbutanoico

Nome usual: valina

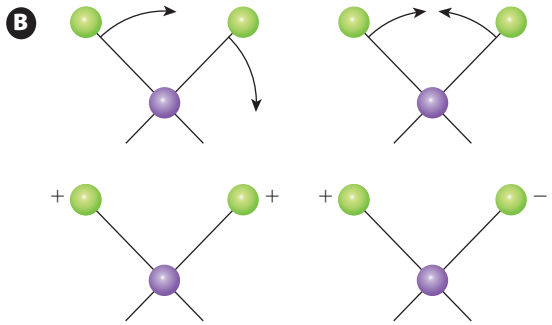
Polaridade de ligações, geometria molecular e forças intermoleculares são estudadas na Unidade **Explorando o Universo e a vida**.

Espectroscopia de absorção molecular no infravermelho: um método para identificar grupos funcionais

As moléculas apresentam uma vibração natural que pode ser amplificada se absorverem energia da radiação eletromagnética de comprimentos de onda adequados. A radiação infravermelha, geralmente, com comprimentos de onda de 4 µm a 100 µm, fornece energia suficiente para aumentar a amplitude de movimentos característicos das ligações polares, sejam elas de moléculas orgânicas ou inorgânicas (**Fig. 5.5**).



Comente que ligações apolares como a encontrada no H_2 não são detectadas por espectroscopia na região do infravermelho.



Fonte consultada: BRUICE, P. Y. *Química Orgânica*. 4. ed. São Paulo: Pearson Education, 2003.

Figura 5.5 Modos de vibração característicos em moléculas. **(A)** Vibrações de estiramento simétrico e assimétrico das ligações. **(B)** Vibrações de deformação angular das ligações. Os sinais positivo e negativo indicam movimentação para dentro e para fora do plano, respectivamente.

São ativas no infravermelho todas as vibrações que levam a uma alteração periódica do **vetor momento de dipolo elétrico** da molécula. Esse vetor é descrito por meio de três parâmetros: a intensidade, que depende da magnitude dos dipolos elétricos e da distância entre eles; a direção, que é paralela à representação do eixo de ligação entre os dois átomos; e o sentido, do polo negativo para o positivo (conforme a convenção proposta pela IUPAC). Nas moléculas polares não temos cargas formais, apenas cargas parciais representadas por δ^+ e δ^-, cuja intensidade depende da diferença de eletronegatividade entre os átomos que participam de cada ligação.

Por causa desse fenômeno, foi desenvolvido um método de análise de compostos orgânicos, a espectroscopia de absorção molecular no infravermelho. Com esse método, é possível detectar em que faixas de comprimentos de onda da região do infravermelho uma amostra absorve radiação eletromagnética. De forma geral, a espectroscopia no infravermelho mostra os tipos de ligação existentes no composto de modo que seja permitida a identificação da(s) função(ões) orgânica(s) presente(s) na amostra, pois cada modo de vibração de cada ligação está associado a um comprimento de onda específico da radiação absorvida. Por exemplo, a identificação de uma ligação C=O (grupo carbonila) restringe a possibilidade para as funções orgânicas que apresentam esse tipo de ligação, como aldeídos, cetonas, amidas, ésteres, ácidos carboxílicos e seus sais.

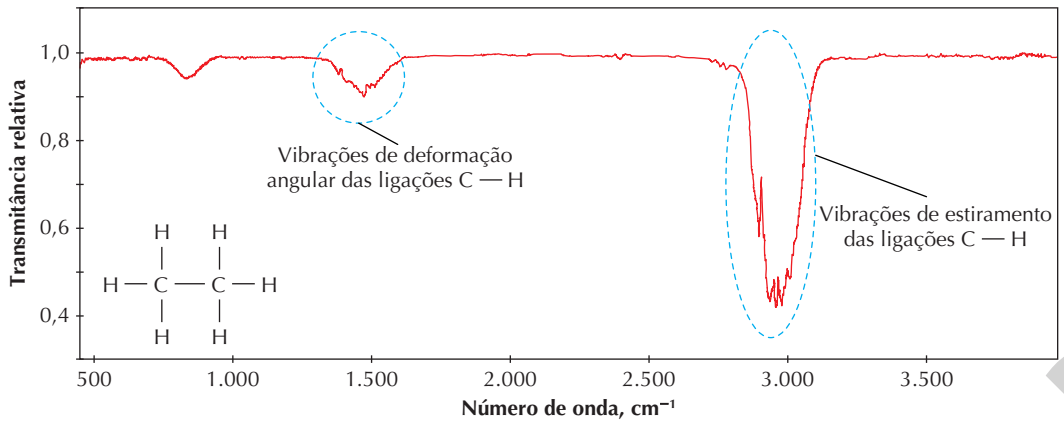
O modo como são apresentados os resultados das medidas está muito atrelado à tecnologia que originou o tipo de análise. No caso da espectroscopia no infravermelho, por exemplo, os dados são apresentados na forma de gráficos (**espectros**) da transmitância relativa em função do número de onda. A transmistância relativa corresponde à quantidade de radiação que passa através da amostra sem ser absorvida e alcança o detector. Já o número de onda é o inverso do comprimento de onda incidente na amostra $\left(\frac{1}{\lambda}\right)$, em cm^{-1}.

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

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

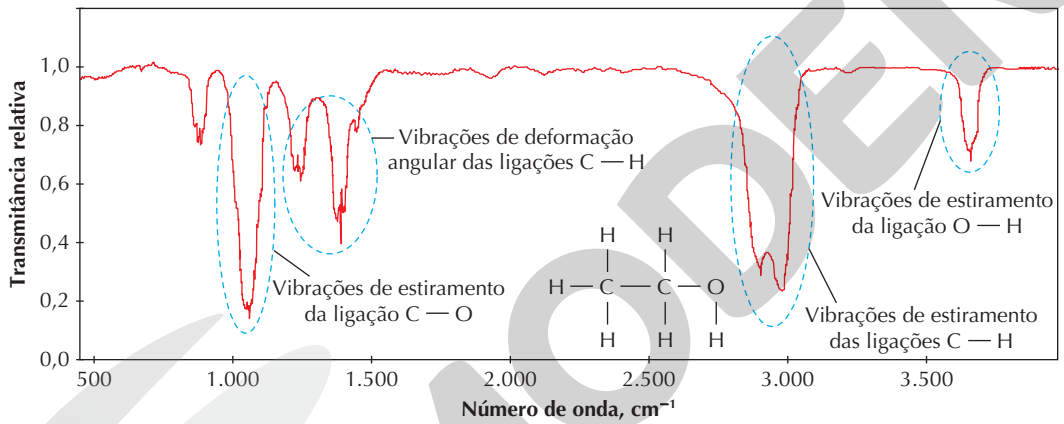
Os espectros dos compostos etano (**Fig. 5.6**) e etanol (**Fig. 5.7**) demonstram como se pode distingui-los por meio dessa técnica.

Figura 5.6 Espectro no infravermelho do etano



Fonte consultada: NATIONAL Institute of Standards and Technology. *Livro de Química na web*, SRD 69: ethane. Disponível em: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C74840&Units=SI&Type=IR-SPEC&Index=0#IR-SPEC>. Acesso em: 27 jul. 2020.

Figura 5.7 Espectro no infravermelho do etanol



Fonte consultada: NATIONAL Institute of Standards and Technology. *Livro de Química na web*, SRD 69: ethanol. Disponível em: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C64175&Units=SI&Type=IR-SPEC&Index=2#IR-SPEC>. Acesso em: 27 jul .2020.

No espectro do etano, foram identificados dois grupos de picos: um que foi associado à vibração de estiramento das ligações C — H e um que foi associado à vibração de deformação angular dessas ligações. No espectro do etanol, é possível notar que foram identificados quatro grupos de picos: dois grupos de mesma atribuição do etano (deformação angular e estiramento das ligações C — H), um grupo associado à vibração de estiramento da ligação C — O e um grupo associado à ligação O — H.

Muitas informações podem ser obtidas a partir de espectros como esses. Por exemplo, no espectro do etanol é possível notar que há dois grupos de picos associados à vibração de deformação angular das ligações C — H. Isso pode ser explicado pelo fato de que as ligações C — H não apresentam o mesmo momento de dipolo elétrico nessa molécula, em razão da influência do átomo de carbono que está ligado ao oxigênio, elemento químico mais eletronegativo da molécula de etanol, alterando o padrão vibracional das ligações químicas mais próximas.

Os números de onda de um espectro podem ser associados a diversos tipos de vibração. Essas informações já estão tabeladas, sendo assim, é possível identificar a presença de muitos grupos funcionais em amostras desconhecidas por meio da análise do espectro infravermelho.

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

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

:: Propriedades dos compostos orgânicos

Sabendo que o etanol (C_2H_5OH) é solúvel em água em qualquer proporção, poderíamos pensar que as propriedades físico-químicas dos demais compostos pertencentes a essa classe funcional seriam bastante semelhantes. No entanto, isso não é observado, porque, além da solubilidade, propriedades como densidade e temperaturas de transição de fase estão relacionadas às interações intermoleculares de uma mesma substância ou entre moléculas de substâncias diferentes. A intensidade dessas interações entre moléculas orgânicas está relacionada a alguns fatores, como o tamanho da molécula e, portanto, sua massa molecular; o arranjo dos átomos ou tipo de cadeia e o tipo de interação intermolecular, e, portanto, ao grupo funcional presente.

As propriedades físico-químicas dos hidrocarbonetos alifáticos é estudada na Unidade **Combustíveis e motores.**

Temperatura de fusão e de ebulição

As transições de fase são processos em que ocorre o relaxamento ou o rompimento das interações intermoleculares, decorrente da transferência de energia térmica. Assim, substâncias cujas moléculas interagem entre si com menor intensidade apresentam menores valores para as temperaturas de fusão (TF) e de ebulição (TE) quando comparadas com substâncias que apresentam interações intermoleculares mais intensas.

No caso das substâncias pertencentes à mesma classe funcional, os valores para as temperaturas de ebulição aumentam conforme aumentam as massas molares dos compostos, em uma **série homóloga**, isto é, quando são comparados compostos da mesma função química e com o mesmo tipo de cadeia.

Vamos analisar o caso dos **haletos orgânicos**, moléculas orgânicas que apresentam um ou mais átomos de flúor, cloro, bromo ou iodo ligados diretamente a átomos de carbono. A ligação C — X, em que X representa um dos halogênios citados, é polarizada, resultando em uma carga parcial positiva (δ^+) no átomo de carbono e em uma carga parcial negativa (δ^-) no átomo de halogênio, em função da diferença de eletronegatividade entre eles. Dependendo da quantidade de ligações C — X e da disposição espacial dessas ligações na molécula, o vetor momento de dipolo elétrico resultante não é nulo. Nessa circunstância, as moléculas nas substâncias puras estabelecem interações intermoleculares do tipo dipolo permanente-dipolo permanente, também chamadas **forças de Keesom**.

O efeito do tamanho da cadeia carbônica, em moléculas de cadeia linear, na temperatura de ebulição de substâncias de uma série homóloga pode ser verificado por meio dos dados da **Tabela 5.3**.

Tabela 5.3 Temperaturas de ebulição (TE) de haletos orgânicos de uma série homóloga

Nome	Fórmula estrutural	M_r (u)	TE (°C) a 1 atm
Clorometano	$H_3C — Cl$	50,5	–24,1
Cloroetano	$H_3C — CH_2 — Cl$	64,5	12,3
1-cloropropano	$H_3C — CH_2 — CH_2 — Cl$	78,5	46,2
1-clorobutano	$H_3C — CH_2 — CH_2 — CH_2 — Cl$	92,6	78,4

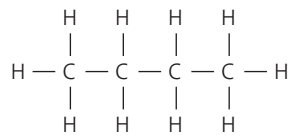
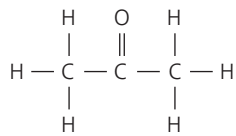
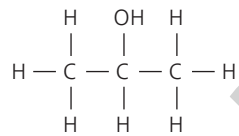
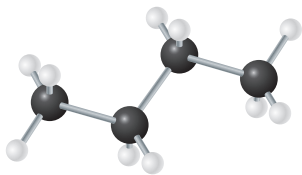
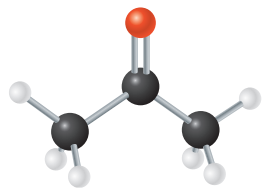
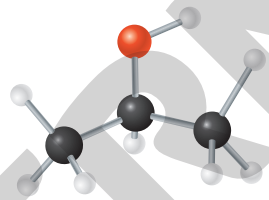
Fonte: LIDE, D. R. CRC *Handbook of Chemistry and Physics*. 96. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

É possível observar que, quanto maior o número de átomos de carbono na molécula, maior é a temperatura de ebulição da substância. Isso acontece porque a superfície de interação entre as moléculas de cadeia mais longa é maior que nas moléculas menores, o que implica maior número de interações intermoleculares do tipo dipolo instantâneo-dipolo induzido, também chamadas **forças dispersivas de London**, combinadas com as forças de Keesom verificadas em função do grupo funcional. As forças dispersivas de London ocorrem em todas as moléculas e serão mais ou menos pronunciadas em função do tamanho e do tipo de cadeia carbônica. Embora menos intensas que os outros tipos de interações intermoleculares, em moléculas suficientemente grandes elas podem sobrepor seu efeito ao de outras interações intermoleculares.

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

O estudo do tipo de interação intermolecular presente também ajuda a explicar as diferenças nos valores das temperaturas de transição de fase de compostos orgânicos de classes funcionais diferentes quando comparadas às moléculas de massa molecular semelhante. Observe os exemplos mostrados na **Tabela 5.4**.

Tabela 5.4 Relação entre a estrutura e as propriedades físico-químicas de alguns compostos orgânicos

Nome da substância	Butano	Acetona (propanona)	Propan-2-ol
Grupo funcional	Hidrocarboneto	Cetona	Álcool
M_r (u)	58	58	60
Fórmula estrutural plana			
Modelo de esferas e bastões (Representação tridimensional)			
Polaridade da molécula	Apolar	Polar	Polar
Tipo de interação intermolecular predominante	Forças dispersivas de London	Forças de Keesom	Ligação de hidrogênio
TF (°C) a 1 atm	–138,3	–94,9	–87,9
TE (°C) a 1 atm	–0,5	56,1	82,2

Fonte consultada: LIDE, D. R. CRC *Handbook of Chemistry and Physics*. 96. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

(Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Note que as moléculas representadas na tabela apresentam massas moleculares próximas; por consequência, as diferenças observadas podem ser atribuídas, predominantemente, às diferenças nos tipos de interação intermolecular.

Entre as moléculas orgânicas que apresentam pelo menos um átomo de hidrogênio ligado a átomos de nitrogênio ou oxigênio, como ocorre em algumas aminas e amidas, nos álcoois e nos ácidos carboxílicos, a interação dipolo permanente-dipolo permanente que se verifica entre elas é de um tipo particular, classificada como **ligação de hidrogênio**. Sendo mais intensa que as forças de Keesom, sua presença ajuda a explicar as maiores temperaturas de transição de fase do propan-2-ol entre as substâncias analisadas.

Solubilidade dos compostos orgânicos

Além das interações intermoleculares entre as moléculas que formam a substância, também há interações intermoleculares estabelecidas quando misturas são formadas. Portanto, compreender como moléculas de substâncias diferentes interagem entre si é de grande importância para prever se uma substância será solúvel em outra.

Historicamente, substâncias que apresentam afinidade pela água, ou seja, dissolvem-se nela em extensão considerável, são chamadas **substâncias hidrofílicas**, e aquelas muito pouco solúveis em água são chamadas **substâncias hidrofóbicas**. Tendo em vista que existem inúmeros compostos

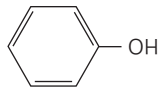
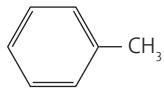
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

orgânicos que são empregados como solventes, podemos verificar que as substâncias hidrofóbicas tendem a solubilizar bem substâncias apolares, ao passo que as substâncias hidrofílicas tendem a solubilizar bem substâncias polares (**Tab. 5.5**).

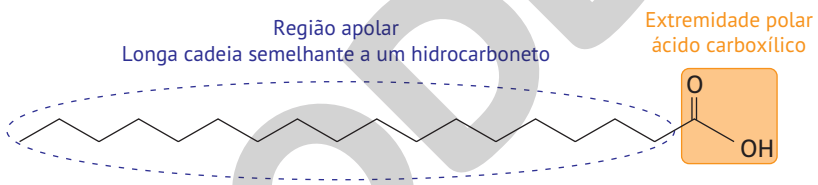
Tabela 5.5 Comparação entre as propriedades físico-químicas do fenol e do tolueno

Nome	Fórmula estrutural	Massa molecular (u)	Solubilidade a 25 °C (g em 100 g de água)	TE (°C) a 1 atm
Fenol		94	9,17	182,0
Tolueno		92	0,05	110,6

Fonte consultada: LIDE, D. R. CRC *Handbook of Chemistry and Physics*. 96. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

A presença de grupos hidroxila (— OH) nas moléculas dos fenóis indica que esses compostos são semelhantes aos álcoois em alguns aspectos. Portanto, as moléculas dos fenóis são capazes de interagir por meio de ligações de hidrogênio com as moléculas de água, fazendo com que esses compostos sejam mais solúveis que os hidrocarbonetos de massa molecular e cadeia carbônica semelhante.

Existem ainda compostos que apresentam em suas moléculas regiões predominantemente apolares e regiões predominantemente polares, denominados **substâncias anfipáticas**. O ácido octadecanoico ($C_{17}H_{35}COOH$), ou ácido esteárico, um ácido carboxílico de ocorrência natural encontrado nos óleos vegetais, é um exemplo de substância com essas características.



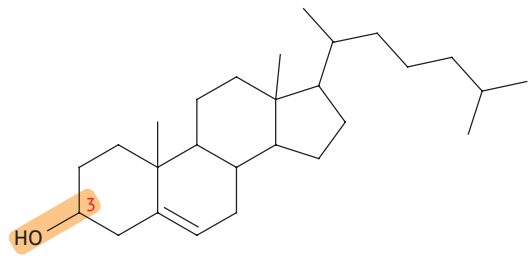
Note que as moléculas desse composto apresentam uma longa cadeia formada apenas por átomos de carbono e de hidrogênio, e um grupo funcional carboxila em uma das extremidades. Esse tipo de substância, também conhecida como **tensoativo** por alterar a tensão superficial dos líquidos, promove a dissolução de substâncias apolares em solventes polares e vice-versa.

:: Substâncias proibidas antes e/ou durante as competições

Esteroides

Os **esteroides** são uma classe de compostos orgânicos que apresentam uma estrutura química constituída por 17 átomos de carbono ligados em quatro anéis fundidos, três deles com 6 átomos de carbono e um com 5. Os esteroides que apresentam um grupo hidroxila (—OH) ligado ao átomo de carbono na posição 3 são denominados **esteróis**; nesse caso, o uso do sufixo **ol**, característico da classe funcional álcool, é um exemplo de aplicação da nomenclatura semissistemática.

O colesterol é um exemplo desse grupo de compostos. Aproximadamente 75% do colesterol de que precisamos é produzido naturalmente pelo fígado (origem endógena), e os outros 25% são provenientes dos alimentos que ingerimos (origem exógena). Esse composto não é necessariamente prejudicial ao organismo. Pelo contrário, o colesterol é uma substância essencial para o funcionamento de diversas atividades do organismo, como a formação das membranas das células eucarióticas, a síntese de hormônios, a digestão de alimentos gordurosos etc.

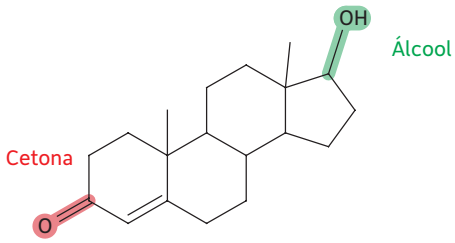


Colesterol

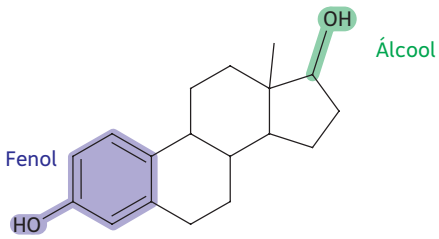
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

Esteroides anabolizantes androgênicos (EAA)

A presença de colesterol no organismo é essencial para a produção de alguns hormônios, entre eles os hormônios sexuais masculinos e femininos, que são produzidos naturalmente e principalmente pelas gônadas. Portanto, os hormônios sexuais, como a testosterona e o estradiol, são **esteroides endógenos naturais** e são os responsáveis pelo amadurecimento e manutenção das características sexuais secundárias observados a partir da adolescência até a fase adulta.



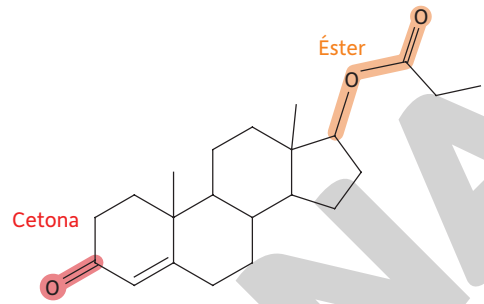
Testosterona



Estradiol

Os hormônios sexuais femininos, responsáveis pelo desenvolvimento das características sexuais femininas secundárias e pela manutenção do ciclo menstrual nas mulheres, também são chamados de **esteroides estrogênicos** ou simplesmente **estrogênios** (do latim: *œstrus* = inspiração e do grego: *genos* = origem). Já os hormônios sexuais masculinos, **esteroides androgênicos** ou simplesmente **androgênios** (do grego: *andros* = homem e *genos* = origem), induzem características sexuais masculinas secundárias e, nos homens, participam na produção dos espermatozoides. Entretanto, homens e mulheres produzem estrogênios e androgênios em quantidades diferentes. No organismo masculino, cerca de 95% da testosterona é produzida pelos testículos e apenas 5% pelas glândulas adrenais, que também produzem esse hormônio no organismo feminino. Ao lado da ação androgênica, a testosterona também apresenta efeito **anabolizante**, ou seja, promove o crescimento e amadurecimento de tecidos não reprodutores, como os músculos e ossos, além de participar na formação de determinadas células e plaquetas sanguíneas.

Durante a segunda metade do século passado, os avanços nas áreas da Química Orgânica e da Biotecnologia foram responsáveis pela implementação de novas técnicas terapêuticas envolvendo EAA exógenos, que apresentam ação semelhante à do hormônio testosterona no organismo. Essas substâncias são obtidas por meio de reações químicas que alteram a estrutura da testosterona e são adotadas em tratamentos médicos desde o período da Segunda Guerra Mundial para a recuperação de pessoas desnutridas; atualmente são indicadas no tratamento nos casos de hipogonadismo masculino – mau funcionamento dos testículos – e de deficiência no metabolismo de proteínas. O propionato de testosterona é um exemplo de EAA exógeno.



Propionato de testosterona

Note que, em relação à testosterona, na molécula do propionato de testosterona há a presença de um grupo éster. Essa alteração na molécula, classificada como esterificação, confere a esse EAA maior caráter hidrofóbico, retardando a sua liberação na circulação sanguínea e, consequentemente, prolongando a sua ação no organismo.

Com o tempo, atletas de todo o mundo passaram a tirar proveito dos efeitos anabólicos dos EAA, naturais ou sintéticos, como estratégia para melhorar artificialmente o desempenho em competições desportivas, prática que configura dopagem. O primeiro registro dessa prática é de 1954, quando atletas russos obtiveram excelentes resultados em um campeonato de halterofilismo realizado em Viena, Áustria. Nesse cenário, a primeira resolução do COI contra a dopagem surgiu em 1962 e o controle dessas práticas foi instituído em 1967.

O uso inapropriado ou indiscriminado de EAA traz diversos problemas físicos, que podem ser classificados como virilizantes (desencadeando efeitos relacionados às características sexuais masculinas secundárias), feminilizantes ou, ainda, tóxicos. Entre esses efeitos virilizantes, podem ser citados o aumento da quantidade de pelos e a acne. Os principais efeitos feminilizantes são o crescimento ou surgimento de mamas (ginecomastia) e a atrofia testicular, nos homens. Já entre os efeitos tóxicos estão as flutuações no humor, agressividade, psicose, depressão e ansiedade, além de tumores hepáticos e hepatite tóxica.

Estimulantes

No mesmo ano em que o COI instituiu o controle sobre as práticas de dopagem, o ciclismo mundial perdeu um de seus maiores atletas, o ciclista inglês Tom Simpson (1937-1967),

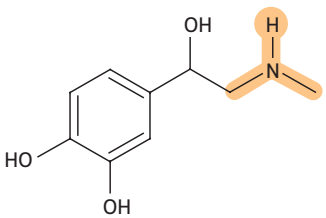
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

EXPOENTE

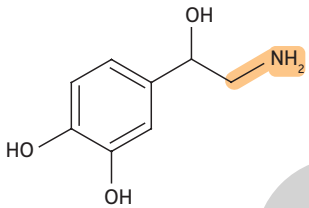
que morreu durante a competição Volta da França em decorrência do uso combinado de anfetaminas e álcool. As anfetaminas fazem parte de um grupo de substâncias que agem no sistema nervoso central (SNC) promovendo o aumento do estado de alerta e da motivação, podendo também ter efeitos antidepressivos. Além das anfetaminas, outras substâncias são estimulantes, por exemplo os alcaloides: cafeína, cocaína, nicotina e efedrina.

Essas substâncias também causam outros efeitos no organismo, como alterações no humor e aumento da concentração; por isso, algumas delas são empregadas pela medicina no tratamento do transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH). Além disso, algumas dessas substâncias promovem a dilatação dos brônquios ou a constrição dos vasos sanguíneos, podendo ser empregadas no controle dos sintomas em casos de gripes e resfriados.

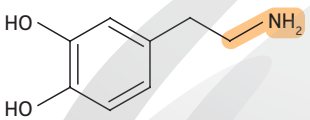
Nosso organismo é capaz de produzir inúmeras substâncias estimulantes. Entre elas estão a adrenalina, a noradrenalina, a dopamina, a serotonina, a acetilcolina e a anandamida, moléculas que funcionam também como neurotransmissores, responsáveis pela comunicação entre as células do SNC e entre as células do SNC e outras células no organismo. Alguns desses compostos estão representados a seguir.



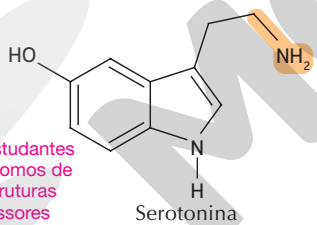
Adrenalina



Noradrenalina



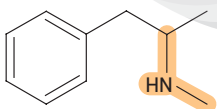
Dopamina



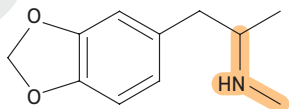
Serotonina

Analise com os estudantes a presença dos átomos de nitrogênio nas estruturas dos neurotransmissores representados.

Entretanto, existem ainda outros estimulantes sintéticos, como a metanfetamina e o *ecstasy* ou MDMA, sigla para a nomenclatura semissistemática: metilenodioximetanfetamina. As estruturas desses compostos estão representadas a seguir.



Metanfetamina



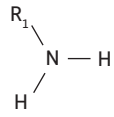
Ecstasy (MDMA)

Note que todas as substâncias apresentam átomos de nitrogênio em suas estruturas e a forma como o átomo de nitrogênio está conectado aos demais átomos é característica da classe funcional das **aminas**.

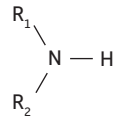
Aminas

As amidas serão estudadas na Unidade **Vida saudável**.

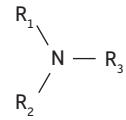
As aminas são compostos orgânicos derivados da amônia (NH_3), em que um, dois ou três átomos de hidrogênio são substituídos por cadeias carbônicas alifáticas ou aromáticas, o que as caracteriza como aminas primárias, secundárias ou terciárias, respectivamente. Elas estão representadas de forma genérica, a seguir.



Amina primária



Amina secundária

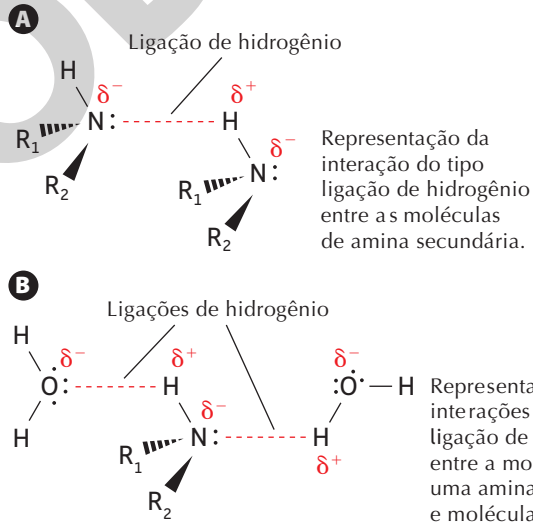


Amina terciária

Essas substituições influenciam as propriedades físico-químicas das substâncias e são, em parte, responsáveis pelas diferentes ações dos estimulantes no organismo.

Solubilidade

As aminas são grupos funcionais que tornam a molécula ou parte da molécula polar. Isso ocorre por causa da maior eletronegatividade do átomo de nitrogênio em relação aos átomos de hidrogênio e de carbono e, também, em razão da presença de um par de elétrons não compartilhados no nitrogênio. Essa característica permite que as moléculas das aminas primárias e secundárias interajam entre si por meio de ligações de hidrogênio (**Fig. 5.8**), tornando-as solúveis em água e solventes polares. As moléculas de aminas terciárias são também polares, mas não interagem por meio de ligações de hidrogênio, e sim por forças de Keesom.



Representação da interação do tipo ligação de hidrogênio entre as moléculas de amina secundária.

Representação de interações do tipo ligação de hidrogênio entre a molécula de uma amina secundária e moléculas de água.

Figura 5.8 Representação esquemática da interação do tipo ligação de hidrogênio entre **(A)** as moléculas de amina secundária e **(B)** entre uma amina secundária e moléculas de água.

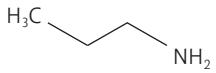
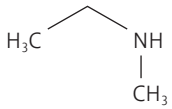
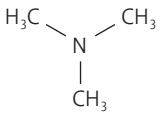
Temperaturas de fusão e de ebulição

A estrutura das moléculas das aminas e o tipo de interação existente entre elas, como a possibilidade de formar ligações de hidrogênio, também influenciam as temperaturas de fusão e de ebulição dessas substâncias.

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

A **Tabela 5.6** apresenta um comparativo entre três aminas de mesma massa molar (M_r = 59 u).

Tabela 5.6 Temperaturas de fusão e de ebulição de aminas primárias, secundárias e terciárias de mesma massa molar a 1 atm

Nome	Fórmula estrutural	TF (°C)	TE (°C)
Propanamina		−83	48
N-metiletanamina		−98	37
Trimetilamina		−117	3

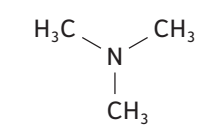
Fonte: LIDE, D. R. CRC *Handbook of Chemistry and Physics*. 96. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

Observe que, à medida que os átomos de hidrogênio ligados ao nitrogênio são substituídos, diminui a possibilidade de formação de ligações de hidrogênio e, consequentemente, as temperaturas de fusão e de ebulição decrescem.

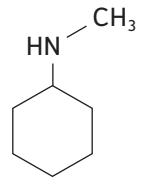
Nomenclatura

Na nomenclatura sistemática das aminas, o **prefixo** estará relacionado à cadeia principal, ou seja, à porção da molécula que contém o maior número de átomos de carbono em sequência; o **infixo** será indicado de acordo com o tipo de ligação verificada entre os átomos de carbono na cadeia principal; e, por fim, adiciona-se ao nome do composto o **sufixo** "amina" para identificar o grupo funcional. O símbolo "*N*" é usado para localizar os grupos substituintes ligados diretamente ao átomo de nitrogênio e, caso seja necessário indicar a localização dos grupos substituintes ligados aos átomos de carbono, a numeração deve iniciar na extremidade da cadeia principal mais próxima do grupo funcional.

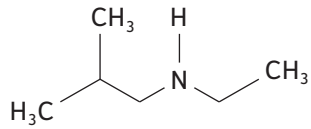
No entanto, outras formas de nomenclatura para as aminas são aceitas pela IUPAC. Uma delas, bastante utilizada para identificar aminas secundárias e terciárias mais simples, assume que todos os grupos ligados ao átomo de nitrogênio sejam nomeados como substituintes (prefixo + terminação **il**) e indicados em ordem alfabética seguidos pela terminação "amina". Havendo grupos iguais, devem-se usar os prefixos "di", "tri" etc., entretanto esses prefixos não são considerados para efeitos de ordenação alfabética. A seguir são apresentados alguns exemplos da aplicação das regras de nomenclatura das aminas.



Trimetilamina
ou
N,*N*-dimetilmetanamina



Ciclo-hexilmetilamina
ou
N-metilciclo-hexanamina



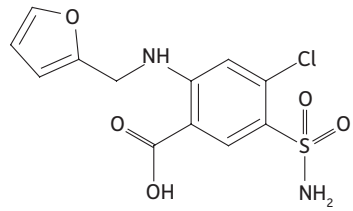
Etilisobutilamina
ou
N-etil-2-metilpropan-1-amina

Como estudado anteriormente, algumas dessas moléculas apresentam capacidade de agir no organismo como estimulantes e, por isso, são utilizadas como uma estratégia artificial de melhoria de desempenho e de controle de massa corporal ou como forma de garantir sessões mais longas de treinamento. Vale ressaltar que o Código Mundial Antidopagem, em vigor desde 2015, prevê o controle do uso dessas substâncias unicamente enquanto os atletas estão competindo, ou seja, seu uso é permitido durante as temporadas de preparação, fora dos calendários das competições.

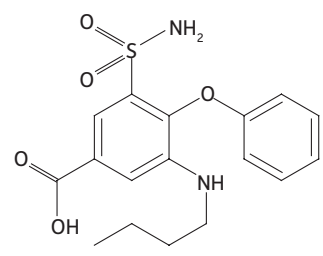
O uso dessas substâncias de maneira abusiva pode resultar em quadros de perturbação que incluem agitação, insônia, ansiedade e comportamento agressivo. Além disso, o uso prolongado pode desencadear um processo de dependência e trazer riscos mais sérios à saúde, como reações psicóticas, esquizofrenia, hipertensão, falência dos rins e problemas cardíacos.

Diuréticos

Todas as substâncias que atuam no organismo de forma a promover o aumento da produção de urina são classificadas como diuréticos. Essas substâncias são essenciais nos tratamentos médicos em que é necessário controlar a composição dos fluidos corporais. Por exemplo, hipertensão, insuficiência cardíaca, hepatites e problemas nos rins. A furosemida e a bumetanida são dois exemplos de diuréticos usados como fármacos.



Furosemida



Bumetanida

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

MODERNA

Esses medicamentos auxiliam a perder massa corporal, por meio da eliminação de água. Por isso, seu uso é bastante comum entre os atletas de modalidades esportivas em que as categorias são separadas por faixas de peso. Outra situação em que essas substâncias são usadas envolve a coleta de amostras de urina para os testes antidopagem, uma vez que um maior volume de urina diminui a concentração nas amostras, dificultando a identificação de outras substâncias, como os EAA e os estimulantes.

O controle da composição dos fluidos corporais é de grande importância para as funções fisiológicas, uma vez que muitos elementos químicos essenciais para o organismo desempenhar suas funções regulares são absorvidos e participam dos processos fisiológicos apenas em sua forma iônica e, em geral, estão solvatados no plasma sanguíneo.

O uso de diuréticos por pessoas saudáveis, como atletas que precisam perder peso rapidamente, pode levar a quadros severos de desidratação, com a diminuição do volume sanguíneo, e à perda acentuada de eletrólitos e nutrientes, em especial de íons potássio, o que pode aumentar a ocorrência de câimbras e provocar a perda do apetite.

Substâncias dissolvidas no sangue

Cerca de 55% do volume do sangue é constituído de plasma sanguíneo, um líquido composto de água, eletrólitos e diversas proteínas.

Esses eletrólitos têm diversas funções e precisam ser repostos por meio da alimentação. Entre os atletas é muito comum que essa reposição seja feita por meio de suplementos alimentares classificados de repositores hidroeletrolíticos ou, simplesmente, bebidas isotônicas (do grego: *isos* = igual e *tonos* = tensão, cuja interpretação neste contexto pode ser concentração).

Nessas bebidas, a concentração dos eletrólitos é semelhante à do plasma sanguíneo, o que favorece a absorção de água e dos eletrólitos para o interior das células. A água de coco-verde é um líquido isotônico natural, entretanto o consumo da água de coco maduro, que apresenta uma solução hipotônica, pode diminuir a concentração desses eletrólitos no sangue. Nessa situação, as células passam a ser hipertônicas em relação ao meio externo (ou o meio externo se torna hipotônico em relação às células), aumentando o fluxo de água para o interior das células (**Fig. 5.9**).

DAVID M. PHILLIPS/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

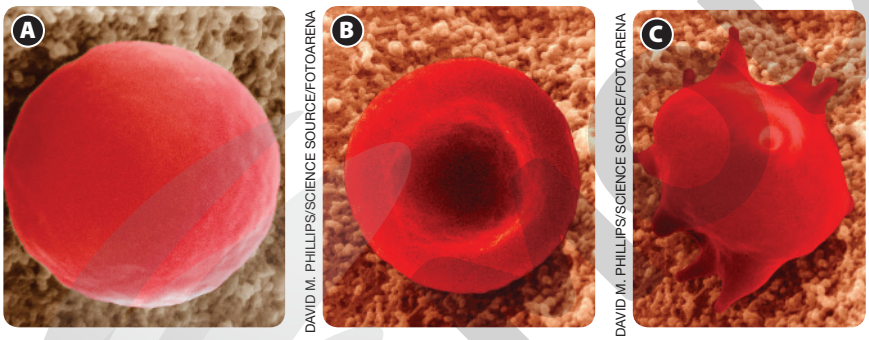


Figura 5.9 **(A)** Em um meio hipotônico, há entrada de solvente nas hemácias, levando ao aumento do volume e podendo causar o rompimento das paredes da célula (lise celular). **(B)** Em um meio isotônico, o volume da célula se mantém normal, pois não há diferença de concentração de solutos dentro dela e no meio extracelular. **(C)** Em um meio hipertônico, há saída de solvente da hemácia para o meio extracelular. Isso causa a diminuição do volume da célula e ela se torna plasmolisada. (Imagens obtidas com microscópio eletrônico e ampliadas cerca de 4.430 vezes. As hemácias humanas apresentam diâmetro médio de 7 μm.)

SSPL/GETTY IMAGES

Sais de reidratação oral

Durante a década de 1980, a Unicef (Fundo das Nações Unidas para a Infância) lançou um programa voltado para a sobrevivência e o desenvolvimento infantil. A ação concentrava esforços em quatro métodos eficazes de preservação da vida das crianças: acompanhamento do desenvolvimento infantil, aleitamento materno, imunização e uso dos sais de reidratação oral (em inglês, *oral rehydratation salts*, ORS). Os ORS são considerados a melhor forma de combater a desidratação causada pela diarreia (**Fig. 5.10**).

No fim da década de 1970, a diarreia aguda era responsável pela morte de cerca de 5 milhões de crianças por ano. No entanto, a ingestão de água – medida óbvia de combate à desidratação – não resolvia o problema, porque a água percorria o trato digestivo das

Figura 5.10 Sachê de reidratação oral distribuído pela Unicef. Cada sachê contém sais de sódio e de potássio, além de glicose. O conteúdo deve ser dissolvido em água para ser digerido. No entanto, a falta de água potável para a mistura é, muitas vezes, um problema.

Fonte: UNICEF. ORS: the medical advance of the century. *The State of the World's Children*, Nova York, 1996. Disponível em: <https://www.unicef.org/sowc96/joral.htm>. Acesso em: 27 jul. 2020.

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

crianças enfermas, sendo pouco absorvida pelos tecidos do corpo. Uma das alternativas nesse caso seria a reidratação intravenosa, mas, além de invasivo e traumático para os pequenos pacientes, o procedimento só poderia ser realizado por médicos ou profissionais capacitados, nem sempre disponíveis entre as populações mais afetadas.

Em 1968, entretanto, pesquisadores de Bangladesh e da Índia já haviam observado que a simples adição de açúcar e sal à água, nas proporções corretas, permitia que ela fosse absorvida pelas paredes do intestino. Assim, o indivíduo com diarreia poderia se reidratar e repor os sais minerais perdidos, por meio da ingestão dessa solução.

Uma das primeiras aplicações em larga escala dos ORS aconteceu em 1971, durante a guerra de independência de Bangladesh, quando surtos de cólera assolaram os campos de refugiados. Das 3.700 vítimas tratadas, mais de 96% sobreviveram.

Transportadores de gás oxigênio

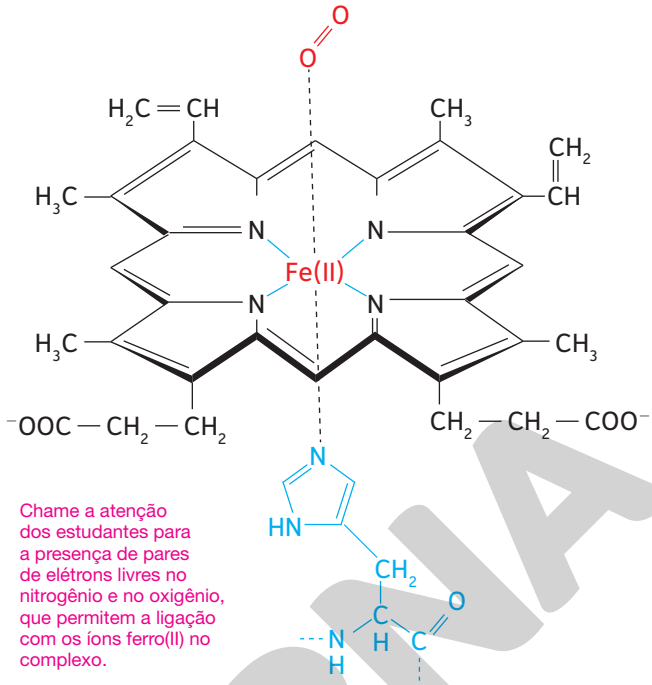
De acordo com a entidade esportiva Wada, procedimentos de manipulação do sangue constituem dopagem. Entre eles, a transfusão de sangue ou de seus componentes dias antes da competição, seja originário de doadores ou material próprio anteriormente armazenado, e o uso de substâncias que aumentam a captação, o transporte ou a liberação de gás oxigênio no organismo.

Não há dados precisos sobre a incidência da dopagem sanguínea, pois ela é difícil de monitorar. No entanto, no fim da década de 1980, por exemplo, houve relato de casos de dopagem envolvendo o uso de eritropoietina (EPO), um hormônio glicoproteico que regula a produção das hemácias, com o objetivo de aumentar artificialmente a concentração dessas células. A prática de manipulação sanguínea está associada aos esportes de longa duração em que a demanda do organismo por gás oxigênio é mais elevada.

Transportadores naturais

Hemoglobina e mioglobina, proteínas presentes nas hemácias e nas células musculares, respectivamente, se ligam ao gás oxigênio graças à presença de um grupo não proteico, chamado **heme**, de fórmula molecular $C_{34}H_{32}FeN_4O_4$ (**Fig. 5.11**).

O íon Fe^{2+}, assim como outros íons de metais de transição, forma o que se chama complexo ou **composto de coordenação**. Os complexos apresentam propriedades distintas das encontradas em seus constituintes isolados. Por exemplo, nem o grupo heme nem a proteína se ligam eficientemente ao gás oxigênio quando estão separados. Em geral, os complexos consistem em um íon metálico central ligado a um conjunto de 4 ou



Chame a atenção dos estudantes para a presença de pares de elétrons livres no nitrogênio e no oxigênio, que permitem a ligação com os íons ferro(II) no complexo.

Figura 5.11 Fórmula estrutural do grupo heme destacando a interação com o aminoácido histidina (em azul) presente em uma das subunidades proteicas da hemoglobina; e do íon Fe^{2+} com o gás oxigênio.

6 átomos, íons ou moléculas que o estabilizam por ligação covalente, em que o par de elétrons vem do ligante, ou por ligação iônica.

O gás oxigênio tem maior afinidade pelo Fe^{2+} que a água. Assim, em altas pressões parciais de O_2, a água é deslocada como o sexto ligante do íon e o gás oxigênio fica associado a ele até ser necessário ou ser deslocado por um ligante de maior afinidade, como o monóxido de carbono (CO). Dessa forma, a hemoglobina consegue transportar, e a mioglobina armazenar, o gás oxigênio.

Transportadores artificiais

Você pode estar se questionando por que não sintetizar hemoglobina em laboratório e usá-la como opção às transfusões de sangue. Ensaios clínicos mostraram que suspensões de hemoglobina humana livre de células apresentam elevada toxicidade renal. Duas estratégias vêm sendo estudadas para driblar essa toxicidade:

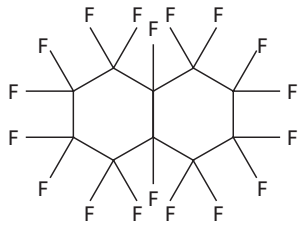
- a modificação química da hemoglobina pela formação de ligações covalentes entre suas quatro subunidades, que nas células ocorre por interações intermoleculares apenas;
- o uso de hemoglobina encapsulada, que funcionaria como um glóbulo vermelho artificial.

Além dos transportadores de gás oxigênio com base na hemoglobina, têm sido feitas aplicações intravenosas de perfluorocarbonetos (PFC). Trata-se de compostos orgânicos em que os átomos de hidrogênio foram substituídos por átomos de flúor e, assim, passam a ser classificados como **haletos orgânicos**. Um exemplo é representado a seguir.

Se julgar conveniente, comente que o envenenamento por CO tem relação com a maior afinidade entre esse gás e o Fe^{2+} em comparação com o O_2, ou seja, o complexo formado com o CO é mais estável que aquele formado com o O_2. Um dos tratamentos empregados nessa situação é colocar o paciente em uma câmara hiperbárica.

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

MODERNA



Perfluorodecalina

Os PFC são líquidos a 25 °C, atóxicos e apresentam a propriedade de solubilizar o gás oxigênio e o gás carbônico, permitindo a troca gasosa no organismo. A solubilidade do O_2 nesses solventes chega a ser 100 vezes maior do que no plasma sanguíneo.

Os PFC são usados no tratamento das insuficiências respiratórias agudas, em que os pulmões são preenchidos por emulsões desses líquidos saturados de gás oxigênio. As emulsões são formadas pela dispersão de dois ou mais líquidos que não são mutuamente miscíveis, no caso a água e os PFC, por meio da formação de micelas na presença de uma substância anfipática. A fase dispersa encontra-se distribuída na forma de pequenas gotículas no outro líquido, que constitui a fase dispersante ou contínua (**Fig. 5.12**).

REPRODUÇÃO

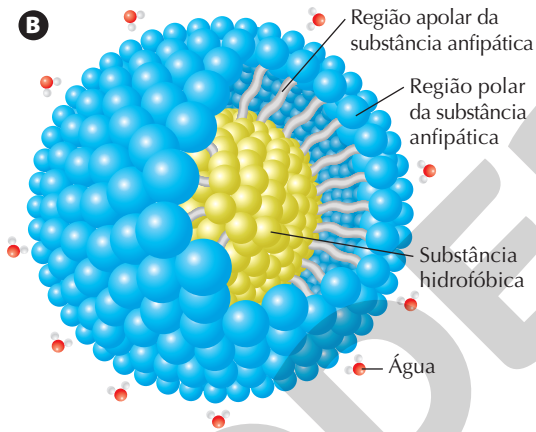


Figura 5.12 (**A**) Entre as adaptações fisiológicas do personagem de ficção científica Hulk, estaria uma glândula especializada em produzir emulsões de PFC, que lhe permitiriam permanecer longos períodos debaixo d'água. (**B**) Modelo submicroscópico da formação de micelas em emulsões na qual a fase dispersante é a água e a fase dispersa é uma substância de caráter hidrofóbico como os PFC. A título de clareza, apenas algumas moléculas de água foram representadas. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

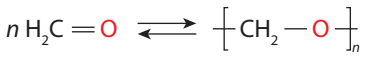
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

:: Polímeros nos esportes

Os polímeros são materiais muito presentes em nosso cotidiano, a maioria na forma de filmes e recipientes (utilizados em embalagens), de fibras empregadas em tecidos sintéticos e de adesivos (em tintas), e de próteses ortopédicas. As moléculas de polímeros (do grego: *poli* = muitos e *meros* = partes) são caracterizadas pela repetição de unidades moleculares ao longo de sua estrutura e podem apresentar centenas de milhares de átomos e, consequentemente, massa molar entre milhares e milhões de gramas por mol. Por causa do tamanho, elas também são chamadas de **macromoléculas**. As unidades moleculares que se repetem ao longo da estrutura de um polímero são derivadas dos reagentes que o formaram, os **monômeros**. Os polímeros podem ser formados por um ou mais tipos de monômero, sendo classificados como **homopolímeros** e **copolímeros**, respectivamente. No caso dos copolímeros, os dois monômeros não necessariamente estão presentes nas mesmas quantidades.

As reações químicas que promovem a formação dos polímeros são chamadas de reações de polimerização e podem ocorrer por diferentes mecanismos, como **adição** e **condensação**, por exemplo.

Monômeros que apresentam ligação dupla participam mais facilmente das polimerizações por adição. Nesse processo, as insaturações são rompidas e novas ligações covalentes são formadas entre as várias moléculas de monômero. O processo pode ser representado de forma simplificada como mostrado a seguir. De modo geral, *n* é um número maior do que 1.000.

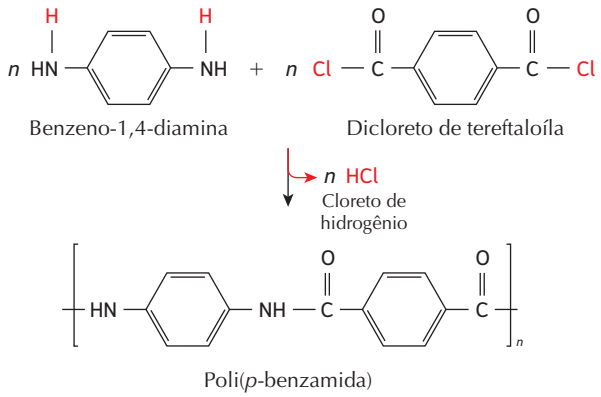


Formaldeído — Poliformaldeído

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

De acordo com a IUPAC, os polímeros apresentam nomes usuais, nomes derivados dos monômeros e nomes baseados em sua estrutura. Ao longo da obra utilizaremos o que for mais conveniente.

Já os monômeros que apresentam grupos funcionais como hidroxila (—OH), carboxila (—COOH) e amino (—NH_2) participam mais facilmente de polimerizações por condensação. Nesse caso, além da quebra e formação de ligações, ocorre também a eliminação de pequenas moléculas, como as de água. O processo mostrado a seguir ilustra a condensação do cloreto de um ácido dicarboxílico e de uma diamina aromática para a produção de uma **aramida**. Trata-se de uma fibra sintetizada em 1965 pela química industrial estadunidense Stephanie L. Kwolek (1923-2014) e empregada em capacetes, raquetes e coletes à prova de balas (**Fig. 5.13**).



MICHAEL BRANSCOM

Figura 5.13 Stephanie Kwolek, por volta de 1995, segurando o modelo molecular da fibra de aramida que ela desenvolveu para a mesma indústria química que criou a fibra de náilon 30 anos antes.

Os polímeros também podem ser classificados de outras formas: como naturais ou sintéticos, de acordo com a origem; como lineares, ramificados ou reticulados, segundo a estrutura das cadeias; e como **plásticos** ou **elastômeros**, de acordo com o comportamento mecânico.

Os plásticos são formados por polímeros sólidos a 25 °C, mas que, em determinada etapa de seu processamento, tornam-se fluidos, permitindo a moldagem do material. Os materiais plásticos apresentam elevada resistência à tração; eles podem ser muito esticados antes de se romperem. Com esses materiais é possível fazer fibras, filmes, chapas e tubos (por um processo de moldagem conhecido como extrusão), além de recipientes (por moldagem por injeção).

Os elastômeros, também conhecidos como borrachas, são materiais bastantes flexíveis a 25 °C e apresentam elevada elasticidade, mas não podem ser moldados repetidas vezes. Esses materiais são **amorfos**, ou seja, suas cadeias estão dispostas de forma desorganizada e enovelada (**Fig. 5.14 A**). A deformação elástica observada é resultado do alinhamento parcial reversível das cadeias, que exibem pontos de ligação entre si (**Fig. 5.14 B**). O tempo despendido para o retorno à conformação original varia amplamente entre os elastômeros.

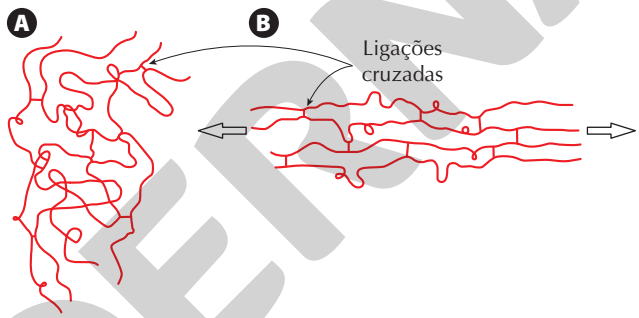


Figura 5.14 Ligações cruzadas entre as cadeias poliméricas dos elastômeros. A ligação entre as cadeias pode ser composta por unidades curtas ou longas oriundas dos monômeros ou não. (**A**) Elastômero em repouso. (**B**) Elastômero sob tração. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Essa variedade de propriedades permite que os polímeros sejam utilizados na confecção de diversos materiais, como roupas, calçados e equipamentos utilizados pelos atletas. Por exemplo, os poliésteres são empregados na confecção de roupas e calçados de secagem rápida ou impermeáveis, e os capacetes podem ser moldados em ABS (copolímero acrilonitrila-butadieno-estireno) e revestidos internamente com espumas dos homopolímeros poliestireno ou polipropileno.

A seguir, estudaremos mais detalhadamente outros exemplos de materiais poliméricos e suas aplicações nas práticas esportivas, entre outras.

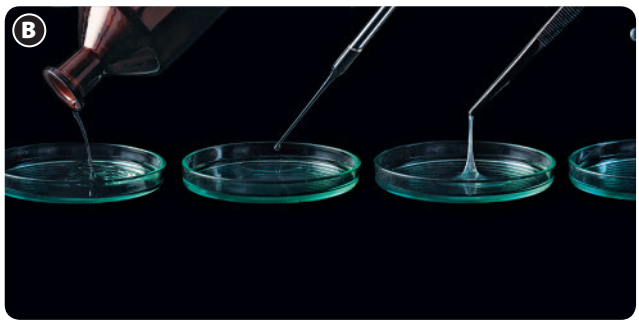
Náilon

O náilon é um polímero de grande importância histórica, pois foi a primeira fibra sintética a ser produzida em 1935. A intenção de seu inventor, o químico industrial estadunidense Wallace Hume Carothers (1896-1937), era obter um substituto para a **seda**, uma proteína obtida do casulo do bicho-da-seda (*Bombyx mori*). Contudo, ele conseguiu muito mais do que isso: um polímero mais leve, mais barato e mais resistente (**Fig. 5.15**).

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

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

PASCAL GOETGGHELUCK/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

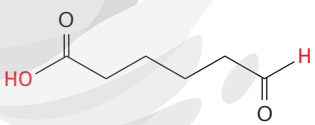


SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

Figura 5.15 (**A**) Extração da seda (França, 1999). Os casulos do bicho-da-seda são colocados em água para a retirada dos fios, que são trançados para a confecção da fibra têxtil.
(**B**) Polimerização do náilon.

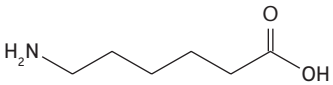
O náilon foi utilizado a princípio para produzir meias femininas, que rapidamente se popularizaram. Contudo, com o advento da Segunda Guerra Mundial, a produção de náilon foi requerida quase exclusivamente para fins militares, como a fabricação de paraquedas e tendas. O **náilon-6,6** é produto da reação de polimerização por condensação entre a hexano-1,6-diamina e o ácido hexanodioico.

Hexano-1,6-diamina
(hexametilenodiamina)



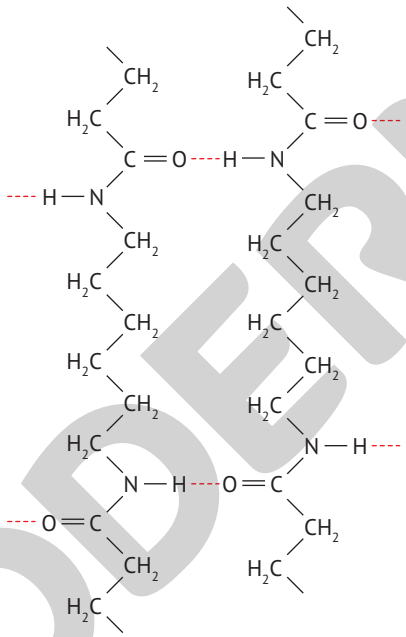
Ácido hexanodioico
(ácido adípico)

O polímero resultante é chamado náilon-6,6 porque ambos os monômeros apresentam 6 átomos de carbono em suas cadeias. Diaminas e ácidos dicarboxílicos diferentes, além de **compostos bifuncionais** como o ácido 6-amino-hexanoico, podem ser empregados para produzir outros tipos de náilon, com propriedades distintas.



Ácido 6-amino-hexanoico

Os diferentes tipos de náilon são empregados na confecção de roupas e calçados desportivos, bolsas e mochilas, cordas, velas das embarcações, e nas redes utilizadas nos esportes de campo e quadra. As interações intermoleculares que se estabelecem entre as cadeias poliméricas, sendo do tipo ligações de hidrogênio (**Fig. 5.16**), têm influência na grande resistência à tração que o náilon apresenta, o que torna muito amplas as aplicações desse material.

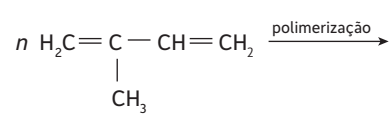


Peça aos estudantes que comparem a aramida e o náilon. Eles devem perceber que ambos são poliamidas e que as cadeias da aramida também interagem por ligações de hidrogênio.

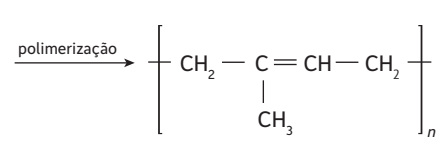
Figura 5.16 As linhas tracejadas representam as ligações de hidrogênio que unem as cadeias poliméricas do náilon.

Borracha natural

A borracha natural é um polímero resultante da polimerização por adição do 2-metilbuta-1,3-dieno, mais conhecido como **isopreno**. Ela é obtida por meio do látex extraído de espécies vegetais, como a seringueira (*Hevea brasiliensis*).



2-metilbuta-1,3-dieno
(isopreno)



Borracha natural
(poli-isopreno)

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

MODERNA

História da borracha natural

TALES AZZI/PULSAR IMAGENS

Extração do látex da seringueira, árvore que pode alcançar 30 m de altura. (Londrina, PR, 2012).

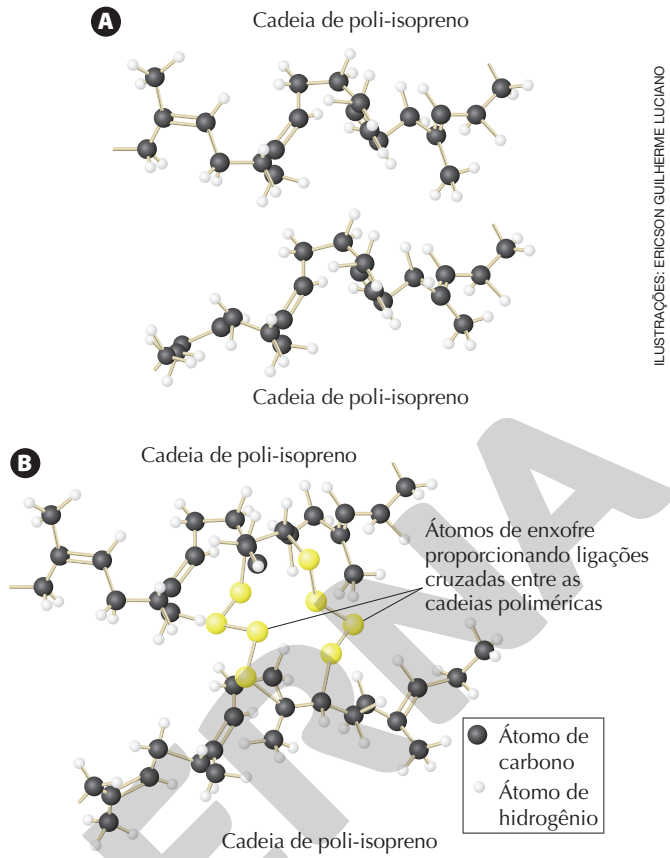
Algumas formas da borracha são conhecidas há muito tempo em toda a América Central e do Sul. Em geral, o primeiro uso da borracha é atribuído a tribos indígenas. Em sua segunda viagem ao continente americano, em 1493, Cristóvão Colombo viu nativos brincando com bolas que quicavam a alturas surpreendentes, bem melhores do que as bolas feitas de bexigas de animais que os europeus utilizavam em jogos. Essas bolas eram feitas com uma goma extraída de uma árvore local.

Colombo levou um pouco desse material para a Europa, assim como outros navegantes que aqui estiveram depois dele. Mas a borracha natural não tinha muitas utilidades, pois as amostras levadas se tornavam pegajosas e malcheirosas no verão europeu e, nos invernos rigorosos, duras e quebradiças. As bolas de borracha que Colombo encontrou nas Américas eram feitas com o látex do caucho (*Castilla ulei*), que produz uma borracha de qualidade inferior à da seringueira (*Hevea brasiliensis*).

Fonte consultada: FILHO, F. D. A. *Riqueza e miséria do ciclo da borracha na Amazônia brasileira*: um olhar geográfico por intermédio de Euclides da Cunha. *In*: GODOY, P. R. T. (org.). *História do pensamento geográfico e epistemologia em Geografia*. São Paulo: Editora Unesp, 2010. p. 187-207.

Com o intuito de solucionar as variações das propriedades da borracha natural influenciadas pela temperatura por volta de 1839, o inventor e empresário inglês Charles Goodyear (1800-1860) desenvolveu o processo conhecido hoje como **vulcanização**. Aquecendo-se a borracha natural na presença de enxofre (3% a 8% de sua massa) e um catalisador, originava-se um material que praticamente não tem a sua estrutura alterada por variações de temperatura. Isso acontece porque os átomos de enxofre formam ligações cruzadas entre as cadeias do polímero, tornando-o mais resistente à variação de temperatura e à ruptura ou a danos por tensão. O processo de vulcanização está ilustrado na **Figura 5.17**.

A borracha vulcanizada passou a ser largamente utilizada na indústria de produção de pneus, além de peças automobilísticas, adesivos, solados e artigos médico-hospitalares e esportivos.



ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

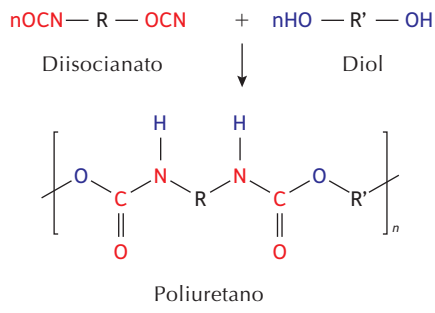
Figura 5.17 (**A**) Modelos de esferas e bastões de duas cadeias poliméricas do isopreno antes da vulcanização. (**B**) A formação de ligações cruzadas entre as cadeias e os átomos de enxofre no processo de vulcanização confere mais resistência mecânica ao material. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Borrachas sintéticas

Chame a atenção dos estudantes para o rearranjo da cadeia na formação do polímero.

Diversos polímeros sintéticos também são elastômeros, e costuma-se empregá-los como substitutos da borracha natural em diferentes materiais.

Os **poliuretanos** (PU) são copolímeros criados na primeira metade do século XX com a finalidade de substituir a borracha natural. Esses materiais são formados pela reação de adição entre diisocianatos (compostos orgânicos que apresentam dois grupos isocianatos, —N=C=O) e dióis (moléculas com dois grupos hidroxila, —OH).



Poliuretano

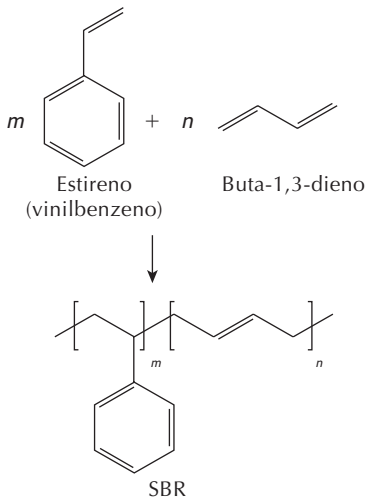
Note, na equação química apresentada, que as cadeias carbônicas nas estruturas dos monômeros foram representadas por R e R'. Isso indica várias possibilidades na composição desse polímero. De fato, as propriedades dos poliuretanos

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

PROIBIDA

dependem da escolha dos monômeros que participarão da reação. Assim, os poliuretanos podem ser encontrados na forma de espuma, em colchões, travesseiros e isolantes acústicos; em pneus e calçados, como substituinte da borracha natural; como filmes na fabricação de preservativos destinados às pessoas alérgicas ao látex; na forma de fibras em uniformes esportivos utilizados em patinação; na confecção de bolas sem costura e de pranchas de surfe.

A borracha conhecida pela sigla **SBR** (do inglês: ***s**tyrene-**b**utadiene **r**ubber*) é outro copolímero criado para substituir a borracha natural. A preparação da SBR envolve a reação entre o estireno (vinilbenzeno) e o buta-1,3-dieno. Ao variar a proporção entre as quantidades de monômeros, é possível conferir propriedades diferentes ao produto.



SBR

A SBR é aplicada principalmente na confecção de pneus, entretanto esse material pode ser encontrado em calçados, mangueiras e revestimentos de pisos destinados à prática de esportes em que o amortecimento de choques é necessário.

Na mesma época da criação da SBR, em 1930, outro elastômero sintético foi desenvolvido com a mesma finalidade. O policloropreno, também conhecido como **neoprene**, é um homopolímero formado pela molécula de 2-clorobuta-1,3-dieno, usualmente chamada de cloropreno.

2-clorobuta-1,3-dieno (cloropreno)

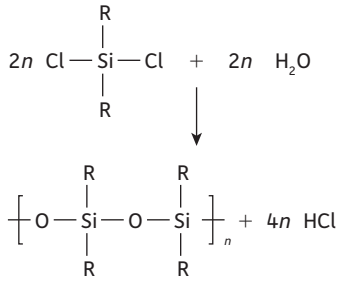
Poli(2-clorobuta-1,3-dieno) (policloropreno)

O policloropreno apresenta elevada resistência mecânica, sendo mais flexível que a borracha natural, além de ser um potente isolante elétrico e térmico, sendo utilizado na confecção de roupas e trajes de mergulho.

Silicones

Os silicones formam uma classe de elastômeros sintéticos compostos por unidades repetitivas formadas por átomos de silício e de oxigênio intercalados (— Si — O — Si —). Os átomos de silício, como os átomos de carbono, também realizam quatro ligações equivalentes, podendo formar cadeias.

A síntese dos silicones é realizada, geralmente, por meio da reação entre a água e derivados clorados de compostos contendo silício.



A diversidade de grupos substituintes, representados pela letra R na equação química acima, e o tamanho da molécula do polímero garantem uma variedade de silicones. Isso porque o grupo substituinte e a dimensão da cadeia determinam a intensidade das interações intermoleculares e, consequentemente, as propriedades físico-químicas desses polímeros. Assim, silicones com moléculas relativamente pequenas têm menor temperatura de fusão e apresentam aspecto oleoso, podendo ser utilizados na impermeabilização e lubrificação de superfícies. À medida que as cadeias se tornam maiores, as interações entre as moléculas se intensificam e o silicone passa a adquirir consistência de borracha, sendo usado na vedação de janelas, piscinas e boxes de banheiro, pois apresenta alta resistência térmica e mecânica.

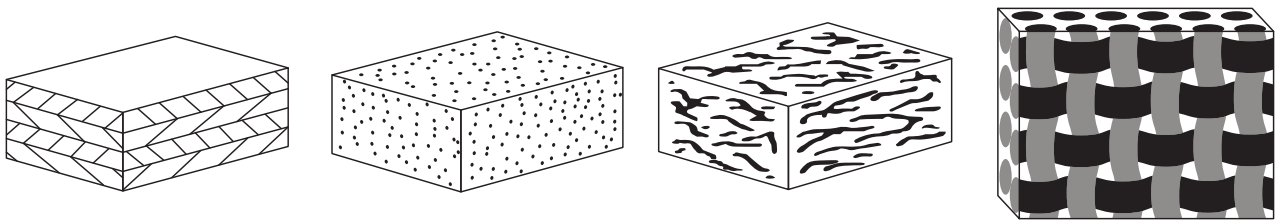
Compósitos

Como aprendemos, os polímeros têm diversas propriedades e aplicações, mas mesmo assim apresentam limitações de uso. Por isso, os cientistas de materiais desenvolvem os compósitos, combinações de pelo menos dois materiais com propriedades distintas e complementares, obtendo, assim, desempenho superior em determinada aplicação ao que seria possível com os componentes separadamente. No entanto, os compósitos não são unicamente sintéticos. Alguns compósitos encontrados naturalmente são a **madeira**, em que a flexibilidade das fibras de celulose é combinada com a rigidez da lignina, e o **osso**, em que a flexibilidade do colágeno é combinada com a dureza do mineral apatita. Nos compósitos, um dos componentes é denominado **fase contínua** ou matriz e os demais são classificados como **fases dispersas** ou fases de reforço. A combinação dos componentes forma uma **mistura heterogênea**. A fase contínua fornece o arcabouço do compósito, além de funcionar como suporte no qual as fases dispersas se distribuem.

As fases dispersas complementam as propriedades da matriz, melhorando as características mecânicas, químicas ou térmicas no material final, em função de suas quantidades relativas, tamanhos, padrão de distribuição e orientação. Dessa forma, os compósitos podem ser de vários tipos: **laminar**, quando as fases contínua e dispersa formam camadas intercaladas; **particulado**, quando as

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

partículas da fase dispersa estão randomicamente misturadas à matriz; **fibroso**, quando a fase dispersa se encontra na forma de fibras; ou **entrelaçado**, quando a fase dispersa forma com a matriz uma malha (**Fig. 5.18**).



Compósito laminar | Compósito particulado | Compósito fibroso | Compósito entrelaçado

ILUSTRAÇÕES: ERICSON GUILHERME LUCIANO

Figura 5.18 Representação dos tipos mais comuns de combinação nos compósitos. (Imagem sem escala; cores-fantasia.)

O material popularmente chamado de **fibra de carbono** é um compósito classificado como plástico reforçado com fibra de carbono. Ele é obtido a partir de fibras de poliacrilonitrila (PAN), como fase de reforço, revestidas por outros polímeros (matriz), como o náilon ou o poliéster, de acordo com a finalidade do compósito. Muitas das próteses utilizadas atualmente por atletas paralímpicos têm em sua composição fibras de carbono (**Fig. 5.19**). Esse compósito também é usado na engenharia aeroespacial. Outros tipos de fibras podem ser empregados no reforço dos plásticos, como as fibras de vidro ou de aramida, especialmente nas indústrias aeroespacial, marítima e automobilística.

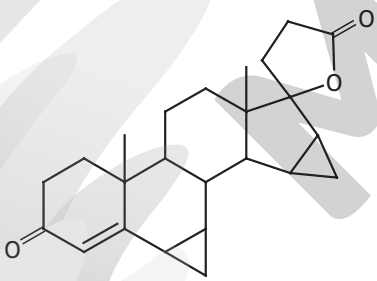
GILAXIA/E+/GETTY IMAGES

Figura 5.19 Prótese ortopédica de fibra de carbono. Para que tenha o desempenho esperado, ela necessita de acessórios, entre os quais meias de silicone, que protegem a pele na região do corpo em que é encaixada.

Atividades

Registre em seu caderno

1. A drospirenona é uma das substâncias proibidas pela Agência Mundial Antidopagem, incluída na classe de substâncias diuréticas e agentes mascarantes, cuja estrutura é representada a seguir.

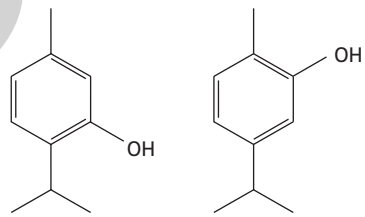


a) Qual é a fórmula molecular desse composto?

b) Reproduza a fórmula estrutural dessa molécula em seu caderno, indicando as posições e os nomes dos grupos funcionais.

c) Que tipo(s) de interação intermolecular esse composto pode formar a partir de sua estrutura molecular?

2. O óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris*) é constituído de timol (40%) e outros compostos fenólicos, como o carvacrol e os taninos. Além de seu papel na culinária, esse óleo essencial tem demonstrado efeito antisséptico.



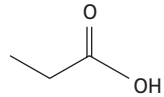
Timol | Carvacrol

Com base nas fórmulas estruturais apresentadas, responda às questões a seguir.

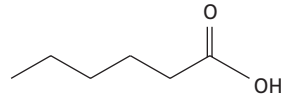
a) Timol e carvacrol são isômeros? O que os diferencia?

b) Que tipo de interação intermolecular se verifica entre as moléculas desses dois compostos?

3. Os ácidos carboxílicos formam uma classe de compostos orgânicos com muitas aplicações na indústria. O ácido propanoico, por exemplo, é usado como conservador na indústria alimentícia, e o ácido hexanoico, como matéria-prima de aromas, em perfumaria. Qual das substâncias descritas apresenta maior temperatura de ebulição? Justifique.



Ácido propanoico

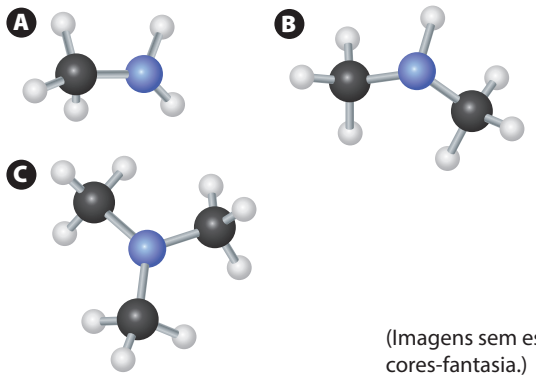


Ácido hexanoico

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

MODERNA

4. Nos livros e manuais da Química, a representação de compostos orgânicos por meio de modelos moleculares é bastante utilizada, pois, além da composição, permitem descrever com maior precisão a forma das moléculas. Observe os modelos abaixo, em que os átomos de hidrogênio estão representados na cor branca, os de carbono, na cor cinza e os de nitrogênio, na cor azul.



(Imagens sem escala, cores-fantasia.)

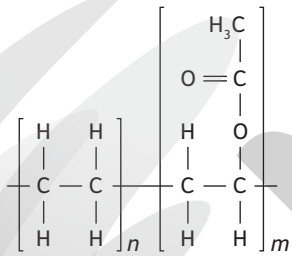
a) Indique as fórmulas moleculares para as substâncias representadas nos modelos.

b) Qual ou quais compostos representados têm isômeros? Indique a fórmula estrutural plana para o(s) isômero(s) que você identificou.

c) Que tipo de interação intermolecular se verifica entre as moléculas de cada uma das substâncias?

d) Dentre as aminas representadas, qual delas apresenta menor solubilidade em água?

5. O etenol é uma das matérias-primas utilizadas para produzir etileno acetato de vinila (em inglês *ethylene vinyl acetate*, EVA), um material empregado na confecção de solado de tênis.

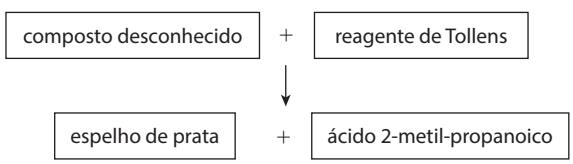


a) Descreva quais tipos de interações intermoleculares agem entre as cadeias do polímero.

b) Qual é a fórmula estrutural plana do etenol?

c) O etenol apresenta um tautômero com um grupo funcional característico de aldeídos. Qual é a forma estrutural plana desse composto?

6. (UFV-MG) O reagente de Tollens oxida aldeídos a ácidos carboxílicos e, quando isso é feito em um frasco limpo, fica depositado em suas paredes um "espelho de prata". Considere a seguinte situação:



A fórmula estrutural do composto desconhecido é:

a) $CH_3 — CH_2 — CHO$

b) $CH_3 — CH(CH_3) — CHO$

c) $CH_3 — CH(CH_3) — CH_2 — CHO$

d) $CH_3 — C(CH_3)_2 — CHO$

e) $CH_3 — CH_2 — CH_2 — CH_2 — CHO$

7. (Uerj) Na tentativa de conter o tráfico de drogas, a Polícia Federal passou a controlar a aquisição de solventes com elevado grau de pureza, como o éter (etoxietano) e a acetona (propanona). Hoje, mesmo as universidades só adquirem esses produtos com a devida autorização daquele órgão. A alternativa que apresenta, respectivamente, isômeros funcionais dessas substâncias é:

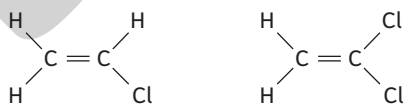
a) butanal e propanal.

b) butan-1-ol e propanal.

c) butanal e propan-1-ol.

d) butan-1-ol e propan-1-ol.

8. O saran é um copolímero de adição bastante resistente, formado pelos monômeros cloroeteno e 1,1-dicloroeteno. É usado na fabricação de embalagens tipo *blister*, utilizadas como cartelas de comprimidos. As fórmulas estruturais das moléculas que originam as unidades repetitivas que constituem o saran são:



Cloroeteno — 1,1-dicloroeteno

Escreva a equação química da reação de polimerização para a obtenção do saran.

9. Leia a tirinha abaixo e responda.

GARFIELD, JIM DAVIS © 2019 PAWS, INC. ALL RIGHTS RESERVED/DIST. BY ANDREWS MCMEEL SYNDICATION

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

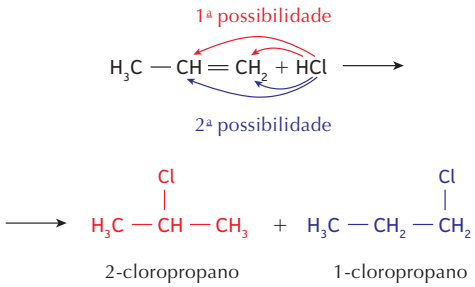
MODERNA

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

a) Qual a classificação do polímero que forma a personagem Benny de acordo com as propriedades mecânicas do material? Justifique.

b) Com base nessas propriedades, indique uma razão para o "conselho" dado pelo Garfield.

10. O propeno ($H_3C—CH=CH_2$) é um alceno utilizado para formar o polipropileno (PP) usado na fabricação de embalagens. Esse alceno também pode participar de reações de adição com outras moléculas. A adição de cloreto de hidrogênio (HCl) ao propeno sempre gera como produto dois isômeros, como no esquema a seguir.

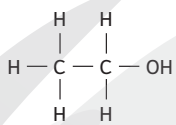


2-cloropropano 1-cloropropano

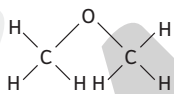
a) Com base no esquema, escreva em seu caderno a reação entre o metilpropeno e o cloreto de hidrogênio.

b) Qual é o nome dos isômeros formados da reação descrita no item a?

11. O etanol, ou álcool etílico, é obtido principalmente a partir da fermentação do açúcar da cana e é comercializado como combustível para os automóveis, em produtos de higiene e limpeza. Observe a estrutura do etanol e de seu isômero de função, o éter dimetílico.



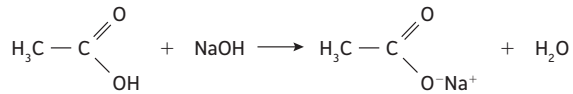
Etanol



Éter dimetílico

A 1 atm, a temperatura de ebulição do etanol é de 78,3 °C e a do éter dimetílico, 24,9 °C. Qual é a razão da diferença observada entre as temperaturas de ebulição das substâncias?

12. Substâncias anfipáticas são encontradas em diferentes materiais que utilizamos no dia a dia, como nos géis absorventes das fraldas descartáveis, e podem ser obtidas por meio de reações de neutralização entre um ácido carboxílico e um hidróxido, reação que pode ser exemplificada pela reação entre o ácido etanoico e o hidróxido de sódio.



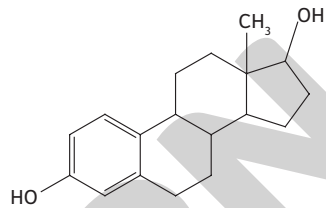
Ácido acético (ácido etanoico) Acetato de sódio (etanoato de sódio)

a) Descreva a reação observada quando o ácido hexanoico reage com o hidróxido de sódio.

b) Explique o caráter anfipático do produto formado.

c) Entre o ácido acético e o ácido hexanoico, qual deles é mais solúvel em água? Justifique.

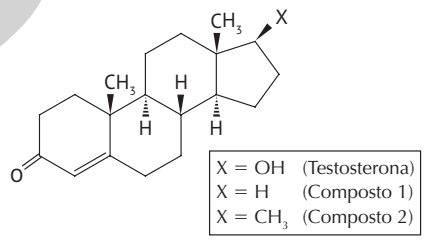
13. Em seus estudos de Química Orgânica, um estudante observou a fórmula estrutural da molécula de estradiol, um dos hormônios sexuais humanos:



Estradiol

Com base nessa fórmula estrutural, o estudante concluiu que a molécula de estradiol corresponde a um poliálcool, pois apresenta dois grupos hidroxila ligados à cadeia carbônica. Ele estava correto em sua conclusão? Justifique.

14. (Enem) A lipofilia é um dos fatores fundamentais para o planejamento de um fármaco. Ela mede o grau de afinidade que a substância tem com ambientes apolares, podendo ser avaliada por seu coeficiente de partição.



X = OH (Testosterona)
X = H (Composto 1)
X = CH_3 (Composto 2)

Fonte: NOGUEIRA, L. J.; MONTANARI, C. A.; DONNICI, C. L. Histórico da evolução da química medicinal e a importância da lipofilia: de Hipócrates e Galeno a Paracelsus e as contribuições de Overton e de Hansch. *Revista Virtual de Química*, n. 3, 2009 (adaptado).

Em relação ao coeficiente de partição da testosterona, as lipofilias dos compostos 1 e 2 são, respectivamente,

a) menor e menor que a lipofilia da testosterona.

b) menor e maior que a lipofilia da testosterona.

c) maior e menor que a lipofilia da testosterona.

d) maior e maior que a lipofilia da testosterona.

e) menor e igual que a lipofilia da testosterona.

Reflita sobre seu aprendizado!

Registre em seu caderno

Como eu avalio minha compreensão das principais ideias discutidas no Tema e sua relação com os objetivos gerais da Unidade: excelente, razoável ou ainda preciso melhorar?

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

MODERNA

ILUSTRAÇÕES: ADILSON SECCO

Quais são as formas de promover e divulgar o conhecimento científico?

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 2; 4; 5; 6
Habilidades: EM13CNT301; EM13CNT302; EM13CNT303; EM13CHS101; EM13CHS106

Reflita sobre a questão acima e registre suas ideias. Em seguida, leia o texto e responda às questões.

Entre os anos de 2014 e 2018, a produção científica realizada no Brasil o colocou em lugar de destaque entre os países que mais publicaram artigos científicos no mundo. Nesse período, de acordo com dados disponibilizados pela Academia Brasileira de Ciências (ABC), a partir de registros do *InCites*, foram publicados 394.234 trabalhos. Esse número representa apenas os artigos científicos de cem universidades brasileiras que estão indexados nos bancos de dados da plataforma *Web of Science*, ou seja, esse número pode ser bem maior se forem consideradas outras instituições de ensino superior, bem como outras plataformas, como *Scopus*, *SciELO*, *Redalyc* e *Latindex*.

A publicação de artigos científicos é a forma mais comum de comunicação e a que garante maior visibilidade aos pesquisadores. Por meio dela, o trabalho pode ser lido e compartilhado com outros cientistas ao redor do planeta, por meio das buscas em bancos de dados. Para ser aceito para publicação em uma revista ou jornal científico, não basta desenvolver uma boa ideia, pesquisar a respeito dela e escrever um documento com resultados, discussões e conclusões. Antes de ser publicado, o artigo passa por uma equipe de especialistas, os árbitros acadêmicos ou *referees*, e pelos editores da revista ou do jornal, que fazem questionamentos, comentários e podem sugerir alterações no trabalho. Essa etapa é fundamental para qualificar as ideias apresentadas pelos pesquisadores e para garantir que as publicações sejam confiáveis.

Ao publicar um artigo, os cientistas podem escrever dois tipos de documento: um **artigo de resultados** ou um **artigo de revisão bibliográfica**. O primeiro é dedicado à divulgação das experimentações e das observações feitas pelos pesquisadores durante seus estudos. O segundo tipo tem o objetivo de reunir, sintetizar, analisar e discutir trabalhos já publicados. Em ambos os casos, os artigos são organizados em três partes: **pré-textuais**, **textuais** e **pós-textuais**. Na seção pré-textuais, estão o título, o nome dos autores, o resumo na língua pátria e em inglês, a data da submissão e aprovação e a identificação e contatos. A introdução, o desenvolvimento e as considerações finais fazem parte da seção textuais, em que se apresenta o essencial da pesquisa. A seção pós-textuais traz as referências bibliográficas e pode, ainda, conter informações adicionais sobre o trabalho de pesquisa, como glossário, apêndice e anexos.

Nos artigos de resultados, o desenvolvimento pode ser subdividido em três partes: **estado da arte**, que é a apresentação sucinta sobre o que já foi estudado por outros autores em relação ao tema proposto; **materiais e métodos**, em que é feita a descrição da metodologia, das técnicas de pesquisa, dos equipamentos, do cenário e da amostragem de maneira clara e detalhada para garantir que outras pessoas possam entender e reproduzir os estudos realizados; e **resultados e discussão**, parte dedicada à apresentação dos resultados, por meio de gráficos, tabelas e figuras, e à discussão e correlação entre os resultados alcançados e os citados anteriormente no estado da arte. As conclusões devem sempre corresponder aos objetivos propostos na introdução, informando de forma concisa e convincente quais deles foram alcançados e, opcionalmente, que estudos podem ser feitos para complementar o trabalho ou para atingir novos objetivos.

Nos artigos de revisão, o **desenvolvimento** e as **conclusões** são escritos de acordo com a proposta do estudo. Se o objetivo da pesquisa for apresentar uma visão histórica sobre determinado tema, o desenrolar do trabalho escrito deve ser cronológico e trazer informações sobre como foi o desenvolvimento das pesquisas sobre o tema ao longo do tempo, e as conclusões devem tratar dos avanços obtidos durante o período pesquisado. Entretanto, se o objetivo do trabalho de revisão for conceitual, o desenvolvimento deve ser escrito de forma que apresente esses conceitos com base nas descrições apresentadas por outros pesquisadores em diferentes publicações, e as conclusões podem ser escritas de forma que consolidem o conhecimento ou proponham um novo ponto de vista sobre o tema.

Os **relatórios técnicos** são, por definição, documentos mais completos, escritos para apresentar e registrar os dados obtidos em pesquisas, estágios, viagens, entre outros. Sua estrutura é muito semelhante à dos artigos científicos. Um relatório técnico pode ser utilizado também para apresentar os resultados de uma aula prática, como as que temos neste livro. Nesse caso, é comum que a estrutura seja mais simples e o trabalho seja escrito com introdução, objetivos, procedimentos experimentais (materiais e métodos), resultados e discussão, conclusão e bibliografia. Uma diferença entre os relatórios técnicos e os artigos científicos, principalmente nos artigos de resultado, é a possibilidade de apresentar uma quantidade maior de imagens, tabelas, gráficos, fotografias e outros documentos utilizados no desenvolvimento do trabalho.

Outra forma de apresentação dos trabalhos é a participação em **congressos** e **eventos científicos**. Todas as áreas do conhecimento contam com esses eventos, que ocorrem periodicamente, no Brasil e no mundo. Eles podem ter temáticas amplas, como as Reuniões

Continua

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

SEM MODELO

Chame a atenção dos estudantes para que não se preocupem com a interpretação do texto. O objetivo desta atividade é identificar o tipo e a estrutura utilizada em cada um dos artigos. Caso necessário, auxilie-os nas buscas pelos artigos. Incentive-os a utilizar termos estudados nesta Unidade, por exemplo "sistema muscular esquelético", tratado no Tema 2, ou "anabolizantes", apresentado no Tema 5.

Anuais da Sociedade Brasileira de Química, nas quais são apresentados trabalhos nas diversas frentes de estudos da Química, ou ser bastante específicos, como os Congressos Regionais de Pesquisadores/as Negros/as, organizados pela Associação Brasileira de Pesquisadores Negros (ABPN), que visam debater e apresentar temas de interesse direto das populações negras no Brasil. Em todos os casos, além da apresentação dos trabalhos, os pesquisadores e cientistas aproveitam essas reuniões e congressos para debater sobre as teorias e metodologias relacionadas a suas áreas do conhecimento.

A apresentação dos trabalhos nesses eventos é feita, na maioria das vezes, por meio de **pôsteres** (cartazes ou *banners*) com as principais informações sobre uma pesquisa que já foi realizada ou ainda está em andamento. A organização, a escolha do *layout* e a diagramação das informações de um pôster são feitas pelo autor e contêm a seguinte estrutura: título do trabalho, nome dos autores e do centro de pesquisa, introdução, objetivos, metodologia, resultados, conclusões e referências bibliográficas. Uma outra forma de apresentar essas informações são as palestras, também chamadas de **comunicação oral**. Em ambos os casos, os trabalhos precisam ser previamente submetidos à análise e avaliação da comissão organizadora do evento. Uma vez aceitos, todos os trabalhos apresentados nos congressos são publicados em conjunto, em livros físicos ou virtuais, chamados de **anais** ou ***proceedings***, que podem ser compostos de resumos ou de artigos completos de cada um dos trabalhos apresentados, seja em pôsteres ou em comunicações orais.

Com o surgimento da internet, as informações passaram a circular mais facilmente e a atingir outros públicos. Alinhados a isso, pesquisadores e entusiastas das Ciências acrescentaram em seus repertórios um novo modelo de divulgação feito diretamente por meio de *sites*, *blogs* e outras ferramentas, como em grupos nas redes sociais e nas plataformas de vídeo. Nesse caso, diferentemente dos artigos e relatórios técnicos, os materiais publicados são pensados e adaptados, em termos de linguagem, de acordo com o perfil do público-alvo da plataforma em que o material será hospedado, isto é, se serão especialistas ou público em geral. Atualmente, a comunidade científica está fazendo uso dessas ferramentas para popularizar a Ciência e a Tecnologia, contribuindo, dessa forma, para a promoção e apropriação do conhecimento científico-tecnológico pela população em geral.

Atividades

Registre em seu caderno

1. Retome os seus registros iniciais. Após ler o texto da seção, quais formas de divulgação científica você passou a conhecer? Compartilhe com seus colegas.

   Para a próxima atividade, você precisará de um computador ou de um celular com acesso à internet.

2. Acesse o *site* da *SciELO* (sigla em inglês para Biblioteca Eletrônica Científica Online) (Disponível em: <https://scielo.org>, acesso em: 8 set. 2020.) e, na página inicial, faça a busca por um artigo relacionado a um dos temas estudados nesta Unidade. Escolha dois artigos científicos: uma revisão bibliográfica e um artigo de resultados. Depois, identifique o tipo e a estrutura dos textos escolhidos e responda às questões a seguir.

   a) Analise os títulos dos artigos. Há diferenças entre eles?

   b) O desenvolvimento de um artigo é toda a parte que vem logo após a introdução e antes das conclusões. Como estão organizados os artigos que você escolheu? Elabore uma lista com os itens presentes em cada uma das seções e compartilhe com seus colegas.

Pensamento crítico e argumentação

Registre em seu caderno

O que importa é ganhar ou competir?

Na Unidade anterior, foram apresentados alguns dos formatos possíveis de uma **resenha crítica**. Esse gênero textual frequentemente é usado para analisar filmes, livros, álbuns, jogos e textos em geral, tendo um papel importante nas produções científicas. Em termos estruturais, ela pode assumir formatos variados, mas geralmente traz um breve **resumo** do que está sendo analisado seguido de uma **avaliação/análise**, que pode ser positiva ou não, além de informações contextuais. Uma crítica eficiente é resultante da compreensão que o autor faz da obra/produção, do bom uso da linguagem argumentativa, da integração da obra/produção analisada com outras semelhantes e da clareza do posicionamento da crítica.

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 1; 4; 6; 7; 8; 9; 10
Habilidades: EM13CNT303; EM13CNT304; EM13LGG103; EM13LGG301; EM13LP07; EM13LP10

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

MODERNA

Nesta Unidade, retomaremos as reflexões sobre as características da resenha crítica para que você possa elaborar uma análise baseada em um texto sobre o *doping* tecnológico. Vamos usar um modelo possível para redigir uma crítica, mas tenha em mente que há outras formas e que a prática, além de facilitar o processo de escrita, permite que o texto fique cada vez mais autoral.

1. Em dupla, leiam as frases a seguir, sobre as diferentes partes que compõem uma crítica. No caderno, indiquem, usando os números de 1 a 8, a ordem mais adequada para elaborar uma resenha.

Discuta com os estudantes as respostas antes de seguir para a próxima questão.

a. (■) Deixe claro qual é o seu posicionamento sobre o texto, apresentando uma **conclusão** para sua crítica.

b. (■) Durante a sua **leitura**, faça anotações sobre os pontos abordados no texto a ser criticado e o que você pensa sobre esses pontos.

c. (■) Para **cada ponto** apresentado por você, **explique-o** e, na sequência, faça sua **avaliação** sobre ele. Você pode falar da linguagem, do formato e do conteúdo do texto, mas é importante que faça reflexões sobre o significado e a importância dessas diferentes características.

d. (■) Apresente pontos relacionados ao texto para fundamentar a sua resenha crítica.

e. (■) **Revise** a sua crítica para verificar se as diferentes partes dela estão articuladas e se há pontos que podem ser melhorados.

f. (■) Após a leitura do texto, faça um **resumo** dele.

g. (■) Inclua análises que relacionem o texto a outros textos, autores, situações, conceitos e ideias, por exemplo.

h. (■) Procure apresentar a perspectiva geral trazida pelo texto, levando em consideração quem o escreveu, em que veículo ele foi publicado e para qual público ele foi escrito.

2. Leia o texto a seguir e produza uma resenha crítica sobre ele com no mínimo 15 linhas. Use a estrutura sugerida na questão anterior e considere analisar, pelo menos, dois pontos diferentes do texto.

Era dos supermaiôs chega ao fim com polêmicas e indefinições

Terminou em 31 de dezembro de 2009 a era dos supermaiôs na natação profissional, apontados como principais responsáveis pela chuva de recordes mundiais quebrados, sobretudo, nas duas últimas temporadas. Fabricados com poliuretano, os trajes tecnológicos, que auxiliam na flutuação do nadador e também repelem a água, tornando mais fácil e veloz o deslocamento dos atletas durante as provas, foram proibidos pela Federação Internacional de Natação (Fina).

Serão permitidos apenas maiôs feitos com material têxtil. Fica vetado o uso de "qualquer dispositivo ou maiô que possa aumentar a velocidade, a flutuação ou a resistência durante uma competição", de acordo com a regra da entidade máxima do esporte. Também serão proibidas as peças que cobrem o corpo inteiro do atleta. No masculino, estão liberadas apenas as sungas e bermudas. Entre as mulheres, os maiôs não podem passar dos joelhos.

A medida foi criticada por alguns nadadores e ex-atletas e comemorada por outros. "Deixa tudo, flutua o quanto quiser, exige alguns pontos específicos e deixa o atleta nadar. Vai chegar um momento em que não importa se o atleta está fazendo 46 s, 48 s, 49 s, 50 s na prova de 100 m peito, 100 m borboleta, o recorde sempre vai ser quebrado", defende o ex-nadador Gustavo Borges. "Eles voltaram um pouco atrás, numa decisão mais conservadora", completa.

Apesar de o veto aos trajes tecnológicos estar decidido desde julho, o tema ainda causa polêmica. A Fina ainda não definiu o sistema de índices para classificação às competições, nem se os recordes obtidos em 2009 serão mantidos. "Acho muito difícil essa geração conseguir melhorar esses recordes sem maiô. Fica mais para gerações futuras. No momento vai ser bem complicado para a gente conseguir atingir essa meta de tempo", acredita Kaio Márcio, recordista mundial dos 200 m borboleta em piscina curta.

"Muda bastante, porque a gente faz um trabalho para usar a roupa, faz treino com a roupa para se adaptar a nadar com a roupa. Depois que você já está todo adaptado, aí tira a roupa e fica nessa lambança toda", complementa Nicholas Santos, recordista sul-americano dos 50 m borboleta.

O raciocínio dos brasileiros é parecido com o do australiano Eamon Sullivan, prata nos 100 m livre em Pequim-2008. "Manter os recordes feitos com os supermaiôs seria muito estúpido", disse em dezembro. Desde que os supermaiôs entraram em ação, mais de 200 recordes mundiais foram quebrados. Somente nos Jogos Olímpicos de Pequim, em agosto de 2008, foram 25. Um ano depois, no Mundial de Roma, outras 43 melhores marcas do mundo caíram, entre elas a dos 100 m livres, cujo novo dono é o brasileiro Cesar Cielo, com 46 s 91.

Na última prova do ano, o Troféu Open de natação, em dezembro, Cielo também estabeleceu o novo recorde mundial dos 50 m livres, 20 s 91, superando o tempo do francês Frederick Bousquet, para delírio da torcida presente ao Esporte Clube Pinheiros, em São Paulo.

Nem atletas nem treinadores sabem ao certo quais serão as mudanças de desempenho em 2010, mas os primeiros testes já indicam um aumento do tempo. "A gente tem que cair polido, raspado, para saber como vai ficar, para comparar quando a gente tava com a roupa em uma competição. Mas eu acredito que o tempo vai aumentar 1 s 5 mais ou menos nos 100 m livres e 0 s 8, ou 1 s nos 50 m livres", avisa Santos.

Oriente os estudantes a retomarem os conteúdos abordados ao longo desta Unidade. Incentive-os a fazer pesquisas de materiais complementares para ajudar e enriquecer a elaboração da sua crítica. Nas *Orientações específicas* do Suplemento para o professor, há algumas sugestões de textos complementares.

Continua

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

MODERNA

[...]

Outro ponto de discussão é o esforço físico realizado pelos atletas. Acostumados às facilidades causadas pelos supermaiôs, alguns nadadores podem apresentar dificuldade para disputar provas a que estavam habituados e demorar mais tempo para se recuperar de uma bateria para outra. "Quando você nada com a bermuda, você sai da prova quebrado, dolorido, corpo inteiro doendo. E a roupa já te poupa um pouco mais", aponta Santos.

[...]

Já Albertinho prefere aguardar os resultados das primeiras competições a mudar o método de treinamento de seus nadadores. "Não queria criar um paradigma de que cansa mais. O *feedback* que a gente teve é que tava cansando, mas foi um exemplo. Se acontecer realmente, aí a gente vai ter que fazer alguma coisa", diz.

Veto causa *frustração* aos desenvolvedores

A polêmica do veto aos supermaiôs não está restrita apenas às piscinas. As marcas de produtos esportivos, que investiram na produção dos trajes tecnológicos nos últimos anos, sentem-se prejudicadas por não poderem mais comercializar as peças que foram quase obrigatórias para nadadores de todo o mundo nas duas temporadas passadas.

[...] o desenvolvimento de novos produtos terá que passar por uma mudança de foco. [...]

No entanto, há quem acredite que os supermaiôs não exerçam tanta influência no desempenho dos nadadores. Entre eles está Felipe França, vice-campeão mundial dos 50 m peito e ex-recordista mundial da prova. [...]

O australiano Brett Hawke, técnico de Cielo na Universidade de Auburn, nos Estados Unidos, também não vê o veto aos supermaiôs como um passo atrás na evolução do esporte e reforça que os mesmos nadadores continuarão comandando o esporte mundial. "O fim dos trajes não é o fim da evolução da natação. Os recordes vão cair. Os atletas de primeiro nível vão precisar de um tempo para adaptação psicológica e adaptação na água para voltar a ter a sensibilidade e sensação de 'pegada' do meio aquático", garante.

[...]

Apesar de ser contra o veto aos supermaiôs, Gustavo Borges reforça o discurso de França e Hawke e acredita que, mais cedo ou mais tarde, novas melhores marcas do mundo virão. "Em pouco tempo isso vai voltar a acontecer de novo, porque as técnicas de treinamento, o físico do atleta e a cabeça do atleta são completamente diferentes. Para mim, fazer 49 s nos 100 m livre era uma coisa boa, eu olhava para o 48 s. Os caras hoje olham para o 46 s. Assim vai, não tem onde parar", explica o veterano.

Fonte: ERA dos supermaiôs chega ao fim com polêmicas e indefinições. *Terra*, 5 jan. 2010. Disponível em: <https://www.terra.com.br/esportes/esportes-aquaticos/era-dos-supermaios-chega-ao-fim-com-polemicas-e-indefinicoes,b378256833bba310VgnCLD200000bbcceb0aRCRD.html>. Acesso em: 17 ago. 2020.

3. Conforme as orientações do professor, avalie a resenha crítica produzida pelo seu colega. Em seguida, forneça um parecer construtivo. Para isso, leia a crítica preparada por ele e procure responder às questões a seguir.

- O resumo do texto original está presente?
- Está claro se a crítica é positiva ou negativa? Quais são as evidências disso?
- Há relações entre o texto "Era dos supermaiôs chega ao fim com polêmicas e indefinições" e outros textos ou obras/produções?
- Como o texto pode ser melhorado? Além de embasar-se nas respostas às questões anteriores, tente sugerir melhorias na linguagem e na forma.

4. Em duplas, discuta com seu colega quais foram as principais dificuldades encontradas na elaboração da resenha crítica e como vocês lidaram com essas dificuldades.

5. Após as discussões com a turma e considerando o desafio de produzir a própria resenha crítica, como você responderia à pergunta inicial: "O que importa é ganhar ou competir?"?

Comunicação

Registre em seu caderno

JAY VIEGAS/PORTAL LUNETAS

Imagem usada na campanha publicitária de 2019 #Deixaameninajogar: quem encoraja as Martas do futuro?

Por dentro da BNCC

Competências gerais: 2; 3; 4; 5; 7; 8; 9; 10
Habilidades: EM13CNT207; EM13CNT302; EM13CNT305; EM13LGG204; EM13LP43

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

MODERNA

Continuação

[...]

A primeira participação feminina em Olimpíadas aconteceu em 1900 e em apenas duas modalidades: tênis e golfe. [...] No Brasil, chegaram até a oficializar um decreto-lei que proibia as mulheres de praticarem esportes "incompatíveis com a sua natureza", como o futebol, a luta e muitos outros. Somente em 1979 ele foi derrubado. Em 1991, foi organizada a primeira Copa do Mundo delas. E apenas em 2012 as mulheres puderam finalmente disputar todas as modalidades olímpicas que os homens disputavam.

[...] Cada mulher que já subiu a um pódio levou consigo muito mais do que a medalha. A conquista de uma é resultado da luta de muitas outras no passado e, ao mesmo tempo, é a semente para que tantas mais venham no futuro. [...]

Fonte: MENDONÇA, R. Como elas chegaram lá. *Uol Esporte*, 8 mar. 2019. Disponível em: <https://www.uol.com.br/esporte/reportagens-especiais/como-elas-chegaram-la/>. Acesso em: 17 ago. 2020.

"Esporte não é coisa de mulher." Essa frase foi muito verbalizada na Grécia Antiga para impedir a participação das mulheres em eventos esportivos. Argumentava-se que as mulheres não teriam condições físicas para a prática de esportes e que tais práticas as deixariam masculinizadas. Pode parecer absurdo, mas, ainda hoje, algumas pessoas pronunciam essa frase.

Nesse contexto, vamos elaborar uma campanha publicitária desmistificando a ideia de esportes "de menina" e "de menino", valorizando a prática de esportes independentemente do gênero. Isso será apresentado na forma de um cartaz digital. Esta atividade será realizada em grupo e está organizada em três etapas.

Etapa I – Pesquisa e análise crítica

Reúnam-se em grupo e analisem a imagem usada na campanha publicitária #Deixaameninajogar e o trecho sobre a história das mulheres no esporte. Em seguida, pesquisem mais sobre esse assunto e elaborem uma resenha crítica. Essa resenha pode fazer parte da campanha publicitária ou apenas ser usada para embasá-la. Façam o levantamento dos principais pontos que serão abordados durante o desenvolvimento da peça publicitária.

Etapa II – Desenvolvimento

Durante o desenvolvimento desta etapa, reflitam e discutam sobre o porquê de ainda haver a distinção de esportes "de menino" e "de menina". Com base nisso e nos conceitos apresentados nesta Unidade, definam qual é o público-alvo dessa campanha e qual é a melhor maneira de atingi-lo. Para facilitar a elaboração da campanha publicitária, as seguintes perguntas devem ser respondidas: para quem é a campanha? Para que serve essa campanha? Vamos usar alguma frase impactante? A campanha terá um *slogan*? Como vamos desmistificar a ideia de esportes "de menino" e "de menina"? Vamos usar imagens? É importante haver um texto complementar? Vamos usar a resenha crítica da etapa anterior?

Etapa III – Produção

Produzam um cartaz digital com a campanha publicitária. Durante o desenvolvimento do cartaz, lembrem-se de dar destaque à importância de combater a discriminação e a segregação em diferentes contextos, bem como de promover a equidade e o respeito à diversidade. Ao finalizar o cartaz, postem-no no *site* ou nas redes sociais da escola e compartilhem o material com seus colegas e familiares.

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 abaixo.

- O que eu aprendi sobre a temática esportes?
- 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

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

1																	18
1 H hidrogênio 1,008	2		legenda: número atômico **símbolo** nome massa atômica									13	14	15	16	17	2 He hélio 4,003
3 Li lítio 6,94	4 Be berílio 9,012											5 B boro 10,81	6 C carbono 12,01	7 N nitrogênio 14,01	8 O oxigênio 16,00	9 F flúor 19,00	10 Ne neônio 20,18
11 Na sódio 22,99	12 Mg magnésio 24,31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al alumínio 26,98	14 Si silício 28,09	15 P fósforo 30,97	16 S enxofre 32,06	17 Cl cloro 35,45	18 Ar argônio 39,95
19 K potássio 39,10	20 Ca cálcio 40,08	21 Sc escândio 44,96	22 Ti titânio 47,87	23 V vanádio 50,94	24 Cr crômio 52,00	25 Mn manganês 54,94	26 Fe ferro 55,85	27 Co cobalto 58,93	28 Ni níquel 58,69	29 Cu cobre 63,55	30 Zn zinco 65,38	31 Ga gálio 69,72	32 Ge germânio 72,63	33 As arsênio 74,92	34 Se selênio 78,97	35 Br bromo 79,90	36 Kr criptônio 83,80
37 Rb rubídio 85,47	38 Sr estrôncio 87,62	39 Y ítrio 88,91	40 Zr zircônio 91,22	41 Nb nióbio 92,91	42 Mo molibdênio 95,95	43 Tc tecnécio	44 Ru rutênio 101,1	45 Rh ródio 102,9	46 Pd paládio 106,4	47 Ag prata 107,9	48 Cd cádmio 112,4	49 In índio 114,8	50 Sn estanho 118,7	51 Sb antimônio 121,8	52 Te telúrio 127,6	53 I iodo 126,9	54 Xe xenônio 131,3
55 Cs césio 132,9	56 Ba bário 137,3	57–71 lantanídios	72 Hf háfnio 178,5	73 Ta tântalo 181,0	74 W tungstênio 183,8	75 Re rênio 186,2	76 Os ósmio 190,2	77 Ir irídio 192,2	78 Pt platina 195,1	79 Au ouro 197,0	80 Hg mercúrio 200,6	81 Tl tálio 204,4	82 Pb chumbo 207,2	83 Bi bismuto 209,0	84 Po polônio	85 At astato	86 Rn radônio
87 Fr frâncio	88 Ra rádio	89-103 actinídios	104 Rf rutherfórdio	105 Db dúbnio	106 Sg seabórgio	107 Bh bóhrio	108 Hs hássio	109 Mt meitnério	110 Ds darmstádtio	111 Rg roentgênio	112 Cn copernício	113 Nh nihônio	114 Fl fleróvio	115 Mc moscóvio	116 Lv livermório	117 Ts tennesso	118 Og oganessônio

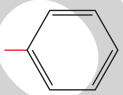
57 La lantânio 138,9	58 Ce cério 140,1	59 Pr praseodímio 140,9	60 Nd neodímio 144,2	61 Pm promécio	62 Sm samário 150,4	63 Eu európio 152,0	64 Gd gadolínio 157,3	65 Tb térbio 158,9	66 Dy disprósio 162,5	67 Ho hólmio 164,9	68 Er érbio 167,3	69 Tm túlio 168,9	70 Yb itérbio 173,1	71 Lu lutécio 175,0
89 Ac 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.

ILUSTRAÇÃO: NELSON MATSUDA

MODERNA

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	$-CH_2-$ 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 José Augusto Rosário Rodrigues *et al*. Lisboa: Lidel, 2002.

Nomenclatura de compostos orgânicos: sufixo	
Classe de compostos	**Sufixo**
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 José Augusto Rosário Rodrigues *et al*. Lisboa: Lidel, 2002.

MODERNA

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

UNIDADE 1

Tema 1

2. c
4. a
5. c
7. b
8. b
9. e

Tema 2

1. a) $C_8H_{18}(g) + \frac{25}{2} O_2(g) \longrightarrow 8\ CO_2(g) + 9\ H_2O(v)$

$C_8H_{18}(g) + \frac{17}{2} O_2(g) \longrightarrow 8\ CO(g) + 9\ H_2O(v)$

2. $CH_4(g) + 2\ O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2\ H_2O(v)$

4. e

5. a) 1,05 t
b) Nb_2O_5
c) Alumínio. Excesso de $3{,}3 \cdot 10^{28}$ átomos de Al.

6. a) $2\ H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\ H_2O(v)$
c) $m(O_2) = 0{,}080$ g
d) $m(H_2O) = 1{,}8$ g

7. d

8. Massa de CO_2: 30,3 g
Quantidade de H_2O: 0,86 mol

9. a) $m(Fe_2O_3) \approx 2{,}4$ t
b) 0,1 t de impurezas
c) 96%

10. b

11. d

12. I) Pureza: 75%
II) $m(CO_2) = 132$ g
III) $V(CO_2) = 67{,}2$ L

13. c

Tema 3

1. c

2. $\mathcal{C} = 200$ J

3. $\Delta U = 2{,}95 \cdot 10^5$ J

5. a) Diminui.
b) $\mathcal{C} = 17{,}5$ J; pelo gás.

6. a) Transformação isobárica.
b) $\mathcal{C} = -500$ J; $\Delta U = -500$ J

7. b) $\Delta U = -200$ J

8. c

Tema 4

1. a) Certa.
b) Errada.
c) Certa.
d) Errada.
e) Errada.

2. 0; 1

3. $\eta = 90\%$

4. $\mathcal{C} = 430$ J

5. b

6. d

8. a) $\eta = 40\%$
b) $Q_1 = 250$ J
c) $Q_2 = 150$ J

9. a) Pelo gás.
b) $\mathcal{C} = 15\ pV$

10. b

Tema 5

4. a

6. d

9. d

10. b

11. d

12. d

13. Corretas: II e IV

Tema 6

1. b

2. a

5. d

6. c

7. a) Falsa
b) Verdadeira

UNIDADE 2

Tema 1

1. b

2. e

3. d

4. A-II; B-III; C-I

5. b

6. Corretas: 02 + 16 + 32 = 50

7. d

8. b

Tema 2

1. I, B; II, A; III, C

2. e

3. b

7. a

Tema 3

2. a) $v = 9\ m\ s^{-1}$
b) $t_{total} \simeq 12{,}6$ s

3. a) $v = 40\ m\ s^{-1}$
b) $a = -9{,}9\ m\ s^{-2}$

4. c

5. b

6. b

7. e

8. $\Delta s = 180$ m

9. a) $t = 2$ s
b) $h = 15$ m

Tema 4

1. a) $\Delta s = 7$ km
b) $d = 5$ km

2. a) $s = 8$ m; $\Delta s = 6$ m
b) $T = 4{,}2$ s
c) $n_{voltas} = 42$
d) $T \simeq 2{,}1$ s; $f \simeq 0{,}48$ Hz

3. $T = 3$ s; $f \simeq 0{,}33$ Hz;
$\omega = \frac{2\pi}{3}$ rad s^{-1}; $v \simeq 3{,}3\ m\ s^{-1}$

4. 25 voltas

5. d

6. d

7. b

8. a) $H = 180$ m
b) $s_x = 120$ m

9. a) $s_x = 5t$; $s_y = H - 5t^2$
b) $v_y = -10t$
c) $t = 3$ s
d) $s_x = 15$ m

Tema 5

1. $C_{24}H_{30}O_3$

6. b

7. b

14. d

Pensamento crítico e argumentação

1. a) 7
b) 1
c) 5
d) 4
e) 8
f) 2
g) 6
h) 3

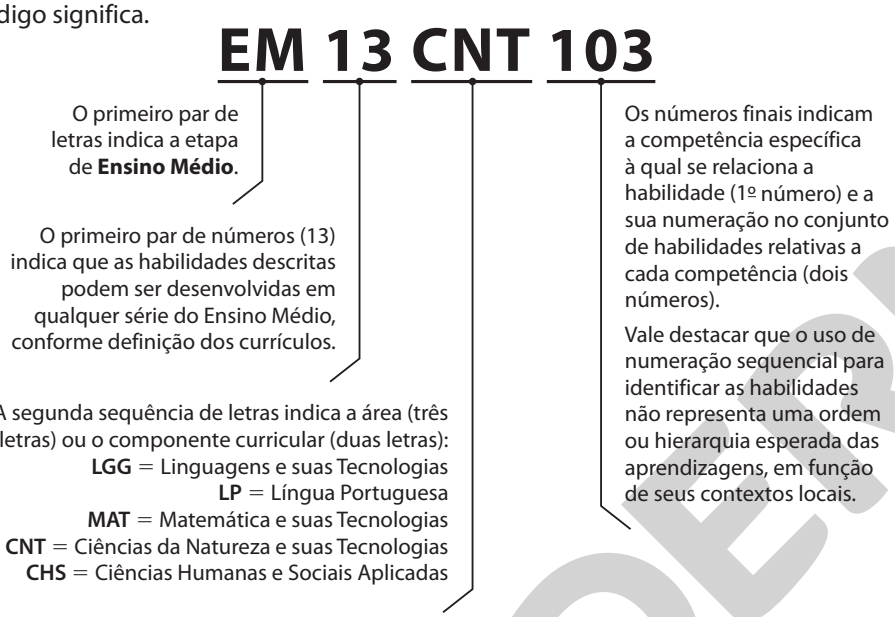
Reprodução proibida. Art.184 do Código Penal e Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.

MODERNA

Por dentro da BNCC

A BNCC é um documento que apresenta os conhecimentos mínimos que todos os estudantes do Brasil devem aprender durante a Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio). Esses conhecimentos estão estruturados em competências e habilidades. Há 10 competências gerais, e cada área de conhecimento possui competências específicas e habilidades.

Cada habilidade, além do texto que a define, possui um código alfanumérico, como o mostrado a seguir. Veja o que cada parte do código significa.



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.
(EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
(EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.
(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).
(EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).
(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.
(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.

Continua

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

MODERNA

Continuação

(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.
(EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos, em diferentes contextos sociais e históricos, para promover a equidade e o respeito à diversidade.
(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.
(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.

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.
(EM13CHS106) Utilizar as linguagens cartográfica, gráfica e iconográfica, diferentes gêneros textuais e tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais, incluindo as escolares, para se comunicar, acessar e difundir informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
Competência específica 2 Analisar a formação de territórios e fronteiras em diferentes tempos e espaços, mediante a compreensão das relações de poder que determinam as territorialidades e o papel geopolítico dos Estados-nações.
(EM13CHS202) Analisar e avaliar os impactos das tecnologias na estruturação e nas dinâmicas de grupos, povos e sociedades contemporâneos (fluxos populacionais, financeiros, de mercadorias, de informações, de valores éticos e culturais etc.), bem como suas interferências nas decisões políticas, sociais, ambientais, econômicas 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.
(EM13CHS301) Problematizar hábitos e práticas individuais e coletivos de produção, reaproveitamento e descarte de resíduos em metrópoles, áreas urbanas e rurais, e comunidades com diferentes características socioeconômicas, e elaborar e/ou selecionar propostas de ação que promovam a sustentabilidade socioambiental, o combate à poluição sistêmica e o consumo responsável.

Continua

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

MODERNA

Continuação

(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.
(EM13CHS306) Contextualizar, comparar e avaliar os impactos de diferentes modelos socioeconômicos no uso dos recursos naturais e na promoção da sustentabilidade econômica e socioambiental do planeta (como a adoção dos sistemas da agrobiodiversidade e agroflorestal por diferentes comunidades, entre outros).
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.

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.
(EM13MAT103) Interpretar e compreender textos científicos ou divulgados pelas mídias, que empregam unidades de medida de diferentes grandezas e as conversões possíveis entre elas, adotadas ou não pelo Sistema Internacional (SI), como as de armazenamento e velocidade de transferência de dados, ligadas aos avanços tecnológicos.
Competência específica 3 Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos, analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente.
(EM13MAT301) Resolver e elaborar problemas do cotidiano, da Matemática e de outras áreas do conhecimento, que envolvem equações lineares simultâneas, usando técnicas algébricas e gráficas, com ou sem apoio de tecnologias digitais.
(EM13MAT302) Construir modelos empregando as funções polinomiais de 1º ou 2º graus, para resolver problemas em contextos diversos, com ou sem apoio de tecnologias digitais.

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.
(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.
(EM13LGG102) Analisar visões de mundo, conflitos de interesse, preconceitos e ideologias presentes nos discursos veiculados nas diferentes mídias, ampliando suas possibilidades de explicação, interpretação e intervenção crítica da/na realidade.
(EM13LGG103) Analisar o funcionamento das linguagens, para interpretar e produzir criticamente discursos em textos de diversas semioses (visuais, verbais, sonoras, gestuais).

Continua

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

MODERNA

Continuação

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.
Competência específica 3 Utilizar diferentes linguagens (artísticas, corporais e verbais) para exercer, com autonomia e colaboração, protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva, de forma crítica, criativa, ética e solidária, defendendo pontos de vista que respeitem o outro e promovam os Direitos Humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável, em âmbito local, regional e global.
(EM13LGG301) Participar de processos de produção individual e colaborativa em diferentes linguagens (artísticas, corporais e verbais), levando em conta suas formas e seus funcionamentos, para produzir sentidos em diferentes contextos.
(EM13LGG302) Posicionar-se criticamente diante de diversas visões de mundo presentes nos discursos em diferentes linguagens, levando em conta seus contextos de produção e de circulação.
(EM13LGG304) Formular propostas, intervir e tomar decisões que levem em conta o bem comum e os Direitos Humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global.
(EM13LGG305) Mapear e criar, por meio de práticas de linguagem, possibilidades de atuação social, política, artística e cultural para enfrentar desafios contemporâneos, discutindo princípios e objetivos dessa atuação de maneira crítica, criativa, solidária e ética.
Competência específica 5 Compreender os processos de produção e negociação de sentidos nas práticas corporais, reconhecendo-as e vivenciando-as como formas de expressão de valores e identidades, em uma perspectiva democrática e de respeito à diversidade.
(EM13LGG502) Analisar criticamente preconceitos, estereótipos e relações de poder presentes nas práticas corporais, adotando posicionamento contrário a qualquer manifestação de injustiça e desrespeito a direitos humanos e valores democráticos.
Habilidades de Língua Portuguesa
(EM13LP07) Analisar, em textos de diferentes gêneros, marcas que expressam a posição do enunciador frente àquilo que é dito: uso de diferentes modalidades (epistêmica, deôntica e apreciativa) e de diferentes recursos gramaticais que operam como modalizadores (verbos modais, tempos e modos verbais, expressões modais, adjetivos, locuções ou orações adjetivas, advérbios, locuções ou orações adverbiais, entonação etc.), uso de estratégias de impessoalização (uso de terceira pessoa e de voz passiva etc.), com vistas ao incremento da compreensão e da criticidade e ao manejo adequado desses elementos nos textos produzidos, considerando os contextos de produção.
(EM13LP10) Analisar o fenômeno da variação linguística, em seus diferentes níveis (variações fonético-fonológica, lexical, sintática, semântica e estilístico-pragmática) e em suas diferentes dimensões (regional, histórica, social, situacional, ocupacional, etária etc.), de forma a ampliar a compreensão sobre a natureza viva e dinâmica da língua e sobre o fenômeno da constituição de variedades linguísticas de prestígio e estigmatizadas, e a fundamentar o respeito às variedades linguísticas e o combate a preconceitos linguísticos.
(EM13LP43) Atuar de forma fundamentada, ética e crítica na produção e no compartilhamento de comentários, textos noticiosos e de opinião, memes, *gifs*, remixes variados etc. em redes sociais ou outros ambientes digitais.

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.

Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10719: Informação e Documentação – Relatório técnico e/ou científico – apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

A norma apresenta aspectos gerais relacionados à elaboração e apresentação de relatórios técnicos e/ou científicos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6022: Informação e Documentação – Artigo em publicação periódica técnica e/ou científica – apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

A norma apresenta aspectos gerais relacionados à elaboração e apresentação de artigos em periódicos técnicos e/ou científicos.

BEGON, M. *et al*. *Ecologia*: de indivíduos a ecossistemas. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

O livro trata de conceitos fundamentais da Ecologia.

BETTELHEIM, F. A. *et al*. *Introduction to general, organic and biochemistry*. 9. ed. Boston: Brooks/Cole, 2010.

O livro aborda conceitos da Química Orgânica vinculados às aplicações médicas e biológicas, aproximando a química do dia a dia.

BRUICE, P. Y. *Química Orgânica*. 4. ed. São Paulo: Pearson Education, 2003.

O livro apresenta diferentes recursos visuais para facilitar o entendimento dos mecanismos de reações orgânicas.

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

Trata-se de um documento normativo que define o conjunto de aprendizagens essenciais para cada etapa da Educação Básica.

CAIN, M. L. *et al. Ecologia*. 3. ed. Porto Alegre, 2018.

O livro trata de conceitos fundamentais da Ecologia.

CAMPBELL, N. A. *et al. Biology*. 9. ed. San Franscisco: Benjamim Cumming, 2005.

O livro trata de diversos temas relacionados à área das Ciências Biológicas.

CAREY, F. A. *Organic chemistry*. 4. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2000.

O livro oferece uma sólida compreensão da Química Orgânica, enfatizando os mecanismos fundamentais das reações orgânicas e apresentando os compostos químicos de forma tridimensional.

CLARCK, M. A.; DOUGLAS, M.; CHOI, J. *Biology*. 2. ed. Houston: OpenStax, 2018.

O livro trata de conceitos gerais da área das Ciências Biológicas.

COSTA, K. M. *et al.* Evolution and physiology of neural oxygen sensing. *Frontiers in Physiology*, v. 5, n. 302, 2014.

O artigo discute a regulação da homeostase do gás oxigênio como um dos papéis primordiais do sistema nervoso.

CUNNINGHAM, W. P.; CUNNINGHAM, M. A. *Principles of Environmental Science:* inquiry and applications. Nova York: McGraw-Hill Co., 2002.

O livro traz uma visão atualizada e introdutória de temas essenciais em Ciências Ambientais.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. *Revista Brasileira de Climatologia,* v. 1, n. 1, 2005.

O artigo descreve os principais sistemas atmosféricos que influenciam o clima da região Nordeste do Brasil.

FERREIRA, G. M. L. *Atlas geográfico*: espaço mundial. São Paulo: Moderna, 2010.

O atlas apresenta mapas atualizados, imagens de satélites, gráficos, temáticas socialmente relevantes que auxiliam na assimilação de conceitos.

GLENCOE. *Life Science*. Chapter 17: structure and movement. Disponível em: <http://glencoe.mheducation.com/sites/0078617022/student_view0/unit4/chapter17/>. Acesso em: 27 jul. 2020.

O *site* apresenta jogos, animações e quebra-cabeças sobre as estruturas e movimento do corpo.

GLOBAL MONITORING LABORATORY. *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide*. Disponível em: <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>. Acesso em: 27 jul. 2020.

O *site* traz dados atualizados sobre o teor de CO_2 atmosférico no planeta.

GREF – Grupo de Reelaboração de Ensino de Física. *Física*. 4. ed. São Paulo: Edusp, 1999. v. 1 e 2.

Os dois volumes apresentam assuntos de Física para destacar sua relevância prática e universalidade.

GREINER, Walter; NEISE, Ludwig; STÖCKER, Horst. *Thermodynamics and statistical mechanics*. Springer Science & Business Media, 2012.

O livro apresenta os conceitos sobre a Termodinâmica e a entropia de sistemas.

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

MODERNA

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física*. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. I e II.

Os dois volumes da coleção apresentam, respectivamente, os fundamentos da Mecânica clássica, da Gravitação, da Ondulatória e da Termodinâmica.

HAWAII Ocean Time-series (HOT). *Station ALOHA Surface Ocean Carbon Dioxide*. Disponível em: <https://hahana.soest.hawaii.edu/hot/products/products.html>. Acesso em: 15 jul. 2020.

O *site* da Escola de Ciências e Tecnologia do Oceano e da Terra da Universidade do Havaí em Manoa apresenta dados científicos sobre os estudos dos oceanos, entre eles a análise da quantidade de dióxido de carbono e o pH em uma área do Oceano Pacífico.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

O livro aborda conceitos e princípios básicos da Física.

INSTITUTO do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Inema). *O que é o El Niño?* Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2011/11/Informa%C3%A7%C3%B5es-do-El-Ni%C3%B1o.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2020.

O artigo explica de forma ilustrada os conceitos relacionados ao fenômeno *El Niño*.

INTERNATIONAL Energy Agency (IEA). *Data and statistics*. Total primary energy supply, 2017. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=Total%20primary%20energy%20supply%20(TPES)%20by%20source>. Acesso em: 15 jul. 2020.

O *site* da Agência Internacional de Energia apresenta uma base de dados com informações sobre a produção e o consumo de energia em nível mundial.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*: texto e atlas. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

O livro trata de conceitos fundamentais da Histologia.

KEPLER, S. O.; SARAIVA, M. de F. O. Astronomia e Astrofísica. Porto Alegre: UFRGS, 2014.

O livro trata de conceitos gerais de Astronomia com linguagem acessível.

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.

LUIZÃO, F. J. Ciclo de nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas. *Ciência e Cultura*, v. 59, n. 3, 2007.

O artigo traz uma revisão com dados das mudanças nos ciclos de nutrientes na Amazônia em paralelo com as mudanças climáticas.

LUTGENS, F. K.; TARBUCK, E. J.; TASA, D. G. *The atmosphere*: an introduction to meteorology. Upper Saddle River (N.J.): Prentice-Hall, 2001.

O livro traz conceitos introdutórios da área da Meteorologia.

MAGNANELLI, N. P. *Composição da gasolina*. São José dos Campos: Centro de Vigilância Sanitária/ Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo, 2012. Apresentação eletrônica.

O documento apresenta a definição e a classificação dos tipos de gasolina e suas respectivas composições.

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. *Bioquímica básica*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.

O livro trata de conceitos básicos e fundamentais da Bioquímica.

McMURRY, J.; FAY, R. C. *Chemistry*. 4. ed. Nova Jersey: Prentice Hall, 2003.

O livro de Química Geral apresenta os conceitos básicos da área com ilustrações moleculares para facilitar a aprendizagem dos estudantes.

MEEHL, G. A. *et al*. Combinations of Natural and Anthropogenic Forcings in Twentieth-Century Climate. *Journal of Climate*, v. 17, n. 19, 2004. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/jcli/article/17/19/3721/30264/Combinations-of-Natural-and-Anthropogenic-Forcings>. Acesso em: 6 ago. 2020.

O artigo apresenta dados que comparam as mudanças climáticas no início e no final do século XX, analisando a influência antrópica no processo de aquecimento global.

NASA. Earth Observatory. *If Earth has warmed and cooled throughout history, what makes scientists think that humans are causing global warming now?* Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/blogs/climateqa/if-earth-has-warmed-and-cooled-throughout-history-what-makes-scientists-think-that-humans-are-causing-global-warming-now/>. Acesso em: 27 jul. 2020.

O artigo traz dados que mostram a influência das atividades antrópicas na aceleração do aquecimento global.

NASA. Earth Observatory. *The Carbon Cycle*. Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/CarbonCycle>. Acesso em: 27 jul. 2020.

O *site* explica o ciclo do carbono por meio de figuras e texto.

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

NASA. Visible Earth. *Global Surface Reflectance and Sea Surface Temperature*. Disponível em: <https://www.visibleearth.nasa.gov/images/54223/globalsurface-reflectance-and-sea-surfacetemperature?size=all>. Acesso em: 27 jul. 2020.

O *site* traz dados atualizados sobre a temperatura de superfície dos oceanos.

NASA. What Is the Sun's Role in Climate Change? *Nasa Blog,* 6 set. 2019. Disponível em: <https://climate.nasa.gov/blog/2910/what-is-the-suns-role-in-climate-change/>. Acesso em: 27 jul. 2020.

O artigo aborda os efeitos dos ciclos solares sobre o clima da Terra.

NATIONAL Institute of Standards and Technology. *Livro de Química na web*, SRD 69: ethane. Disponível em: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C74840&Units=SI&Type=IR-SPEC&Index=0#IR-SPEC>. Acesso em: 27 jul. 2020.

O *site* apresenta dados acerca da estrutura, propriedades físicas e resultados de análises para o composto químico etano.

NATIONAL Institute of Standards and Technology. *Livro de Química na web*, SRD 69: ethanol. Disponível em: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C64175&Units=SI&Type=IR-SPEC&Index=2#IR-SPEC>. Acesso em: 27 jul. 2020.

O *site* apresenta dados acerca da estrutura, propriedades físicas e resultados de análises para o composto químico etanol.

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de Física básica*. São Paulo: Edgard Blücher, 2002. v. 1 e 2.

Os dois volumes da coleção abordam os fundamentos básicos da Física, especialmente na área da Mecânica, da Física Térmica e da Termodinâmica, permitindo a compreensão dos principais conceitos relacionados à área.

ODUM, E.; BARRET, G. *Fundamentos da Ecologia.* São Paulo: Cengage Learning, 2006.

O livro traz os conceitos básicos da Ecologia, com exemplos reais de sua aplicação no gerenciamento de recursos do ambiente.

ODUM, E. P. *Ecologia.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

O livro trata de conceitos fundamentais da Ecologia.

PANICO, R. *et al*. *Guia IUPAC para a nomenclatura de compostos orgânicos*. Tradução portuguesa, nas variantes europeia e brasileira. Tradução José Augusto Rosário Rodrigues *et al*. Lisboa: Lidel, 2002.

O livro é uma referência para todos os que utilizam a nomenclatura oficial no idioma da Língua Portuguesa.

RAVEN, P. *et al*. *Biology.* 6. ed. Pennsylvania: McGraw-Hill Education, 2001.

O livro apresenta o conteúdo geral de Biologia, utilizando o método científico como abordagem.

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

O livro trata de diversos temas relacionados à área das Ciências Biológicas.

SERWAY, R.; JEWETT, J. *Principles of Physics*: A Calculus-Based Text. Independence: Cengage, 2013.

O livro aborda de maneira sucinta os principais tópicos de Física.

SERWAY, R. A.; JEWETT, J. W. *Princípios de Física*: oscilações, ondas e termodinâmica. São Paulo: Cengage Learning, 2015. v. 2.

O livro apresenta conceitos e princípios básicos da Física, em especial da área de Termodinâmica e Mecânica dos fluidos.

SIEGEL, E.; BANG, S. W. A. This is why global warming is responsible for freezing temperatures across the U.S. *Forbes,* 30 jan. 2019. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/startswithabang/2019/01/30/this-is-why-global-warming-is-responsible-for-freezing-temperatures-across-the-usa/#3227dfbad8cf>. Acesso em: 27 jul. 2020.

O artigo explica quais são os efeitos do aquecimento global sobre a temperatura nos Estados Unidos e no mundo.

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, T. W. G.; FRYHLE, C. *Organic Chemistry*. 10. ed. Nova York: John Wiley & Sons, Inc., 2011.

O livro aborda os conceitos fundamentais da área da Química Orgânica.

TAMASHIRO, E. *et al*. Efeitos do cigarro sobre o epitélio respiratório e sua participação na rinossinusite crônica. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, v. 75, n. 6 p. 903-907, 2009.

O artigo de revisão apresenta os efeitos do tabagismo na epidemiologia da rinossinusite crônica.

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

MODERNA

TECNOLOGIAS pioneiras do pré-sal. Petrobras. Disponível em: <https://presal.hotsitespetrobras.com.br/tecnologias-pioneiras/#1>. Acesso em: 15 jul. 2020.

O *site* apresenta um vídeo e infográficos que explicam a história, as áreas de exploração do pré-sal no Brasil e como são as tecnologias empregadas na extração de petróleo nessas regiões.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. *et al. Decifrando a Terra.* 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2007.

O livro trata de conceitos fundamentais da Geologia.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Physics for scientists and engineers*. 6. ed. Nova York: W. H. Freeman and Company, 2008.

O livro é uma coletânea que aborda seis temas principais da Física: Mecânica, Ondulatória, Termodinâmica, Eletricidade e Magnetismo, Luz e Física moderna.

TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. *Corpo humano*: fundamentos de Anatomia e Fisiologia. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

O livro aborda conceitos relacionados à Fisiologia e à Anatomia humana.

UNICEF. ORS: the medical advance of the century. *The State of the World´s Children*, Nova York, 1996. Tradução dos editores. Disponível em: <https://www.unicef.org/sowc96/joral.htm>. Acesso em: 6 ago. 2020.

O texto da Unicef aborda a importância da introdução da reidratação por soro caseiro à dieta de crianças que estavam longe de acompanhamento médico.

VOLLHARDT, P.; SHORE, N. *Química Orgânica*: estrutura e função. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

Este livro trata de conceitos da Química Orgânica e traz uma introdução às aplicações biológicas, médicas e industriais dessa área.

WIDMAIER, E. P.; RAFF, H.; STRANG, K. T. Vander, Sherman & Luciano – *Fisiologia humana*: os mecanismos das funções corporais. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

O livro trata de conceitos fundamentais da Fisiologia humana.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. *Física*: *Sears e Zemansky*. 14. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016. v. II.

Este volume aborda os princípios físicos da Termodinâmica e da Ondulatória.

ZEMANSKY, M. W.; DITTMAN, R. H. *Heat and thermodynamics*. 6. ed. McGraw-Hill, 1981.

O livro aborda conceitos da Calorimetria e da Termodinâmica.

MODERNA

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

MODERNA

ISBN 978-65-5779-050-2

MODERNA