



CIÊNCIAS DA

MANUAL DO
PROFESSOR

DA SUA RE ZONA

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD
REPRODUÇÃO PROIBIDA

CÓDIGO DA COLEÇÃO
0221P21203
CÓDIGO DO VOLUME
0221P21203137

PNLD 2021 • Objeto 2
Versão submetida à avaliação | Material de divulgação

CIÊNCIA,
SOCIEDADE E
AMBIENTE

LEANDRO GODOY
ROSANA MARIA DELL' AGNOLO
WOLNEY C. MELO

ENSINO MÉDIO

ÁREA DO CONHECIMENTO:
CIÊNCIAS DA NATUREZA
E SUAS TECNOLOGIAS

FTD

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD
REPRODUÇÃO PROIBIDA



CIÊNCIAS DA

NA TUA RECEITA

CIÊNCIA, SOCIEDADE
E AMBIENTE

ENSINO MÉDIO

Área do conhecimento:
CIÊNCIAS DA NATUREZA
E SUAS TECNOLOGIAS

FTD

1ª edição
São Paulo - 2020

MANUAL DO
PROFESSOR

LEANDRO PEREIRA DE GODOY

Mestre em Microbiologia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR).

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina (UEL-PR).

Professor na rede estadual de Educação Básica e na rede particular de Ensino Superior do Paraná.

Realiza palestras e assessorias para professores em escolas públicas e particulares.

Autor de livros didáticos para o Ensino Fundamental e o Ensino Médio.

ROSANA MARIA DELL'AGNOLO

Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo (USP).

Pós-graduada em Química pela Faculdade Oswaldo Cruz.

Especializada em Ética, valores e cidadania na escola pela Universidade de São Paulo (USP).

Bacharel em Ciências com habilitação em Química pela Faculdade Oswaldo Cruz.

Professora da rede particular de ensino de São Paulo.

Coordenadora de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental e no Ensino Médio na rede particular de ensino de São Paulo.

Coordenadora de Iniciação Científica na Escola de Aplicação do Instituto Sidarta.

Coordenadora de Química pela Fundação Padre Anchieta em parceria com a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo.

Professora de metodologia de pesquisa científica em faculdades particulares de São Paulo.

WOLNEY CANDIDO DE MELO

Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo (USP).

Mestre em Ciências pela Universidade de São Paulo (USP).

Licenciado em Física pela Universidade de São Paulo (USP).

Licenciado em Pedagogia pela Universidade Bandeirante de São Paulo (Uniban).

Professor em cursos pré-vestibulares e na rede particular de ensino de São Paulo.

Realiza palestras para estudantes e professores, além de assessorias para escolas e secretarias de educação.



Copyright © Leandro Pereira de Godoy, Rosana Maria Dell' Agnolo e
Wolney Candido de Melo, 2020

Direção-geral Ricardo Tavares de Oliveira

Direção editorial adjunta Luiz Tonolli

Gerência editorial Flávia Renata Pereira de Almeida Fugita

Edição Valquíria Baddini Tronolone (coord.)

Debora de Almeida Francisco Nichel, Alexandre Rodrigues Redondo, Sandra Del Carlo,
Eduardo Oliveira Guitoli, Geovana Caldeira Lourenço, Maria Carolina Dias Carreira,
Rafael Braga de Almeida, Sérgio Paulo Braga, Daniela Benites, Luana Agostini

Preparação e Revisão Maria Clara Paes (sup.)

Ana Lúcia P. Horn, Carolina Ramos Manley, Daniela Nanni, Danielle Costa,
Eliana Vila Nova de Souza, Fernanda Rodrigues Baptista, Gisele Ribeiro Fujii,
Kátia Cardoso da Silva, Pedro Henrique Fandi, Rita Lopes, Silvana Gouvea, Yara Affonso

Gerência de produção e arte Ricardo Borges

Design Daniela Máximo (coord.), Sergio Cândido

Imagem de capa Photo by Supoj Buranaprapapong/Moment/Getty Images

Arte e Produção Vinícius Fernandes (sup.)

Alexandre Tallarico, Camila Ferreira Leite,
Jacqueline Nataly Ortolan, Marcelo Saccomann (assist.)

Diagramação FyB arquitetura e design

Coordenação de imagens e textos Elaine Bueno Koga

Licenciamento de textos Érica Brambila, Bárbara Clara (assist.)

Iconografia Luciana Ribas Vieira, Ana Isabela Pithan Maraschin (trat. imagens)

Ilustrações Alex Silva, Alex Argozino, Cris Alencar, Daniel Bogni, Eduardo Medeiros,
Estúdio Ornitorrinco, Ilê comunicação, Julio Dian, Jurandir, Lucas Farauj, Luis Moura, Luiz
Rubio, Marcos Machado, Paulo Cesar Pereira, Renan Leema, Samu13B, Selma Caparroz,
Sirio Cançado, Sonia Vaz, Studio Caparroz, Tarumã, Vanessa Novais, Vinícius Fioratti
Allmaps, Sonia Vaz (cartografia)

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

Godoy, Leandro Pereira de
Multiversos : ciências da natureza : ciência,
sociedade e ambiente : ensino médio / Leandro Pereira de
Godoy, Rosana Maria Dell' Agnolo, Wolney Candido de
Melo. – 1. ed. – São Paulo : Editora FTD, 2020.

"Área do conhecimento : Ciências da natureza e
suas tecnologias"

Bibliografia
ISBN 978-65-5742-097-3 (Aluno)
ISBN 978-65-5742-098-0 (Professor)

1. Ciências (Ensino médio) I. Dell' Agnolo, Rosana
Maria. II. Melo, Wolney Candido de. III. Título.

20-44099 CDD-372.7

Índices para catálogo sistemático:

1. Ciências : Ensino médio 372.7

Aline Grazielle Benitez – Bibliotecária – CRB-1/3129

Em respeito ao meio ambiente, as folhas
deste livro foram produzidas com fibras
obtidas de árvores de florestas plantadas,
com origem certificada.

Reprodução proibida: Art. 184 do Código Penal e Lei 9.610
de 19 de fevereiro de 1998. Todos os direitos reservados à

EDITORA FTD.

Rua Rui Barbosa, 156 – Bela Vista – São Paulo – SP
CEP 01326-010 – Tel. 0800 772 2300
Caixa Postal 65149 – CEP da Caixa Postal 01390-970
www.ftd.com.br
central.relacionamento@ftd.com.br

Impresso no Parque Gráfico da Editora FTD
CNPJ 61.186.490/0016-33
Avenida Antonio Bardella, 300
Guarulhos-SP – CEP 07220-020
Tel. (11) 3545-8600 e Fax (11) 2412-5375

APRESENTAÇÃO

Caro estudante

O conhecimento científico é essencial para o desenvolvimento de uma sociedade sustentável. É sobre estes e outros assuntos que gostaríamos de conversar com você neste livro.

Neste Volume, na Unidade 1, estudaremos algumas funções inorgânicas e orgânicas presentes em materiais e/ou atividades do cotidiano, analisando os impactos ambientais que podem provocar.

Na Unidade 2, iremos conhecer algumas propriedades dos materiais, como sua dilatação e condução térmica, relacionando-as às suas aplicações no cotidiano. Para tanto, estudaremos os conceitos de calor, de temperatura e de equilíbrio térmico.

Já na Unidade 3, iremos estudar características dos gases, como as leis termodinâmicas que regem seu comportamento em sistemas isolados, e as reações exotérmicas, para compreender o funcionamento de máquinas térmicas. Também estudaremos a utilização de máquinas térmicas ao longo do tempo, analisando seus impactos ambientais e sociais.

Por fim, na Unidade 4, iremos conhecer a biodiversidade existente nos ecossistemas, compreendendo suas relações que garantem o equilíbrio ecológico. Veremos os impactos ambientais de diferentes atividades humanas, com destaque ao modo que ameaçam a biodiversidade. A partir deles, iremos analisar os efeitos de ações individuais, coletivas e governamentais, voltados à minimização desses impactos, refletindo na proteção da biodiversidade.

Os autores

CONHEÇA O LIVRO

UNIDADE 4

Proteção da natureza e sustentabilidade

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC:

O texto integral das competências e das habilidades encontra-se no final do livro.

Competências gerais

2, 4, 5, 7 e 10

Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Competências específicas: 1, 2 e 3

Habilidades: EM13CNT104, EM13CNT202, EM13CNT203, EM13CNT206, EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT310



Mais plásticos no mar do que peixes até 2050. Este é o alerta de um estudo feito em 2016 que chama atenção para o fato de que, caso o consumo e o descarte de plásticos continuem nos padrões atuais, em 2050 haverá uma tonelada de plástico para uma de peixe. Em 2014 era uma tonelada de plástico para cada cinco de peixe. Um dos maiores problemas da poluição dos oceanos por plástico é a contaminação da cadeia alimentar. Diversos animais confundem plásticos com alimentos, ou simplesmente ficam presos nos resíduos, situações que podem levar a grande sofrimento e morte. Além disso, um estudo revelou que 95% do mar marinho consumido no mundo contém microplásticos, pedaços de plástico menores que 5 mm.

Diante deste cenário, os canudos plásticos ganharam destaque. Há alguns anos, governos de diversos estados e municípios brasileiros têm promulgado leis que impedem a fabricação e a comercialização dos canudos de plástico, e estes podem ser substituídos por canudos biodegradáveis. Feitos de papel ou palha, canudos compostáveis, ou canudos reutilizáveis de alumínio, vidro ou bambu, entre outros materiais. Um dos principais motivos para estas medidas é a maneira como os canudos são utilizados, eles têm uso único, ou seja, são usados uma vez e depois descartados, e nem sempre no local correto. Outro motivo é que, por ser um objeto de uso cotidiano, oportuniza diálogos que podem levar a conscientização das pessoas para a importância de se adotar atitudes sustentáveis para proteção do ambiente, assuntos que serão debatidos nesta Unidade.

Afinal, é uma boa oportunidade de conversar com uma pessoa sobre a importância da proteção ambiental quando ela pede ao garçom um canudo, e este responde: "Não temos".

Atividade 1 - Resíduos plásticos no oceano. Atividade 2 - Resíduos plásticos no oceano.

1. Sua cidade possui uma lei que proíba a utilização de canudos plásticos? Se necessário, faça uma pesquisa.
2. Além dos canudos plásticos, cite outros objetos plásticos descartáveis de uso cotidiano que poderiam ser substituídos por versões menos prejudiciais ao ambiente.
3. O que são ações sustentáveis? Você as pratica?

Resíduos plásticos no oceano.



Abertura de Unidade

Este Volume é composto por quatro unidades. As aberturas apresentam texto, imagens e questões que auxiliam a contextualizar e a levantar conhecimentos prévios sobre os assuntos presentes na Unidade. As competências gerais, competências específicas e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que são trabalhadas estão listadas na abertura.

Atividades

1. Uma garrafa térmica de 1,5 l é preenchida até sua capacidade máxima com café a 70 °C. Após 30 min, o café está na temperatura ambiente de 25 °C. Sabendo-se que a garrafa não foi aberta e que a massa de 1 l de café equivale a 1 kg, responda:

- a) Por que o café não pode ter aquecido a partir do calor?
- b) Qual a quantidade de calor que se dissipou para o ar?
- c) Qual a quantidade de calor que se dissipou para o ar?

2. Um pequeno tijolo de 100 g do acampamento tem uma temperatura de 20 °C. Para um poder dissipar 1000 J de calor, qual a temperatura final do tijolo? Considere a capacidade calorífica do tijolo de 1000 J/kg·°C.

3. Um calorímetro feito de alumínio tem um calor específico de 900 J/kg·°C e contém 200 g de água a temperatura de 20 °C. Injetamos 500 g de água quente a 75 °C. Sabendo que o calor específico do alumínio é 900 J/kg·°C e o da água é 4186 J/kg·°C, qual a temperatura final do sistema?

4. O gráfico a seguir mostra as diferentes pontas da abertura de água em cidades do Brasil e da América Latina.

5. A imagem a seguir mostra alguns caracteres de um elemento químico da tabela periódica.

Atividades

Questões que aparecem ao final dos temas e abordam os conteúdos estudados.

Ecosistemas

A presença de uma espécie em determinado local envolve as relações que ela estabelece com as condições do ambiente (luminosidade, temperatura, por exemplo) e também com as espécies ali presentes, conforme veremos neste tema.

O estudo de espécies vivente em uma determinada área e as condições de temperatura e pressão, constituem os **ecossistemas**. A existência e a distribuição de espécies em ecossistemas dependem da temperatura. Muitas das espécies encontradas em locais com águas temperadas em locais com temperaturas elevadas, como as características que lhes permitem sobreviver em temperaturas de temperatura de espécies em locais com outras faixas de temperatura. Por exemplo, os vasos-potares, encontrados no Brasil, apresentam uma camada de gordura no corpo que atua como isolante térmico, resguardando sua pele de calor no ambiente. Essa é outra característica que os diferencia de outros animais que vivem em locais com temperaturas mais elevadas ao longo do ano. Como nos répteis, insetos e outros animais, a temperatura ambiente influencia a profundidade do estado de hibernação que a lar irá atingir. As espécies que fazem hibernação, processo semelhante ao que ocorre, ocorrem principalmente nos países do norte da América, onde a luz se faz presente.

Os organismos que vivem em um ecossistema também estabelecem relações entre si. Essas relações podem ocorrer entre indivíduos de uma mesma espécie ou entre indivíduos de espécies diferentes. O modo como essas relações se manifestam, algumas as relações com as condições abióticas, garante um certo equilíbrio dinâmico nos ecossistemas, ao que denominamos, equilíbrio ecológico.

Um grupo de organismos da mesma espécie vivendo em um determinado local, constitui uma **população**. As diferentes populações existentes em uma região constituem os **comunidades**. As comunidades presentes nos ecossistemas são formadas por representantes das mais diversas formas de seres vivos, incluindo as bactérias, os protozoários, as algas, os fungos, as aves e as plantas, os mamíferos e os répteis.

Espaços de aprendizagem

Boxe com sugestões de filmes, livros, simuladores, sites, entre outros que ampliam os conteúdos estudados.



O vaso-potares apresenta características que permitem que ele sobreviva em locais com temperaturas elevadas.

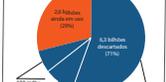
Falando de...

Plástico biodegradável

O plástico comum é um polímero orgânico sintético que passou a ser produzido em escala industrial a partir de 1950, aproximadamente. Desde então, tem sido amplamente utilizado, sobretudo para a fabricação de embalagens para os mais diversos produtos, como alimentos, roupas, eletrônicos, domésticos e eletrodomésticos. Segundo um estudo desenvolvido na Universidade da Califórnia, em Santa Bárbara, nos Estados Unidos, divulgado em 2017, estima-se que 8,9 bilhões de toneladas de plástico foram produzidas mundialmente desde 1950.

No entanto, como grande parte dos produtos plásticos são descartados imediatamente após o uso, a produção de resíduos plásticos é muito rápida. De acordo com a Associação Brasileira de Plásticos, em 2017, foram produzidos 43 bilhões de toneladas de plástico no mundo, sendo que 23 bilhões foram descartados.

De acordo com o relatório "Destino da produção mundial de plástico em toneladas entre 1950 e 2017", quando o estudo foi divulgado.



Após o descarte correto, os resíduos podem ser reutilizados, encaminhados ao destino final ou até mesmo reciclados. Quando o plástico não é adequado, os resíduos plásticos acabam se acumulando na natureza, o que pode contribuir para a disseminação de agentes causadores e transmissores de doenças, além da morte de diversos seres vivos que podem ingerir produtos plásticos, confundindo-os com alimentos. Além disso, a decomposição leva centenas de anos para ocorrer, dependendo do tipo e tamanho do plástico.

Uma das formas de reduzir o acúmulo de resíduos plásticos é desenvolver produtos alternativos, que possam substituir o plástico comum e tornar os produtos mais sustentáveis, no nível de fabricação. Isso tem sido feito para alguns produtos, como os copos, que já passam a ser fabricados com papel, palha e alumínio em diversos países. Outra possibilidade é substituir o plástico comum pelo plástico biodegradável, cujo tempo de decomposição envolve poucos anos, ou até meses. Sua rápida decomposição garante de ser fabricado a partir de materiais orgânicos e renováveis, como amido, trigo e mandioca. Alguns, inclusive, provêm de resíduos da própria produção que seriam descartados. Um exemplo de plástico biodegradável é o plástico produzido a partir de milho. Neste processo, a cana-de-açúcar colhida é levada à glicose (C₆H₁₂O₆), que é então fermentada para produzir o etanol (C₂H₅OH). O etanol é polimerizado em unidades de acetato de vinila, formando o plástico biodegradável.

Atividades

1. Onde se encontra a maioria dos plásticos produzidos?
2. Considerando a quantidade de plástico que foi descartada entre os resíduos plásticos que foi reciclado, qual foi o resultado do ambiente?
3. Quais as vantagens e as desvantagens associadas ao plástico biodegradável?

Integrando com Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Evolução das máquinas térmicas



Representação da máquina de Heron.



Máquina térmica de Thomas Savery.

Uma das primeiras máquinas térmicas que se tem registro foi construída no século III, na Grécia, por Heron, um cientista grego que estudou a Matemática e a Engenharia. A máquina de Heron, como ficou conhecida, era composta de uma esfera metálica contendo dois tubos fixados a um recipiente, que ficava cheio de água. A esfera apoiava-se em duas bases laterais, de modo que ficava livre para girar. Ao abrir o recipiente colocava-se carvão. A máquina de Heron não tinha nenhuma aplicação prática. Porém experimentos realizados que contribuíram para os estudos da energia térmica.

Seu desenvolvimento marcou um importante período de desenvolvimento tecnológico, que provocou diversas mudanças sociais e ambientais, afetando o cotidiano das pessoas. Esse período, chamado de Revolução Industrial, iniciou-se na Inglaterra, no início do século XVIII, e suas consequências se espalharam pelo mundo e se estendem até os dias atuais.

Nesse período, ocorreu o aperfeiçoamento de máquinas térmicas já existentes, que eram utilizadas para tornar a produção maior e mais eficiente. Um pouco antes do início da Revolução Industrial, em 1680, o engenheiro inglês Thomas Savery (1650-1715) desenvolveu uma máquina a vapor de interesse industrial. Sua função era a de retirar água dos poços de minas de carvão. No entanto, ele não utilizava uma válvula de segurança, o que resultou em muitos acidentes, tornando inviável a sua utilização.

Por volta de 1712, o inventor inglês Thomas Newcomen (1663-1729) criou uma máquina térmica aperfeiçoada a partir da máquina de Savery. Essa máquina, além de ser utilizada nos fundos das minas e gerar menor risco de explosões, era capaz de elevar cargas das minas de carvão. No entanto, dois fatores contribuíam para diminuir a produção: a necessidade de muito tempo para ser reabida e a enorme quantidade de energia térmica necessária para transformar energia térmica em energia mecânica.



Máquina térmica de James Watt.



Representação de uma máquina térmica (imagem em escala, não é real).

Atualmente, parte da energia que utilizamos é produzida por máquinas térmicas instaladas em usinas termoeletricas, termofoculares, usinas de espingas e geradoras. Independentemente do combustível usado, estas usinas possuem turbinas a vapor, que transformam energia térmica em energia mecânica, a qual, por sua vez, é transformada em energia elétrica.

Em relação aos combustíveis utilizados para a produção de energia elétrica, os pesquisadores continuam em busca de alternativas que melhorem a eficiência das fontes, sejam elas renováveis ou não, e que sejam mais seguras e econômicas.

Atividades

1. Proposta uma explicação de como funciona a máquina de Heron.
2. Forme um grupo e pesquise sobre as principais mudanças sociais e impactos ambientais provocados durante a Revolução Industrial e os dias atuais. Escolham um tipo de máquina térmica e elaborem um relatório sobre a sua utilização e o impacto ambiental que ela pode causar se não for usada corretamente.

Falando de...

Seção que apresenta assuntos relacionados aos Temas Contemporâneos Transversais (TCTs) com ênfase em Ciência e Tecnologia, Saúde e Meio Ambiente. Esta seção está presente ao final de algumas Unidades.

Atividades extras

1. Uma pessoa com uma massa de 70 kg está em repouso. Ela se move para a direita com uma velocidade de 10 m/s. Qual é o trabalho realizado por ela ao se mover para a direita com uma velocidade de 10 m/s?
2. Uma pessoa com uma massa de 70 kg está em repouso. Ela se move para a direita com uma velocidade de 10 m/s. Qual é o trabalho realizado por ela ao se mover para a direita com uma velocidade de 10 m/s?
3. Uma pessoa com uma massa de 70 kg está em repouso. Ela se move para a direita com uma velocidade de 10 m/s. Qual é o trabalho realizado por ela ao se mover para a direita com uma velocidade de 10 m/s?

Atividades extras

Questões que abordam e aprofundam os conteúdos apresentados ao longo de toda a Unidade.

Integrando com...

Os assuntos apresentados integram a área de Ciências da Natureza com outras áreas do conhecimento. Essa seção está presente ao final de algumas Unidades.

Teste de equilíbrio

Um sistema de partículas está em equilíbrio se a soma das forças que atuam sobre ele é zero. Isso significa que o sistema não sofre aceleração. Para que um sistema de partículas esteja em equilíbrio, é necessário que a soma das forças que atuam sobre ele seja zero. Isso significa que o sistema não sofre aceleração.

Saiba mais

Boxe que aprofunda ou complementa os conteúdos apresentados.

Oficina científica

Forno solar - tipo caixa

É possível construir um forno a partir de materiais simples, que realmente possa cozinhar alimentos?

Materiais

- Uma caixa de papelão que tenha duas aberturas;
- Uma tampa de vidro ou plástico transparente;
- Uma folha de papel alumínio;
- Uma folha de papel branco;
- Uma folha de papel preto;
- Uma folha de papel amarelo;
- Uma folha de papel verde;
- Uma folha de papel azul;
- Uma folha de papel roxo;
- Uma folha de papel laranja;
- Uma folha de papel rosa;
- Uma folha de papel cinza;
- Uma folha de papel marrom;
- Uma folha de papel branco.

Procedimento

1. Corte a caixa de papelão ao meio ao longo de uma das bordas.
2. Cole a tampa de vidro ou plástico transparente na caixa.
3. Cole a folha de papel alumínio na parte interna da caixa.
4. Cole a folha de papel branco na parte externa da caixa.
5. Cole a folha de papel preto na parte interna da caixa.
6. Cole a folha de papel amarelo na parte externa da caixa.
7. Cole a folha de papel verde na parte interna da caixa.
8. Cole a folha de papel azul na parte externa da caixa.
9. Cole a folha de papel roxo na parte interna da caixa.
10. Cole a folha de papel laranja na parte externa da caixa.
11. Cole a folha de papel rosa na parte interna da caixa.
12. Cole a folha de papel cinza na parte externa da caixa.
13. Cole a folha de papel marrom na parte interna da caixa.
14. Cole a folha de papel branco na parte externa da caixa.

Oficina científica

Seção que apresenta atividades práticas.

Impactos ambientais

No dia 5 de novembro de 2015, ocorreu o maior desastre ambiental da história do Brasil, no que se tornou o barragem de Fundão, localizada em Mariana (MG), rompia e despejou mais de 40 milhões de m³ de rejeitos de mineração em um rio que abastece a população de Mariana.

Desastre ambiental de Mariana

Após o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana (MG), em 5 de novembro de 2015, ocorreu o maior desastre ambiental da história do Brasil, no que se tornou o barragem de Fundão, localizada em Mariana (MG), rompia e despejou mais de 40 milhões de m³ de rejeitos de mineração em um rio que abastece a população de Mariana.

Questões pontuais

Atividades que aparecem próximas ao conteúdo relacionado e que auxiliam em seu aprofundamento.

Sumário

Unidade

1

Química, ambiente e saúde | 10

TEMA 1 – Química ambiental | 12

Alteração da composição da atmosfera | 12

Queimadas | 12

Queima de combustíveis fósseis | 13

Consequências da alteração da composição da atmosfera | 14

Chuva ácida | 14

Destruição da camada de ozônio | 16

Intensificação do efeito estufa | 17

» **Atividades** | 19

TEMA 2 – Fundamentos de Química Orgânica | 20

Principais fontes de compostos orgânicos | 21

Petróleo e gás natural | 21

Carvão mineral | 23

Características do carbono e das cadeias carbônicas | 23

Classificação das cadeias carbônicas | 24

Funções e nomenclaturas dos compostos orgânicos | 26

Função hidrocarboneto | 27

Alcanos | 27

Alcenos e alcinos | 28

Funções oxigenadas e nitrogenadas | 28

Isomeria | 30

Isomeria plana | 30

Isomeria de cadeia | 30

Isomeria de posição | 31

Isomeria de função | 31

Isomeria espacial | 31

Isomeria geométrica ou cis-trans | 31

Isomeria óptica | 32

» **Atividades** | 33

TEMA 3 – Reações orgânicas | 34

Reação de obtenção do etanol | 34

Produção de etanol por fermentação e reação de adição | 35

Reação por fermentação | 36

Obtenção de etanol por reação de adição | 36

Reação de oxidação de etanol | 36

Reação de esterificação | 38

Reação de saponificação | 39

Diferença entre sabão e detergente | 39

Como os sabões e detergentes limpam as gorduras? | 40

Reações de polimerização | 41

Polimerização por adição | 41

Polimerização por condensação | 42

» **Atividades** | 44

TEMA 4 – Bioquímica | 45

Proteínas | 46

Carboidratos | 47

Lipídios | 48

Diferença entre óleo e gordura | 50

Gordura trans | 51

» **Atividades** | 51

» **Atividades extras** | 53

» **Falando de...** Plástico biodegradável | 56

Unidade

2

Fenômenos térmicos | 58

TEMA 1 – Calor e temperatura | 60

Um pouco de História | 60

Medida da temperatura | 61

Escala de temperatura | 63

Variação de temperatura | 64

» **Atividades** | 65

TEMA 2 – Dilatação térmica | 66

Dilatação linear | 67

Dilatação superficial | 68

Dilatação volumétrica | 69

Dilatação de líquidos | 70

» **Atividades** | 71

TEMA 3 – Propagação do calor | 72

Condução térmica | 73

Convecção térmica | 73

Irradiação térmica | 74

» **Oficina científica** | 76

» **Atividades** | 77

TEMA 4 – Calorimetria | 78

Calor sensível | 78

Calorímetro | 80

Calor latente | 81

Curvas de aquecimento e de resfriamento | 82

Trocas de calor | 83

- » **Atividades** | 84
- » **Atividades extras** | 85
- » **Falando de...** Equipamentos de proteção individual | 88



Unidade 3 Termodinâmica e termoquímica | 90

TEMA 1 – Estudo dos gases | 92

- Transformação isocórica | 93
- Transformação isobárica | 94
- Transformação isotérmica | 94
- Equação de Clapeyron | 96

- » **Atividades** | 98

TEMA 2 – Termodinâmica | 99

- Trabalho | 100
- Energia interna | 102
- Primeira Lei da Termodinâmica | 103
 - Aplicação da 1ª Lei às transformações gasosas | 104
 - Transformação isocórica | 104
 - Transformação isobárica | 104
 - Transformação isotérmica | 104
 - Transformação adiabática | 105

- » **Atividades** | 105

TEMA 3 – Máquinas térmicas | 106

- Transformações gasosas reversíveis e irreversíveis | 106
- Segunda Lei da Termodinâmica | 107
- Máquinas térmicas | 108
- Ciclo de Carnot | 109
- Conceito de entropia | 110
 - Funcionamento do motor a combustão interna | 111

- » **Atividades** | 112

TEMA 4 – Termoquímica – reações exotérmicas e endotérmicas | 113

- Equações termoquímicas | 114
 - Reação endotérmica | 114
 - Representação gráfica | 114
 - Reação exotérmica | 115
 - Representação gráfica | 115

- Cálculo de ΔH por energia de formação | 116

- Cálculo de ΔH por energia de ligação | 116
- Cálculo do ΔH pela lei de Hess | 118
- Calorias nos alimentos | 118

- » **Oficina científica** | 119
- » **Atividades** | 120
- » **Atividades extras** | 121
- » **Integrando com Ciências Humanas e Sociais Aplicadas** • Evolução das máquinas térmicas | 124



Unidade 4 Proteção da natureza e sustentabilidade | 126

TEMA 1 – Biodiversidade | 128

- Ecosistemas | 129
- Bactérias | 130
- Protozoários | 131
- Algas | 131
- Fungos | 131
- Animais | 132
- Plantas | 133
- Interações interespecíficas | 134

- » **Atividades** | 135

TEMA 2 – Impactos ambientais | 136

- Desastre ambiental de Mariana | 136
- Queimadas e desmatamento | 137
- Tráfego de animais silvestres, caça e pesca predatórias | 138
- Contaminação por produtos químicos | 139
- Produção e descarte de resíduos | 140

- » **Atividades** | 141

TEMA 3 – Conservação, preservação e sustentabilidade | 143

- Conservação e preservação | 144
- Combate às mudanças climáticas | 146
- Proteção da camada de ozônio | 148
- Sustentabilidade | 149

- » **Atividades** | 151

- » **Atividades extras** | 153

- » **Integrando com Ciências Humanas e Sociais Aplicadas** • Saneamento básico, ambiente e saúde | 156

CONHEÇA O VOLUME

Objetivos a serem desenvolvidos neste Volume

Ao estudar este Volume, propomos que os seguintes objetivos sejam alcançados por você.

- Analisar quimicamente substâncias inorgânicas e orgânicas e fazer previsões de seus comportamentos, identificando possíveis impactos ambientais por elas causados;
- Compreender características e propriedades dos materiais e relacioná-las a suas aplicações na sociedade, como aplicações industriais e cotidianas;
- Analisar as características de diferentes materiais naturais ou sintéticos, como sua composição e sua toxicidade, e avaliar os efeitos provocados ao ambiente e à saúde humana decorrentes de seu uso e/ou descarte;
- Analisar e prever impactos ambientais, considerando os prejuízos à biodiversidade, que são e podem ser provocados por atividades humanas, e posicionar-se criticamente com relação a elas;
- Propor ações e estratégias que minimizem os impactos ambientais provocados por diferentes materiais e/ou atividades humanas, de modo a garantir a sustentabilidade do planeta;
- Compreender a composição e as variáveis termodinâmicas relacionadas ao funcionamento de sistemas térmicos, realizando previsões a seu respeito;
- Analisar a dependência mundial em relação aos combustíveis fósseis, considerando aspectos econômicos, sociais e ambientais;
- Analisar a evolução das máquinas térmicas e seus combustíveis, propondo soluções para a sustentabilidade;
- Analisar e construir protótipos de sistemas térmicos voltados à manutenção da sustentabilidade do planeta;
- Justificar a importância de se utilizar equipamentos de proteção e de se adotar comportamentos de segurança para a integridade dos indivíduos em seus ambientes de trabalho;

- Analisar as diferentes formas de manifestação da vida nos ecossistemas, relacionando-as a fatores limitantes e favoráveis à sua existência nos ecossistemas;
- Compreender as relações existentes entre os seres vivos e delas com os fatores abióticos dos ecossistemas, de modo a garantir a manutenção do equilíbrio ecológico;
- Justificar a importância e a necessidade de proteção da biodiversidade, por meio de sua conservação e/ou de sua preservação;
- Avaliar ações governamentais, coletivas e/ou individuais voltadas à proteção da biodiversidade e à manutenção da sustentabilidade.

Justificativa da pertinência dos objetivos

Neste Volume, veremos que os conhecimentos proporcionados pelos avanços científicos permitiram o desenvolvimento de novos materiais e de novas tecnologias, amplamente utilizados nas mais diversas atividades do cotidiano. Entretanto, apesar dos benefícios viabilizados por esses materiais e atividades, seu uso, descarte ou ação em curso provocam impactos ao ambiente, prejudicando a biodiversidade existente nos ecossistemas.

Dessa maneira, o desenvolvimento científico pode ser uma ponte que permite suprir as necessidades da sociedade, mas de maneira sustentável, reduzindo possíveis impactos ambientais. Mas para que isso ocorra, é preciso conhecer as características e as propriedades de alguns materiais, e as relacionar às suas aplicações cotidianas, bem como analisar os impactos que eles podem provocar no ambiente caso não sejam manipulados de maneira adequada. A partir desta análise, iremos compreender a importância de se adotar ações voltadas à minimização desses impactos, contribuindo com a proteção da biodiversidade e com a manutenção da sustentabilidade do planeta.

Química, ambiente e saúde

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC:

O texto integral das competências e das habilidades encontra-se no final do livro.

Competências gerais
5, 8 e 10

**Competências da Natureza
e suas Tecnologias**

Competências específicas: 1,
2 e 3

Habilidades: EM13CNT104,
EM13CNT203 e EM13CNT301

Os compostos orgânicos estão presentes nos seres vivos e em grande parte dos produtos que utilizamos em nosso cotidiano, como medicamentos, combustíveis, plásticos, entre outros.

Um exemplo de mistura de compostos orgânicos é o petróleo, um recurso natural não renovável altamente explorado pelo ser humano. Embora sua importância econômica pareça sobrepôr às questões ambientais, atualmente uma conscientização mundial em relação à sustentabilidade vem ganhando força. Isso se deve principalmente à futura escassez desse recurso e às consequências ambientais resultantes de sua utilização, como a contaminação da atmosfera, do solo e do mar, seja a partir de seus subprodutos, ou do próprio petróleo.

A partir do conhecimento sobre os compostos orgânicos, é possível desenvolver produtos cada vez mais sustentáveis e criar soluções para possíveis problemas, por exemplo, o derramamento de petróleo que afetou as praias de praticamente todo o nordeste brasileiro em 2019. Neste tema, vamos abordar alguns aspectos dos compostos orgânicos, tendo como ênfase a economia, o ambiente e a saúde.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

1. O que é um composto orgânico?
2. Qual a diferença entre um composto orgânico natural e um artificial?

» Petróleo na praia do Sol, em Vera Cruz, Bahia. 2019.

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD
REPRODUÇÃO PROIBIDA



Química ambiental

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Leia a manchete a seguir.

2019 foi o ano mais quente já registrado no Brasil

FIORAVANTI, C. 2019 foi o ano mais quente já registrado no Brasil. **Pesquisa FAPESP**. 17 mar. 2020. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2019-foi-o-ano-mais-quente-ja-registrado-no-brasil/>. Acesso em: 28 ago. 2020.

Nesse tema, estudaremos algumas atividades humanas que podem alterar a composição da atmosfera e as possíveis consequências dessa alteração, tais como as mudanças climáticas.

Alteração da composição da atmosfera

A atmosfera terrestre é composta por gases e por material particulado, em proporções relativamente estáveis até uma altitude de 80 km. De modo geral, sua composição é de, aproximadamente, 78% de gás nitrogênio (N_2), 21% de gás oxigênio (O_2) e 1% de outros gases, entre eles o argônio (Ar) e o gás carbônico (CO_2).

Essa composição pode ser alterada devido à emissão de gases poluentes durante alguns fenômenos naturais, e, principalmente, por diversas atividades humanas, que estudaremos a seguir.

Queimadas

As queimadas podem se iniciar por fatores naturais ou serem provocadas pelo ser humano. Neste último caso, as queimadas se configuram como prática ilegal. Geralmente, são realizadas para promover a retirada da vegetação de um local.

A queima da vegetação emite principalmente gás carbônico, que contribui para a intensificação do efeito estufa, assunto que será abordado mais adiante. Outros gases emitidos de efeito similar são o gás metano (CH_4) e o monóxido de carbono (CO). Este último, ainda, é tóxico para grande parte dos seres vivos. No caso, ele prejudica o transporte de gás oxigênio pelas células sanguíneas, podendo ocasionar morte por asfixia.

ANDRE DIB/PULSAR IMAGES

» Queimada natural em uma região do Cerrado, 2016.

1

Você já escutou ou leu notícias com tema similar a essa manchete? Converse com seus colegas a respeito do assunto.

2

O aumento da temperatura média é uma das mudanças climáticas enfrentadas pelo planeta, nos últimos anos. Aponte possíveis causas para esse cenário.

Não escreva no livro

Além de gases poluentes, são liberados na atmosfera materiais particulados, que são pequenas partículas de matéria líquidas ou sólidas. Na atmosfera, essas partículas podem permanecer como poeira, fumaça e fuligem, e ocasionar danos à saúde, possivelmente provocando problemas respiratórios e até mesmo câncer.

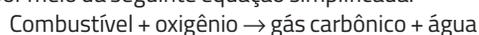
Queima de combustíveis fósseis

Os combustíveis fósseis são formados por meio de processos naturais que envolvem a decomposição da matéria orgânica ao longo de milhões de anos. São exemplos o carvão mineral e os derivados de petróleo, como o gás natural, a gasolina e o óleo *diesel*. Eles são empregados no funcionamento de veículos, na realização de alguns processos industriais e na geração de energia elétrica em alguns tipos de usinas, como as termelétricas.

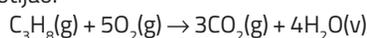
Para tal, os combustíveis fósseis participam de reações químicas que liberam energia denominadas reações de combustão. A combustão ocorre quando um combustível reage com um comburente, que, de modo geral, é o gás oxigênio. A oferta de oxigênio pode alterar os produtos que são formados na combustão, que pode, então, ser **completa**, **incompleta** ou **fuliginosa**. Quanto menos oxigênio disponível, maior a tendência de a reação ser fuliginosa.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

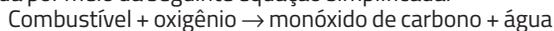
- Na combustão completa, são formados gás carbônico e água (H_2O). Ela pode ser representada por meio da seguinte equação simplificada:



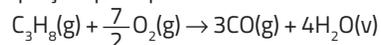
Como exemplo, veja a equação que representa a combustão completa do propano, presente no gás de botijão.



- Na combustão incompleta, são formados monóxido de carbono e água. Ela pode ser representada por meio da seguinte equação simplificada:



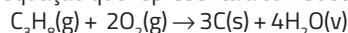
Como exemplo, veja a equação que representa a combustão incompleta do propano.



- Na combustão fuliginosa, são formadas partículas de carbono sólido (C) e água. Ela pode ser representada por meio da seguinte equação simplificada:



Como exemplo, veja a equação que representa a combustão fuliginosa do propano.



De modo geral, durante a queima, são liberados material particulado e gases, como o gás carbônico e o gás monóxido de carbono. Os gases dióxido de enxofre (SO_2) e dióxido de nitrogênio (NO_2) também podem ser emitidos durante a queima de combustíveis fósseis, os quais participam da formação da chuva ácida, assunto que será abordado na sequência. Ambos podem ocasionar irritações nos olhos, problemas respiratórios e câncer.

3 Quais hábitos você pode mudar para contribuir com a redução da poluição gerada pela queima de combustíveis fósseis?

4 Observe a imagem a seguir e explique por que algumas chamas de fogão deixam o fundo da panela com fuligem e outras não.



» Panela com fundo fuliginoso.

Não escreva no livro

» Emissão de gases poluentes por um veículo. São Paulo, SP, 2011.

CESAR DINIZ/PULSAR IMAGES

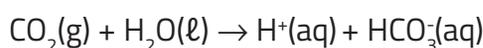


Consequências da alteração da composição da atmosfera

Os poluentes emitidos na atmosfera, assim como o material particulado liberado, podem provocar diversas consequências ao ambiente e aos seres vivos. Neste momento, estudaremos algumas delas.

Chuva ácida

A água da chuva é ligeiramente ácida, com pH em torno de 5,6, devido à presença de gás carbônico na atmosfera, que, ao reagir com a água, forma o ácido carbônico (H_2CO_3). Essa reação está representada na equação a seguir.



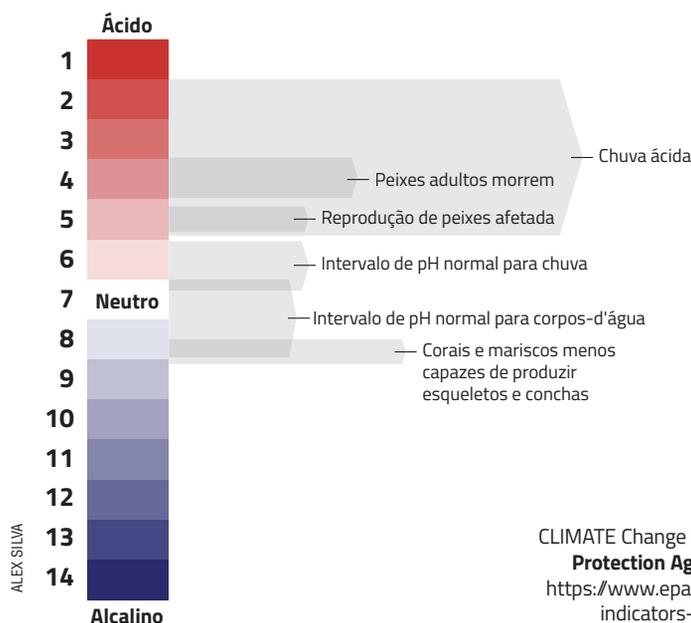
No entanto, a presença de altos níveis de gases poluentes na atmosfera, como o dióxido de enxofre (SO_2) e o óxido de nitrogênio (NO), podem levar à precipitação atmosférica com grandes quantidades de ácidos, fenômeno conhecido por chuva ácida. Isso acontece porque esses gases podem ser oxidados e reagir com a água, formando ácido nítrico (HNO_3) e ácido sulfúrico (H_2SO_4), respectivamente, conforme representado no quadro a seguir.

» Alguns ácidos presentes na chuva ácida

	Equação	Causadores
Formação do ácido carbônico	$\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$ <p style="text-align: center;"><small>< H_2CO_3 > Ácido fraco</small></p>	Queima de combustíveis e fermentação.
Formação do ácido sulfúrico	$\text{S}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_2(\text{g})$ $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{SO}_3(\text{g})$ $\text{SO}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow 2\text{H}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ $\text{S}(\text{s}) + \frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow 2\text{H}^+(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ <p style="text-align: center;"><small>Ácido forte</small></p>	Queima de combustíveis derivados do petróleo.
Formação do ácido nítrico	$\text{NO}(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NO}_2(\text{g})$ $2\text{NO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow 2\text{HNO}_3(\text{aq})$ $\text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$ <p style="text-align: center;"><small>Ácido forte</small></p>	Queima de combustíveis, em especial nos motores de explosão em automóveis.

Entre as consequências da chuva ácida, estão a acidificação de rios e lagos, que provoca a morte de inúmeros animais e vegetais sensíveis a variações do pH da água, e a acidificação do solo, que prejudica as plantações. Aos seres humanos, pode provocar irritações e problemas nas vias respiratórias.

A escala de pH a seguir demonstra as alterações da acidez da chuva normal e da chuva considerada ácida, considerando uma temperatura de 25 °C.



» Escala de pH e os efeitos da chuva ácida (cores-fantasia).

CLIMATE Change Indicators: Ocean Acidity. **Environmental Protection Agency (EPA)**, 19 jan. 2017. Disponível em: <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-ocean-acidity>. Acesso em: 29 ago. 2020.

Por ter efeito corrosivo, a chuva ácida também danifica construções, monumentos históricos e obras de arte feitos de mármore, alguns metais, cimento e outros materiais.

No geral, a chuva ácida se precipita longe das fontes emissoras de gases poluentes, visto que estes são transportados juntamente às massas de ar. Isso significa que a acidificação da chuva que cai sobre determinada cidade, ou mesmo país, pode ser decorrente das emissões de gases poluentes de outra localidade.

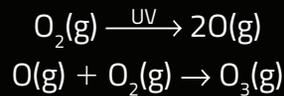


» Chafariz de Anfitrite e Tritão, no Parque Buenos Aires, danificada pela ação da chuva ácida. São Paulo, SP, maio de 2015.

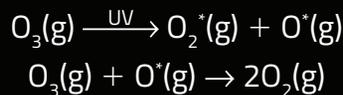
Destruição da camada de ozônio

As moléculas de gás ozônio (O_3) se concentram entre 20 km e 35 km de altura em relação à superfície terrestre – região na estratosfera denominada **camada de ozônio**. A existência dessa camada é importante para a manutenção da vida em nosso planeta, visto que ela atua como um filtro, impedindo que parte da radiação ultravioleta do Sol, nociva aos seres vivos, atinja a superfície terrestre.

A formação da camada de ozônio é um processo natural, que ocorre em função da interação entre a radiação ultravioleta e as moléculas de gás oxigênio. Na estratosfera, algumas moléculas de gás oxigênio são quebradas em átomos de oxigênio, pela ação da radiação ultravioleta. O átomo de oxigênio que é liberado une-se, então, a uma molécula de gás oxigênio, formando o gás ozônio. As equações a seguir representam a formação do gás ozônio.



Sua degradação também ocorre naturalmente, de tal forma que a radiação ultravioleta pode promover a quebra do gás ozônio em uma molécula de gás oxigênio e um átomo de oxigênio. As equações a seguir representam a degradação do gás ozônio, sendo que o asterisco (*) representa átomos com energia maior que no estado fundamental.



A formação e a degradação natural de gás ozônio, quando livre da interferência humana, se mantêm em equilíbrio, o que possibilita que a camada de ozônio seja estável.

Contudo, a concentração de gás ozônio na estratosfera é afetada pela emissão de substâncias poluentes na atmosfera por atividades humanas. Algumas substâncias que possuem cloro (Cl) em sua composição são capazes de promover a quebra da molécula de gás ozônio, o que reduz sua concentração estratosférica e altera o equilíbrio.

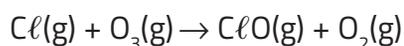
Isso resulta na formação de um buraco na camada de ozônio, que se abre a cada primavera sobre o Polo Sul e perdura por meses. Nessa região, a função da camada de ozônio torna-se comprometida, ao filtrar insuficientemente os raios ultravioleta do Sol.

» Atmosfera terrestre.

Observe a imagem a seguir que mostra a concentração de gás ozônio sobre o Polo Sul, em setembro de 2006. Essa imagem foi obtida por satélites e suas cores representam uma escala de concentração de ozônio. Tons próximos ao amarelo e ao vermelho indicam regiões de alta concentração de ozônio, enquanto tons próximos ao roxo e ao azul indicam regiões de baixa concentração de ozônio – revelando o “buraco” na camada. Tons verdes, por sua vez, indicam concentrações medianas. Neste ano, em 2006, o buraco da camada de ozônio atingiu seu maior tamanho.

Entre as substâncias que contribuem para a destruição da camada de ozônio estão os clorofluorcarbonetos (CFCs), antigamente utilizados para refrigeração em aparelhos elétricos, como ar-condicionado e refrigeradores.

Os CFCs, sob a ação da radiação ultravioleta dos raios solares, liberam átomos de cloro na atmosfera. Eles, então, podem reagir com moléculas de gás ozônio, resultando na formação de moléculas de monóxido de cloro (ClO) e de gás oxigênio, conforme representado na equação a seguir.



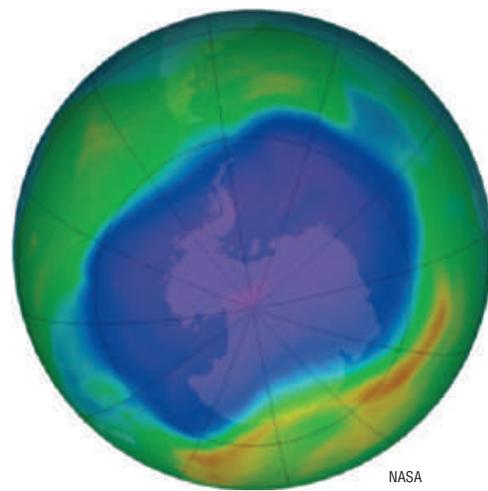
Intensificação do efeito estufa

A interação entre alguns gases da atmosfera e a radiação solar ocasiona o efeito estufa, processo natural que mantém a temperatura do planeta adequada à existência de vida tal qual conhecemos. Nesse fenômeno, a radiação solar que chega até a superfície terrestre a aquece, a qual, emite calor. Parte do calor emitido é irradiado ao espaço, e parte é absorvida por alguns gases que compõem a atmosfera, ficando retido no planeta.

Os gases capazes de absorver energia térmica, principalmente através de radiação infravermelha, contribuem para a retenção de calor na Terra e são denominados gases estufa. Entre eles, estão o gás carbônico, o gás metano e o óxido nítrico (N₂O).

As moléculas de gases de efeito estufa são poliátômicas, sendo que o espaço entre seus átomos permite uma certa vibração ao absorverem calor.

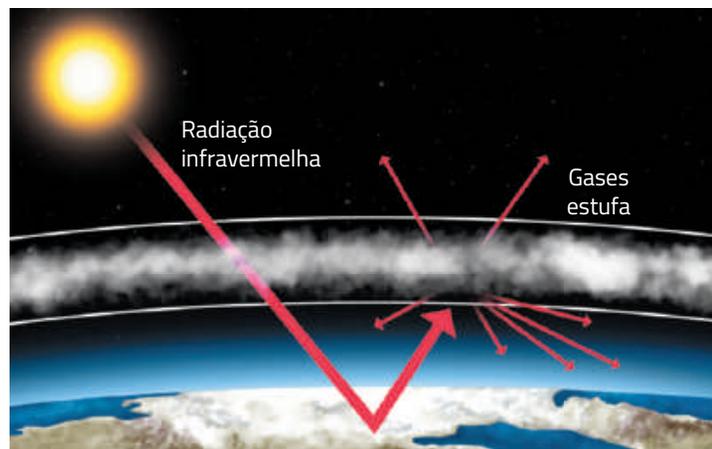
Ao vibrarem, essas moléculas liberam a radiação para outras moléculas, aumentando suas vibrações e suas movimentações, isto é, sua energia cinética, provocando maior número de colisões e aumento de troca de calor na baixa atmosfera. Essa troca dinâmica de calor entre as moléculas dos gases de efeito estufa contribui com a retenção do calor, diminuindo sua dissipação para o espaço e a consequência disso é a manutenção da temperatura da Terra.



OZONE Hole Watch. **National Aeronautics and Space Administration (Nasa)**, 24 set. 2006. Disponível em: https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/Scripts/big_image.php?date=2006-09-24&hem=S. Acesso em: 29 ago. 2020.

- » Registro da Terra feito por satélite que indica a concentração de gás ozônio sobre o Polo Sul em 24 de setembro de 2006.

- » Representação do efeito estufa (imagem sem escala e cores-fantasia).



RENAN LEEMA

O efeito estufa tem sido intensificado devido à emissão de gases poluentes na atmosfera, sobretudo de gases estufa, tais como o gás carbônico e o óxido nitroso, provenientes da queima de combustíveis fósseis, e o gás metano, produzido a partir da decomposição da matéria orgânica e em processos digestivos de alguns animais, como as vacas e as ovelhas.

O aumento da concentração de gases estufa na atmosfera promove uma maior retenção de calor, dificultando sua irradiação para o espaço. Isso faz que a temperatura média do planeta se eleve, ao que denominamos aquecimento global. Estudos apontam que nos últimos 100 anos, a temperatura média do planeta aumentou aproximadamente 1 °C, com previsões de aumentar cerca de 1,5 °C entre os anos de 2030 e 2052.

O aquecimento global provoca diversos impactos ao planeta, que serão intensificados caso a temperatura média da Terra continue a se elevar.

Um deles são as **ondas de calor extremo**, as quais podem aumentar os riscos de incêndios florestais, ou até os intensificar. Algumas queimadas que ocorrem na Austrália, por exemplo, apesar de ocorrerem naturalmente todos os anos, foram intensificadas devido às ondas de calor que provocaram a elevação da temperatura na região, em 2019. Similarmente, ondas de calor atingiram a Europa no mesmo ano e provocaram incêndios florestais.

As ondas de calor podem, ainda, favorecer a disseminação de doenças, como a dengue, em áreas ainda não atingidas por elas e podem prejudicar o plantio de alguns cultivares, tornando alguns alimentos escassos.

Outro impacto é a **alteração do regime de chuvas**, em escala global. Em alguns locais, as chuvas podem tornar-se escassas. Neste caso, pode resultar na **falta de água potável**, pois o reabastecimento dos reservatórios de água fica comprometido, e na ocorrência e/ou intensificação dos períodos de **seca** em certas localidades. Em outros, as chuvas podem ser intensificadas, aumentando a probabilidade de ocorrência de **tempestades** com ventos de alta intensidade, danificando construções e habitações.

Além disso, o aquecimento global promove o **derretimento de geleiras**, que são grandes massas de gelo localizadas na superfície terrestre. Isso ocasiona a perda de hábitat de diversos animais, tais como os ursos polares.

Essas interferências ambientais podem provocar a morte de diversas espécies de animais e plantas sensíveis a variações de temperatura e de disponibilidade de água, por exemplo. Isso significa que o aquecimento global pode promover a **redução da biodiversidade** em escala global.

BJORN FORENIUS/ALAMY/FOTOARENA

» Incêndio florestal provocado pelas ondas de calor extremo em Portugal, na Europa, no ano de 2019.

1. Analise o esquema a seguir para responder às questões que seguem.



- O esquema apresenta um impacto ambiental decorrente da poluição atmosférica. Que impacto é esse? Explique-o.
- Quais as consequências provocadas por esse impacto?
- Com base no esquema e em seus conhecimentos, é possível afirmar que os impactos decorrentes da poluição atmosférica são restritos ao local das fontes emissoras de gases poluentes? Explique sua resposta.
- Forme um grupo com seus colegas e proponham ações que podem ser adotadas no cotidiano capazes de contribuir com a minimização do impacto ambiental representado no esquema.

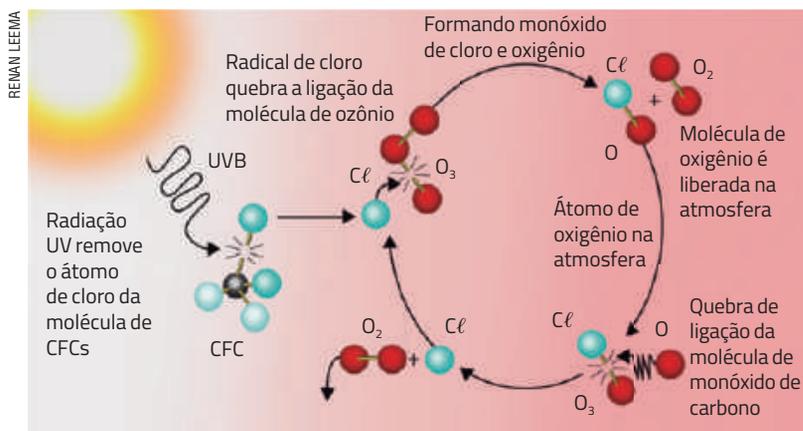
2. Analisando a tirinha, faça o que se pede nos itens (a) e (b).

CALVIN & HOBBS, BILL WATTERSON
©1987 WATTERSON / DIST. BY
ANDREWS MCMEEL SYNDICATION



- Identifique por qual meio o personagem contribuiu para o efeito estufa.
- Quais são os impactos ambientais apontados pelo personagem? Justifique.

3. A camada de ozônio foi intensamente afetada por agentes chamados de gases frêons, (CFC) usado para refrigeração. A imagem abaixo mostra as etapas químicas dessa destruição.

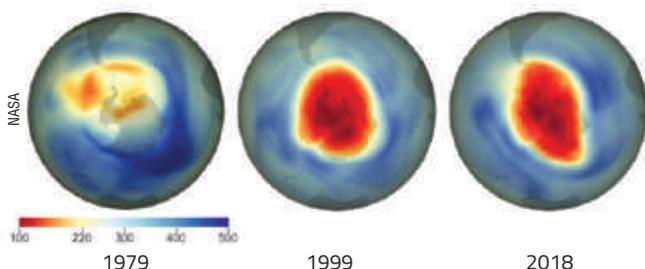


Espaços de aprendizagem

Acesse o *site* a seguir e clique para assistir ao vídeo que mostra a evolução do buraco na camada de ozônio, ano a ano, desde 1979. EARTH OBSERVATORY - NASA. Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/Ozone>. Acesso em: 29 ago. 2020.

» Ciclo de destruição do ozônio por CFC. (imagem sem escala e cores-fantasia).

- Equacione os processos químicos apresentados no ciclo de destruição do ozônio.
- Observe as imagens do buraco na camada de ozônio a seguir e estabeleça uma hipótese sobre o que ocorreu. Em seguida, faça uma pesquisa na internet sobre o assunto que confirme ou refute a sua hipótese.



» Evolução do buraco na camada de ozônio (imagem sem escala; cores-fantasia).

EARTH OBSERVATORY - NASA. Disponível em: <https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/Ozone/show-all>. Acesso em: 29 ago. 2020.

Fundamentos de Química Orgânica

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

1 Observe a imagem e formule um pequeno texto abordando os tópicos a seguir. Se necessário, realize uma pesquisa.

- O que é um produto orgânico?
- A produção de alimentos orgânicos pode ajudar a reduzir impactos ambientais? Como?
- O consumo de produtos orgânicos é benéfico à saúde? Por quê?
- A utilização da palavra orgânica remete a vários sentidos. Em Química, o que ela significa?

Não escreva no livro



» Cartaz da campanha nacional "Produto Orgânico – melhor para a vida", de 2019.

Espaços de aprendizagem

Assista ao vídeo a seguir do Ministério da Saúde, e conheça um pouco mais sobre os produtos orgânicos. A IMPORTANCIA dos alimentos orgânicos. Vídeo (6min11s). Publicado pelo canal Ministério da Saúde. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=M45XRzxB_Hw. Acesso em: 29 ago. 2020.

O elemento químico carbono ($^{12}_6\text{C}$) é encontrado naturalmente no planeta Terra de duas maneiras – na grafita e no diamante. Também é incorporado nos organismos vivos, formando grande número de compostos, entre eles os carboidratos, as proteínas e os lipídios. No processo de fossilização dos seres vivos, o carbono se acumula no petróleo, carvão mineral e gás natural, como será visto posteriormente.

Entre os milhões de compostos químicos do qual o carbono faz parte, alguns são obtidos nas transformações realizadas na indústria química, como os plásticos, medicamentos, corantes, inseticidas, cosméticos, detergentes, entre outros.

O estudo da grande maioria dos compostos químicos que possuem carbono é realizado pela área da Química chamada **Química Orgânica**.

Contudo, é importante ressaltar que alguns compostos que contêm carbono não são estudados na química orgânica, por exemplo, os derivados de carbonatos (CO_3^{2-}), o dióxido de carbono (CO_2), o monóxido de carbono (CO) e ácido cianídrico (HCN). Estes, assim como outros compostos que não possuem carbono, são denominados compostos inorgânicos.

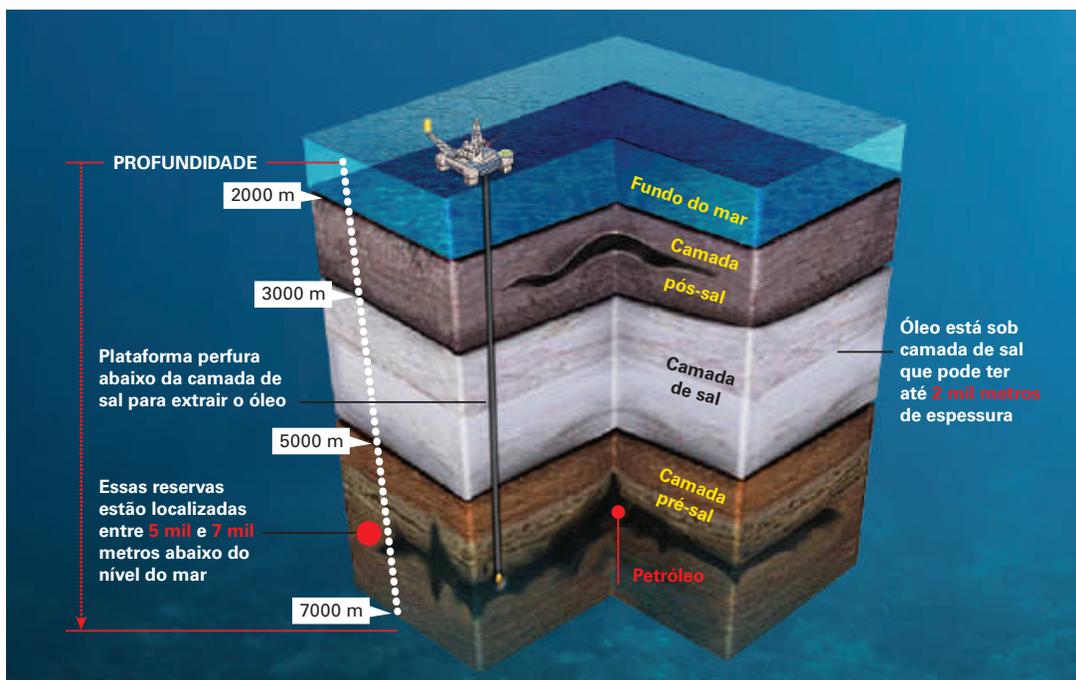
As questões de início deste tema abordaram os produtos orgânicos. O termo "orgânico", neste caso, não indica que sua produção envolva somente compostos orgânicos. Entretanto, é possível relacionar que os benefícios ambientais e de saúde proporcionados por estes produtos trouxeram impulso às pesquisas na área da química orgânica, que por sua vez desenvolve, por exemplo, adubos naturais, bioinseticidas e plásticos biodegradáveis, alternativas necessárias para que produtos possam ser rotulados como orgânicos.

Principais fontes de compostos orgânicos

O petróleo, o carvão mineral e gás natural são atualmente as principais fontes de compostos orgânicos.

Petróleo e gás natural

STUDIO CAPARROZ



Óleo está sob camada de sal que pode ter até 2 mil metros de espessura

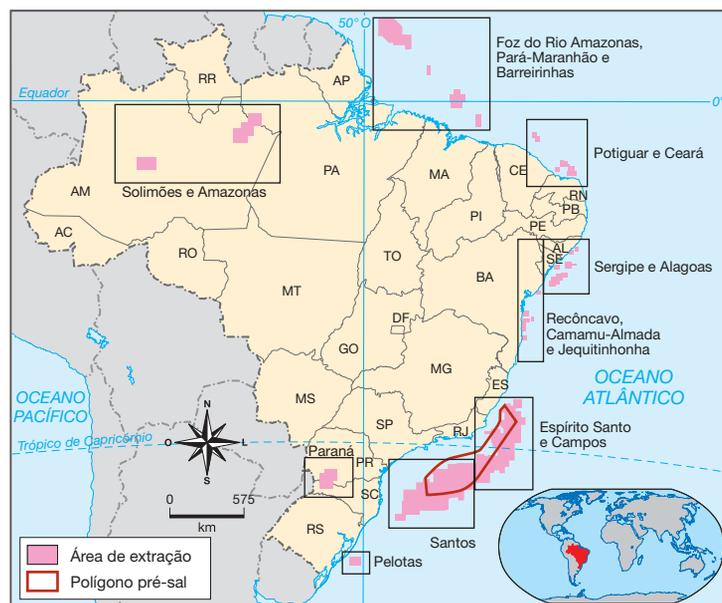
» Representação de uma plataforma oceânica de extração de petróleo em camada pré-sal (imagem sem escala; cores-fantasia).

Há milhões de anos, vegetais e animais mortos foram cobertos por camadas de sedimentos, conforme passavam parcialmente por decomposição pela ação de bactérias, em baixas concentrações de gás oxigênio. Com o tempo, sob influência das elevadas temperaturas, ocorreram reações químicas que os transformaram em compostos formados somente por hidrogênio e carbono, chamados de hidrocarbonetos, que podem ser líquidos (petróleo) ou gasosos (gás natural).

O petróleo aloja-se nos poros rochosos das bacias sedimentares formadas por camadas ou lençóis porosos de areia, arenitos ou calcários, locais chamados de jazidas de petróleo. No Brasil, boa parte do petróleo extraído é oriundo da camada de pré-sal localizada desde o litoral do Espírito Santo até Santa Catarina, tendo cerca de 800 quilômetros de extensão e 200 quilômetros de largura.

Fonte: SILVA, C. R. da. (ed). **Geodiversidade do Brasil**: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

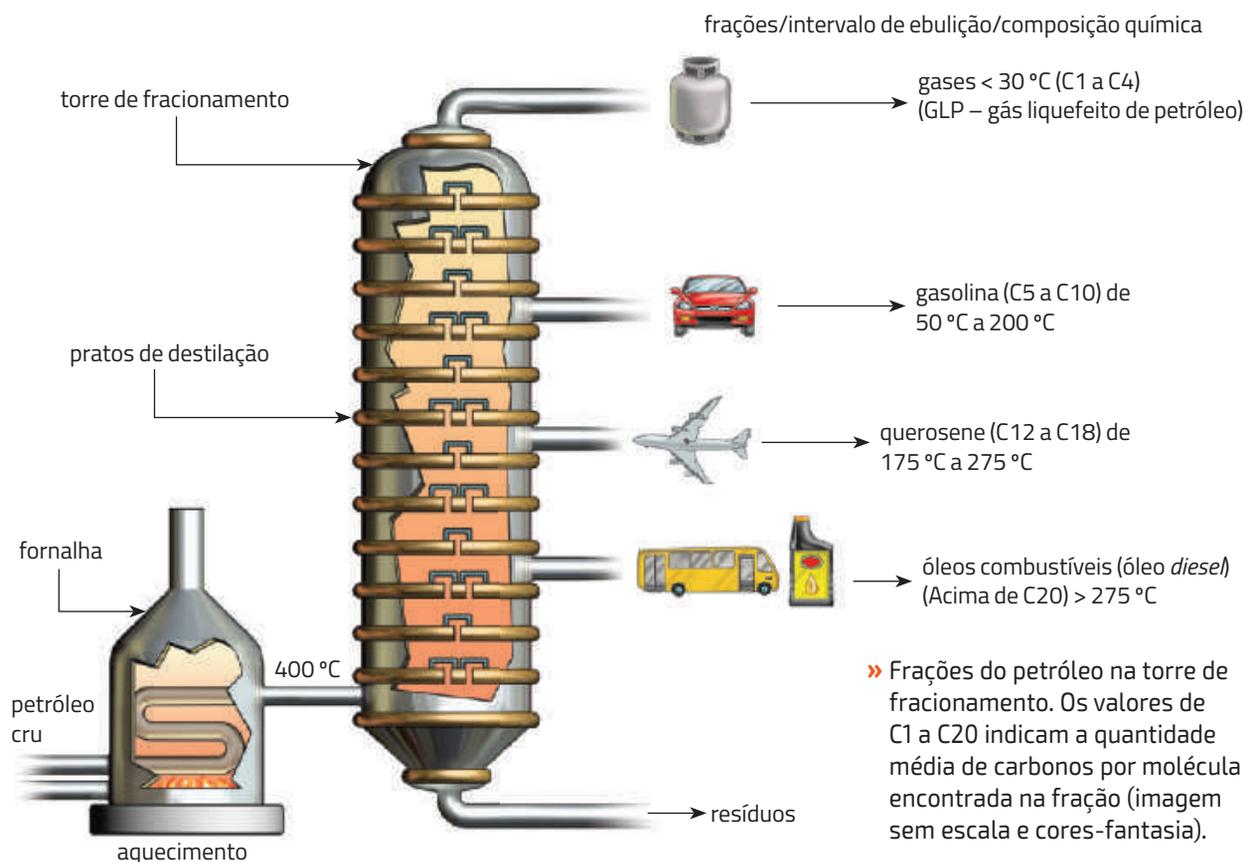
» Mapa de extração do pré-sal em território brasileiro



ALLMAPS

O petróleo que é extraído não é utilizado em sua forma bruta. Ele é refinado por meio da destilação fracionada, que separa suas frações conforme a massa molar aproximada dos hidrocarbonetos. Nessas frações, são encontradas também porções de compostos de carbono que contêm outros elementos, como o nitrogênio, o enxofre e o oxigênio.

A imagem a seguir mostra de forma generalizada as frações que são separadas na torre de destilação fracionada de petróleo.



As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

- 2 Observando a imagem da destilação fracionada do petróleo, qual a relação do número de carbonos das frações com a temperatura de ebulição?
- 3 Para um maior aproveitamento do petróleo, depois do refino ele pode passar por um processo chamado de craqueamento. Faça uma pesquisa e escreva em seu caderno o princípio desse processo e dois exemplos de produtos por ele obtidos.

Não escreva no livro

O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos que, em condições ambientes, se encontram no estado gasoso por terem baixa massa molecular. São as menores moléculas do petróleo e, em geral, sua composição é de metano, presente em maior quantidade, além de etano, propano, butano e alguns gases não orgânicos como nitrogênio, gás carbônico, sulfeto de hidrogênio e hélio.

O gás natural é normalmente encontrado logo acima do petróleo ou, em função da alta pressão existente no subterrâneo terrestre, até mesmo dissolvido no petróleo.

Carvão mineral

O carvão mineral foi formado a partir do soterramento e compactação de vegetais durante milhões de anos, em ambiente com pouco oxigênio. Conforme a pressão e a temperatura aumentavam, a celulose ($C_6H_{10}O_5$), principal matéria prima do carvão, se transformava em diferentes compostos, que diferem entre si quanto ao teor de carbono residual: turfa, linhito, hulha e antracito.

» Variação do teor de carbono no carvão

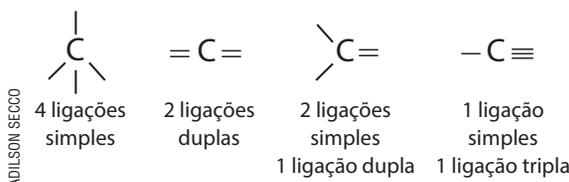
Produto	Turfa	Linhito	Hulha ou carvão betuminoso	Antracito
Teor de carbono	55%	65 a 75%	75 a 90%	90 a 96%

Fonte: TEIXEIRA, W.; TAIOLI, F.; *et al.* **Decifrando a Terra**. São Paulo. Companhia Editora Nacional. 2007.

Caraterísticas do carbono e das cadeias carbônicas

O carbono pertence ao grupo 14, portanto, é tetravalente, isto é, quatro é o número de ligações covalentes necessárias para completar oito elétrons na camada de valência, característica que confere ao carbono a capacidade de formar cadeias carbônicas de formas diferentes.

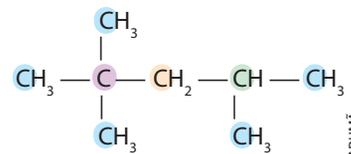
Os quatro tipos de ligações que o carbono pode apresentar na formação das cadeias são:



Além disso, os carbonos podem ser classificados conforme a posição que ocupam na cadeia carbônica.

» Classificação de carbonos em cadeias carbônicas

Classificação	Condição
Carbono primário	Faz uma ligação com outro carbono.
Carbono secundário	Faz duas ligações com outros carbonos.
Carbono terciário	Faz três ligações com outros carbonos.
Carbono quaternário	Faz as quatro ligações com outros carbonos.



Saiba mais

A estabilidade na camada de valência é atingida quando os elementos C, H, O, N, P e S realizam os seguintes números de ligações: C = 4 ligações, H = 1 ligação, O = 2 ligações, N = 3 ligações, S = 2 ligações e P = 3 ligações.

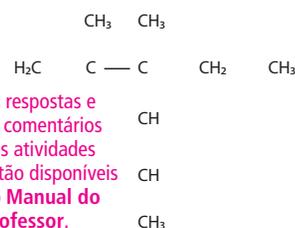
As cadeias carbônicas podem ser representadas de forma condensada, sem mostrar as ligações do hidrogênio, ou mesmo apenas por traços onde cada vértice representa um carbono. Veja, a seguir, o exemplo do butano e do ciclopropano, respectivamente.

» Formas de representação de uma cadeia carbônica

Substância	Cadeia completa	Cadeia condensada	Cadeia em traços
Butano	$ \begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	
Ciclopropano	$ \begin{array}{ccc} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ & \text{C} & / \ \backslash \\ & / \ \backslash & \\ \text{H} & \text{C} & - \ \text{C} \\ & & \\ & \text{H} & \text{H} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ / \ \backslash \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 \end{array} $	

SONIA VAZ

4 Complete a cadeia carbônica com as ligações que faltam e classifique os carbonos.



As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

SONIA VAZ

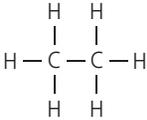
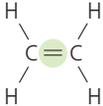
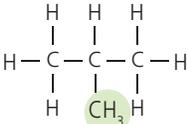
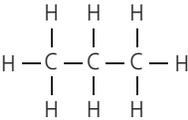
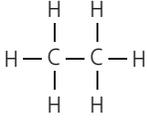
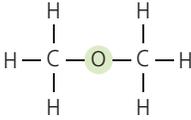
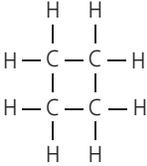
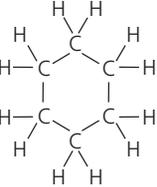
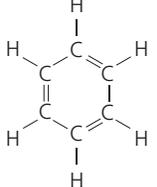
Não escreva no livro

» O butano é um dos principais componentes do gás de cozinha.

Classificação das cadeias carbônicas

As cadeias carbônicas são classificadas quanto à disposição dos átomos de carbono, quanto ao tipo de ligação, quanto a presença de átomos diferentes de carbono dentro da cadeia e quanto a sua linearidade. Vejamos cada caso.

» Classificação das cadeias carbônicas

Critérios	Classificações	Exemplos
Quanto à saturação	<p>Cadeias saturadas</p> <p>Apresentam somente ligações simples entre carbonos ao longo da cadeia carbônica.</p>	
	<p>Cadeias insaturadas</p> <p>Apresentam pelo menos uma ligação dupla ou tripla entre carbonos ao longo da cadeia carbônica.</p>	
Quanto à disposição dos átomos de carbono	<p>Cadeias ramificadas</p> <p>Apresentam pelo menos uma ramificação, ou seja, outros átomos de carbono fora da cadeia principal, ao longo da cadeia carbônica (ou mais de duas extremidades carbônicas).</p>	
	<p>Cadeias não ramificadas ou lineares</p> <p>Não apresentam ramificações ao longo da cadeia carbônica. A cadeia linear apresenta duas extremidades carbônicas.</p>	
Quanto à presença de heteroátomo	<p>Cadeias homogêneas</p> <p>Formadas exclusivamente por átomos de carbono e hidrogênio não há heteroátomo entre os carbonos.</p>	
	<p>Cadeias heterogêneas</p> <p>Formadas por pelo menos um heteroátomo, que deve estar entre átomos de carbono.</p>	
Quanto à presença de ciclos	<p>Cadeias abertas (acíclicas)</p> <p>Apresentam extremidades, os átomos de carbono não formam ciclos.</p>	<p>Todos os compostos acima têm cadeias abertas.</p>
	<p>Cadeias fechadas (cíclicas)</p> <p>Os átomos de carbono formam um ou mais ciclos. Obs.: Uma cadeia fechada com ramificação (ou seja, com pelo menos um carbono fora do ciclo) é chamada de mista.</p>	
Quanto à aromaticidade	<p>Cadeias alifáticas</p> <p>Cadeias abertas ou fechadas (nesse caso, chamadas alicíclicas) que não contêm grupos (anéis) aromáticos em sua estrutura.</p>	
	<p>Cadeias aromáticas</p> <p>Contêm grupos (anéis) aromáticos em sua estrutura, caracterizados pela alternância entre ligações simples e dupla entre carbonos.</p>	

Atividade resolvida

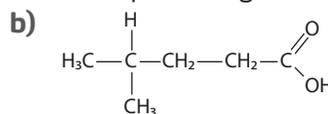
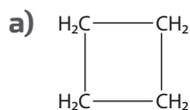
1. Dê a fórmula molecular e a classificação das seguintes cadeias carbônicas:

Resolução

Fórmula estrutural	Fórmula molecular	Classificação da cadeia
	C_8H_{18}	Aberta, ramificada, saturada, homogênea, alifática.
	C_9H_{12}	Fechada, ramificada, insaturada, homogênea, aromática.
	$C_4H_{10}O$	Aberta, não ramificada, saturada, homogênea, alifática.
	$C_5H_{11}N$	Aberta, ramificada, insaturada, heterogênea, alifática.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

5 Dê a fórmula molecular e a classificação da cadeia dos exemplos a seguir.



Não escreva no livro

Funções e nomenclatura dos compostos orgânicos

As regras de nomenclatura são definidas pela instituição IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada) e devem ser seguidas para que a comunidade científica consiga reconhecer as substâncias que estão sendo estudadas e discutidas.

Para se denominar as cadeias carbônicas deve-se levar em consideração que as substâncias orgânicas são classificadas em diferentes funções dependendo do arranjo dos átomos dentro das moléculas. Moléculas com um mesmo grupo funcional geralmente apresentam comportamento químico semelhante.

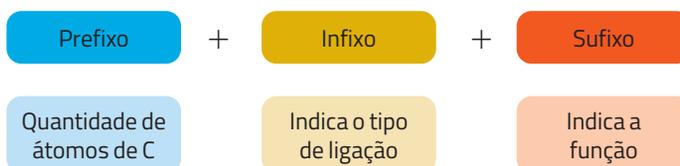
Função hidrocarboneto

É característica de alcanos, que possuem apenas ligações simples na molécula, alcenos, que possuem uma dupla ligação, alcinos, que possuem uma tripla ligação, e alcadienos, que possuem duas duplas ligações.

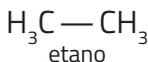
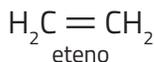
Os compostos orgânicos são nomeados seguindo regras. De forma geral, o **prefixo** indica o número de carbonos na cadeia principal, o **infixo** indica o tipo de ligação – simples (an), dupla (en) ou tripla (in) e o **sufixo** indica a função.

» Nomenclatura de compostos orgânicos

Número de átomos de carbono	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
prefixo	met	et	prop	but	pent	hex	hept	oct	non	dec



Exemplos de hidrocarbonetos, cujo sufixo é **(o)**:



Atividade resolvida

2. Dê nome à substância: $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$

► Resolução

Prefixo: **prop** porque a cadeia tem 3 carbonos.

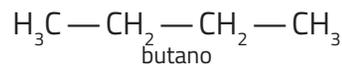
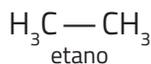
Infixo: **en** porque existe dupla ligação.

Sufixo: **(o)** porque é um hidrocarboneto.

Nome: **propeno**.

Alcanos

Exemplos de alcanos:

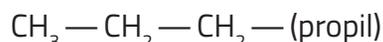
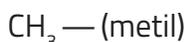


Os hidrocarbonetos presentes no petróleo, por exemplo, são alcanos, assim como no caso do GLP (gás liquefeito do petróleo), que é formado majoritariamente por uma mistura de propano e butano.

» Alcanos ramificados

Para dar nome às cadeias ramificadas, deve-se seguir alguns passos preliminares:

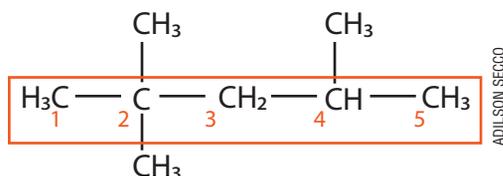
1. Escolher a cadeia principal, que é a maior quantidade de carbonos contínuos.
2. Numerar a cadeia principal iniciando da extremidade mais próxima das ramificações.
3. Identificar os tipos de ramificações presentes fora da cadeia e o número do carbono da cadeia principal que as ramificações estão ligadas. Exemplos de nomenclatura de ramificações:



4. Usar números para identificar posições e usar di, tri ou tetra para indicar quantidade.

Atividade resolvida

3. Dê o nome oficial à cadeia do isoctano apresentada a seguir.



► Resolução

Apesar de as ramificações iniciarem no carbono 2 da cadeia principal de ambos os lados, privilegia-se o lado esquerdo porque tem duas ramificações. Como no carbono 2 temos duas ramificações metil e no carbono 4 temos outra ramificação metil, escreve-se 2,2,4-trimetil para a porção do nome referente às ramificações.

Para a porção referente à cadeia principal, tem-se prefixo (pent) porque a cadeia principal tem 5 carbonos, infixo (an) porque é um alcano e sufixo (o) por ser hidrocarboneto.

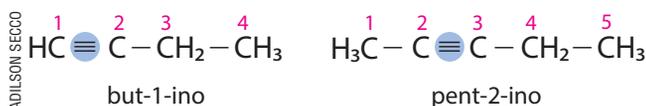
Colocam-se vírgulas entre números de uma mesma ramificação e traços para inserir uma palavra, um nome. Assim, temos:

Nome oficial IUPAC: 2,2,4-trimetil-pentano ou 2,2,4-trimetilpentano.

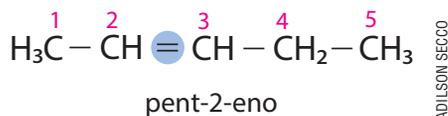
Nomes usuais: Isoctano ou gasolina.

Alcenos e alcinos

Além das ramificações, se houver, a nomenclatura oficial dos compostos insaturados deve apresentar também o local da insaturação. A numeração da cadeia deve iniciar na extremidade mais próxima da insaturação, como nos exemplos a seguir.



Observe que no nome da cadeia principal coloca-se antes do infixo o número do carbono da cadeia principal em que a insaturação se encontra.



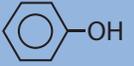
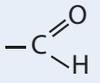
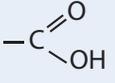
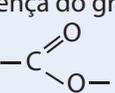
Funções oxigenadas e nitrogenadas

O oxigênio faz duas ligações que podem ser duas simples, como nos éteres e álcoois, ou uma dupla, como nas cetonas e aldeídos, entre outros. A numeração da cadeia principal sempre começa da extremidade mais próxima das funções oxigenadas, mesmo que haja insaturações, de acordo com a seguinte ordem de prevalência:

Funções > insaturações > ramificações

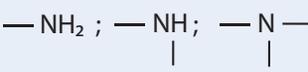
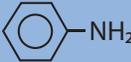
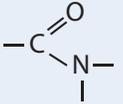
O quadro a seguir mostra a representação dos grupos funcionais que caracterizam as funções orgânicas oxigenadas. Nele, considere (R) como uma cadeia de carbonos variável.

» Funções orgânicas oxigenadas

Função	Característica	Representação	Exemplos	Sufixo
Álcool	—OH ligado a carbono saturado	$R-OH$	H_3C-OH metanol	OL
Fenol	—OH ligado a carbono aromático	$Ar-OH$	 fenol comum	Fenol
Aldeído	Presença do grupo 	$R-C(=O)H$	$H_3C-CH_2-C(=O)H$ propanal	AL
Cetona	Presença do grupo  entre carbonos	$R-C(=O)R'$	$H_3C-C(=O)CH_3$ propanona (acetona)	ONA
Ácido Carboxílico	Presença do grupo 	$R-C(=O)OH$	$H_3C-C(=O)OH$ ácido etanoico (ácido acético)	ÓICO
Ester	Presença do grupo 	$R-C(=O)O-R'$	$H_3C-C(=O)O-CH_3$ etanoato de metil(a)	OATO de ILA
Éter	Presença do hétéro-átomo oxigênio entre carbonos	$R-O-R'$	$H_3C-O-CH_3$ metóxi-metano	OXI
Enol	(OH) - hidroxila ligada a carbono com dupla ligação	$R=C-OH$	$H_2C=CH-OH$ etenol	ENOL

As funções nitrogenadas mais comuns são aminas e amidas, como mostra o quadro a seguir.

» Funções orgânicas nitrogenadas

Função	Característica	Representação	Exemplos	Sufixo
Amina	Presença do grupo —NH ₂ ; —NH—; —N— 	$R-NH_2$; $R-NH-R'$ $R-N(R'')R''$	H_3C-NH_2 metil-amina  fenil-amina (anilina)	Amina
Amida	Presença do grupo 	$R-C(=O)N-$	$H_3C-C(=O)NH_2$ etanamida	Amida

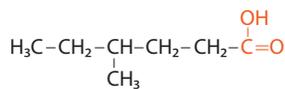
Atividade resolvida

4. Faça a fórmula estrutural do etoxietano e do ácido 4-metil-hexanoico.

Resolução



Etoxietano



Ácido 4-metil-hexanoico
ou 4-metilexanoico

SONIA VAZ

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

6. Faça a fórmula estrutural das seguintes substâncias:

a) etanoato de propila

b) butanona

c) trimetilamina

d) 2-butanol

Não escreva no livro

As substâncias orgânicas apresentam arranjos estruturais diferentes para o mesmo número de átomos. Esse conhecimento será abordado mais profundamente em isomeria.

Espaços de aprendizagem

Para conhecer a importância histórica das substâncias orgânicas leia: **Os botões de Napoleão- As 17 moléculas que mudaram a história**.

LE COUTEUR, P.; BURRESON, J. **Os botões de Napoleão - As 17 moléculas que mudaram a história**. Ed. Zahar – São Paulo, 2006.

Isomeria

Essa área da ciência estuda as substâncias que têm a **mesma fórmula molecular e diferentes fórmulas estruturais**. Seu nome tem origem grega, no qual o termo "iso" significa "igual" e o termo "mero" significa "parte". Existem duas classificações para a isomeria, a isomeria plana, também chamada de estrutural, e a isomeria espacial.

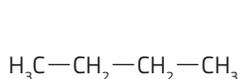
Isomeria plana

A isomeria plana estuda as diferentes formas de se estruturar as cadeias carbônicas, e ela se divide principalmente em cadeia, posição e função.

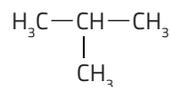
Isomeria de cadeia

Substâncias com a mesma fórmula molecular e cadeias carbônicas diferentes.

Fórmula molecular: C_4H_{10}



butano
(não ramificado)



metilpropano
(ramificado)

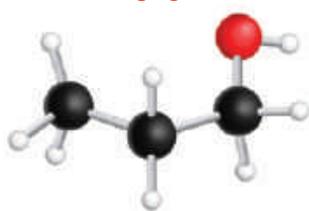
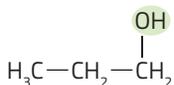
LUIS MOURA

» Representação das estruturas tridimensionais do butano e do metilpropano (imagem sem escala; cores-fantasia).

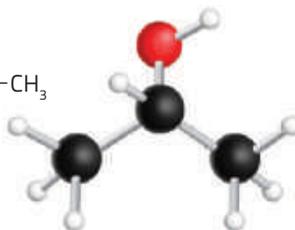
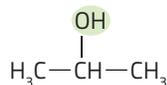
Isomeria de posição

Substâncias com a mesma fórmula molecular e o que muda é a posição de insaturações, funções ou ramificações.

Fórmula molecular: C_3H_8O



propan-1-ol



propan-2-ol

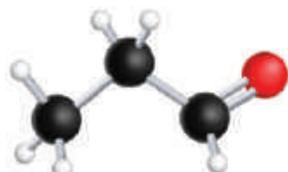
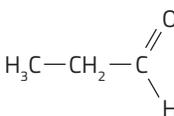
» Representação das estruturas tridimensionais do propan-1-ol e do propan-2-ol (imagens sem escala; cores-fantasia).

Isomeria de função

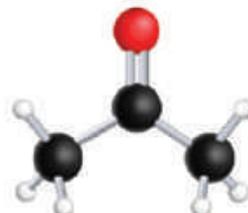
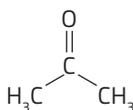
Substâncias com a mesma fórmula molecular, porém com grupos funcionais distintos. São comuns as isomerias de função entre álcool e éter, aldeído e cetona, e ácido carboxílico e éster.

Exemplo:

Fórmula molecular: C_3H_6O



propanal



propanona

» Representação das estruturas tridimensionais do propanal e da propanona (imagens sem escala; cores-fantasia).

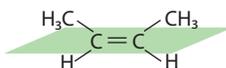
Isomeria espacial

Esse tipo de isomeria analisa a molécula no espaço. Os isômeros possuem mesma fórmula molecular e mesma fórmula estrutural, porém é no seu posicionamento espacial que se encontram as diferenças. São isomerias espaciais a isomeria geométrica, também chamada de cis-trans, e a isomeria óptica.

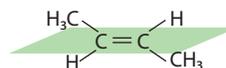
Isomeria geométrica ou cis-trans

A isomeria cis-trans compara isômeros onde a fórmula estrutural plana e todas as suas características planas são iguais, porém a observação tridimensional mostra substâncias diferentes.

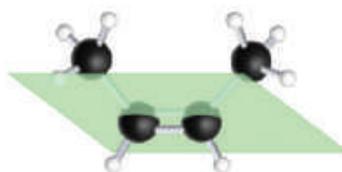
Para acontecer a isomeria cis-trans em moléculas abertas, é necessária a presença de ao menos uma dupla ligação com ligantes diferentes no mesmo carbono. Em relação a ela, isômeros cis possuem ligantes iguais no mesmo lado e isômeros trans possuem ligantes iguais em lados opostos, como exemplo a seguir.



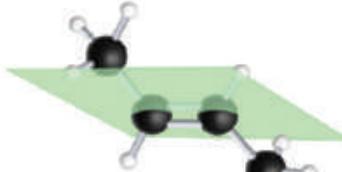
grupos metil ($-CH_3$)
do mesmo lado do plano



grupos metil ($-CH_3$)
em lados opostos do plano



cis-but-2-eno



trans-but-2-eno

» Representação das estruturas tridimensionais do cis-but-2-eno e do trans-but-2-eno (imagens sem escala; cores-fantasia)

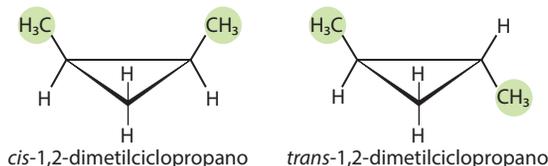
As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

7 Usando a fórmula molecular C_4H_8 , dê um exemplo de par de isomeria de cadeia e um exemplo de par de isomeria cis-trans.

Não escreva no livro

» Isomeria geométrica em moléculas cíclicas

Ocorre em cicloalcanos com ligantes diferentes em posições lados opostos do ciclo, como exemplo a seguir.

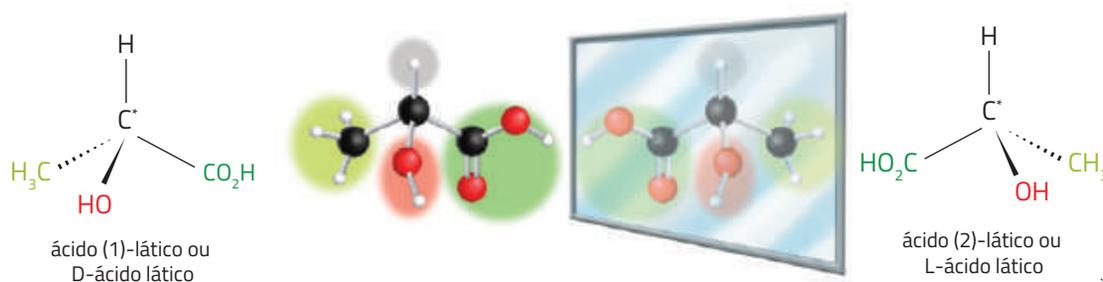


ADILSON SECCO

Isomeria óptica

É um tipo de isomeria que acontece pela sua assimetria. Nos isômeros ópticos deve-se encontrar carbonos quirais, também chamados de carbonos assimétricos, que são carbonos com 4 ligantes diferentes comumente representados por um asterisco (*).

Além disso, isômeros ópticos são moléculas que não se superpõem às suas respectivas imagens especulares em espelhos, chamadas de enantiômeros.



LUÍS MOURA

O Polarímetro é o aparelho utilizado para medir a rotação da luz polarizada por meio de uma solução de substância opticamente ativa. Se a luz polarizada desviar para direita, denominamos de isômero (d) ou dextrogiro, se a luz polarizada desviar para esquerda, chamamos de isômero (l) ou levogiro.

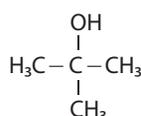
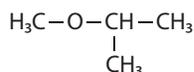
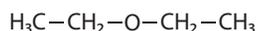
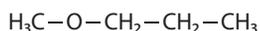
Atividade resolvida

5. Com a fórmula $C_4H_{10}O$, qual dos isômeros possui isomeria óptica?

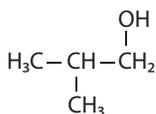
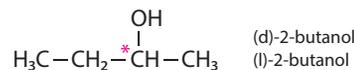
A única fórmula dos isômeros do $C_4H_{10}O$ que possui carbono assimétrico é o 2-butanol.

Resolução

Isômeros sem carbono assimétrico



Isômero com carbono assimétrico

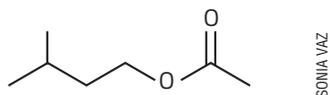


ADILSON SECCO

1. A octanagem é a capacidade da gasolina de resistir à queima no interior do motor. Ela é um índice de resistência de um determinado combustível à detonação. Recentemente uma lei regulamentou o aumento da octanagem da gasolina brasileira. Sobre o assunto responda.

- Quais as vantagens e desvantagens em se ter uma gasolina com maior octanagem? Se necessário, faça uma pesquisa sobre o assunto.
- Escreva a fórmula molecular e estrutural do octano (matéria-prima da gasolina).

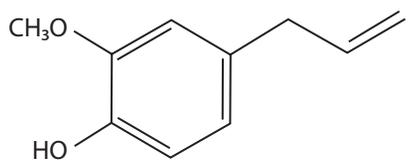
2. Quando uma colmeia de abelhas está correndo por algum perigo, exalam no ar um feromônio chamado acetato de isoamila que serve de sinal para as outras abelhas ajudarem no combate de invasores. Veja sua fórmula estrutural.



SONIA VAZ

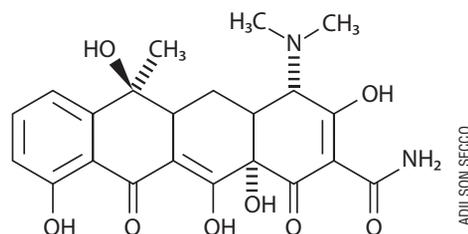
- Analisando a fórmula estrutural do feromônio, classifique a sua cadeia carbônica.
- Identifique e classifique os carbonos presentes na estrutura.

3. Durante a época das grandes navegações o cravo-da-Índia era uma das especiarias mais comercializadas. Nele existe um aroma característico identificado pela substância orgânica eugenol representada pela imagem a seguir.



ADILSON SECCO

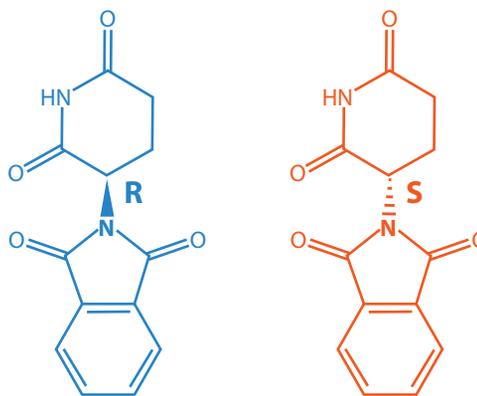
- Indique as quantidades dos carbonos primários, secundários e terciários presentes na fórmula estrutural do cravo da Índia.
 - Escreva a fórmula molecular desse composto.
4. Com o avanço da medicina são produzidos diversos tipos de medicamentos. Incluindo os antimicrobianos, como o cloridrato de tetraciclina. Esse composto é um agente bacteriostático que inibe ou impede o desenvolvimento de bactérias. Observando sua estrutura, responda.



ADILSON SECCO

- Escreva quais funções orgânicas a molécula apresenta.
- Cite a fórmula molecular do composto.

5. Entre as décadas de 50 e 60, o medicamento chamado talidomida foi amplamente receitado para mulheres grávidas, pois o remédio aliviava enjoos da gravidez. Porém, um dos efeitos colaterais do composto era a má formação dos fetos. A talidomida é um composto com atividade óptica; sendo que possui dois enantiômeros um dextrogiro (R) (desvia o plano de luz polarizada para a direita) e outro levogiro (S) (desvia o plano de luz polarizada para a esquerda).



(+) - R - TALIDOMIDA (Sedativo)

(-) - S - TALIDOMIDA (Teratogênico)

ADILSON SECCO

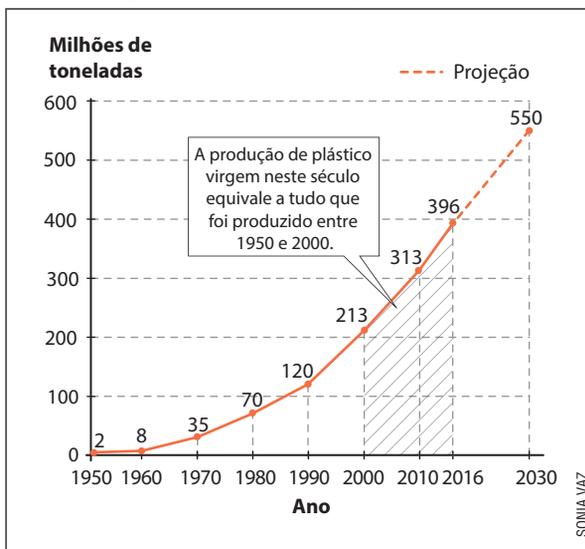
- Identifique qual é o carbono assimétrico. Justifique.
- Identifique as funções presentes na talidomida.
- A talidomida é um exemplo de composto orgânico no qual um de seus enantiômeros traz prejuízos ao desenvolvimento do ser humano. Entretanto, algumas formas enantioméricas não trazem prejuízos diretos, seja ao organismo humano ou ao ambiente, somente não possuem o efeito desejado. Faça uma pesquisa e identifique outros compostos enantioméricos que podem gerar prejuízos ou, não ter a eficiência de seu isômero no corpo humano ou no ambiente.

Reações orgânicas

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Analise o gráfico a seguir.

» Produção mundial de plástico até hoje



Espaços de aprendizagem

Acesse o *link* a seguir e analise os gráficos sobre a produção de plástico no Brasil e no mundo. Assista também a um vídeo bem interessante sobre o assunto. VASCONCELOS, Y. Planeta plástico. **Pesquisa Fapesp**, jul. 2019. <https://revistapesquisa.fapesp.br/planeta-plastico/>. Acesso em: 31 ago. 2020.

VASCONCELOS, Y. Planeta plástico. **Pesquisa Fapesp**, jul. 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2019/07/08/planeta-plastico/>. Acesso em: 27 ago. 2020.

Os compostos orgânicos podem reagir entre si de diferentes maneiras e formar grande número de produtos que utilizamos em nosso cotidiano, como os plásticos. Nesse tema, vamos estudar alguns tipos de reações orgânicas que acontecem e que são importantes para nossa sociedade e ambiente.

Reação de obtenção do etanol

O etanol é obtido da fermentação de vegetais, cereais ou frutas que contém alto teor de açúcar. A maioria do etanol brasileiro é obtido da cana de açúcar, e um dos principais motivos do início de sua produção foi a dependência do país do petróleo importado.

Foi a partir de 2003, com a introdução dos veículos flex – que admitem qualquer porcentagem de etanol na mistura de combustíveis – é que o **setor sucroalcooleiro** ganhou grande impulso.

| **Setor sucroalcooleiro:** setor responsável pela produção de açúcar e de álcool.

1 Embora a maioria dos plásticos sejam recicláveis, nem todos o são. Faça uma pesquisa e escreva em seu caderno quais são os tipos de plástico que não podem ser reciclados e qual o melhor destino para eles. Com base em sua pesquisa, identifique qual é o problema que o gráfico apresenta.

A produção do etanol combustível foi idealizada principalmente por motivos econômicos, em uma época onde não havia grande conscientização sobre questões de sustentabilidade. Entretanto, esse cenário mudou. Faça uma pesquisa sobre as vantagens e as desvantagens associadas à produção do etanol no atual cenário mundial. Com o resultado de sua pesquisa, forme um grupo com seus colegas e realizem um debate sobre essa questão.

Não escreva no livro

Produção de etanol por fermentação e reação de adição

Os passos a seguir apresentam uma visão geral de como se dá a produção do etanol por fermentação da cana-de-açúcar.

Etapas da produção de etanol

- 1) Lavagem:** após a colheita, a cana que chega à indústria é lavada para retirada de impurezas. Ela também passa por um eletroímã para retirada de contaminantes ferrosos.
- 2) Moagem e peneiramento:** a cana segue para o processo de moagem e peneiramento. Entre 70 a 80% dessa moagem se torna caldo de cana que vai ser transformado em açúcar e etanol. No peneiramento o bagaço é separado, e pode ser utilizado como biomassa para a produção de energia elétrica pela própria indústria.
- 3) Decantação:** nessa etapa o caldo é levado a um tanque para que ocorra a decantação do restante das impurezas.
- 4) Aquecimento:** o caldo clarificado é aquecido, pré-evaporado e misturado com água até formar o 'mosto'.
- 5) Fermentação:** o mosto é uma solução açucarada que é misturada ao fermento, formado por microrganismos responsáveis pela fermentação alcoólica, as leveduras. Por meio de seu metabolismo, os açúcares são transformados em álcool e gás carbônico. Essa fermentação ocorre até a formação do vinhoto, um subproduto que tem cerca de 10% de etanol.
- 6) Destilação:** o vinhoto é purificado por centrifugação, e segue para a usina de destilação onde o álcool é separado da água.
- 7) Retificação e desidratação:** o álcool produzido é chamado de hidratado, com 96% de álcool. Parte dele vai ser desidratado, virando álcool anidro, com mais de 99,5% de álcool. Este álcool é misturado à gasolina.
- 8) Armazenamento e distribuição:** o álcool hidratado e o álcool anidro estão prontos para serem armazenados e distribuídos.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

- 3** A cana pode passar por um processo de limpeza a seco e separação da palha. A palha pode ser utilizada como adubo orgânico se depositada sobre o solo, entretanto, grande parte é queimada. A palha da cana possui um teor de cloro em sua composição, o que pode propiciar a formação do ácido clorídrico (HCl) durante sua queima. Cite um problema ambiental relacionado a este fato.

Não escreva no livro

- » Plantação de cana-de-açúcar com usina de álcool ao fundo. Ipaussu/SP, Brasil. Fevereiro de 2015.



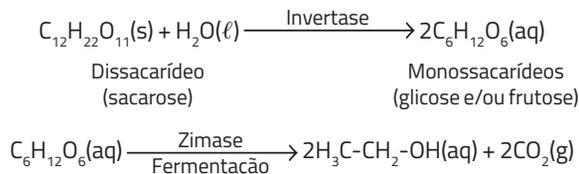
As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

4 O bioetanol é também conhecido como etanol de 2ª geração. Faça uma pesquisa e verifique se existem vantagens na produção deste tipo de álcool em relação ao etanol de 1ª geração.

Não escreva no livro

Reação por fermentação

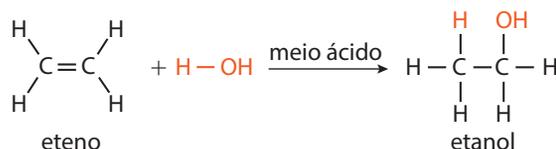
Durante a fermentação alcoólica realizada pelas leveduras, reações químicas que ocorrem em seu metabolismo para a quebra do açúcar (sacarose) em glicose e frutose ocorre por meio da enzima invertase, e para quebra da glicose formando etanol, a enzima zimase. Veja.



Outro produto que pode ser produzido a partir da cana-de-açúcar é o bioetanol. A diferença é que este produto é obtido a partir do bagaço da cana-de-açúcar. Entretanto, a dificuldade em sua produção está na degradação da parede celular das células que formam a cana-de-açúcar. Para isso, é utilizado um coquetel enzimático, uma mistura de diversas enzimas para retirar o açúcar do bagaço e posteriormente ocorrer a fermentação.

Obtenção de etanol por reação de adição

Outra maneira de obtenção do etanol é a partir do petróleo. O eteno, também chamado de etileno, é um derivado do petróleo obtido na indústria petroquímica. Reações de adição acontecem geralmente na insaturação de alcenos e alcinos, em que dois reagentes formam um único produto. De modo geral, ocorre o rompimento da dupla ou tripla ligação e a adição de dois novos grupamentos, como exemplificado pela reação de formação do etanol a seguir.



Reação de oxidação do etanol

Os álcoois podem ser classificados segundo alguns critérios. Um deles se refere ao carbono em que está ligada a hidroxila (OH), conforme quadro de exemplos de álcoois.

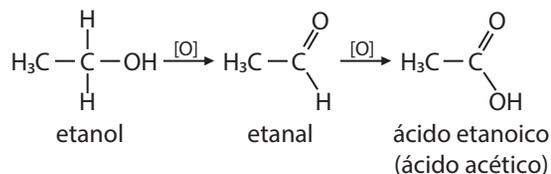
Exemplos de álcoois primário, secundário e terciário			
Fórmula estrutural			
Fórmula molecular	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$
Classificação	Álcool primário	Álcool secundário	Álcool terciário

● carbono primário ● carbono secundário ● carbono terciário ● hidroxila

Em álcoois, a oxidação acontece em contato com agentes oxidantes, como o oxigênio presente no ar, o dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), composto presente no teste do bafômetro, entre outros.

Um exemplo de produto obtido pelo processo de fermentação, e consequente oxidação do etanol, é o vinagre de uva, uma mistura de ácido acético (ácido etanoico), água e outros componentes que conferem sabor e cor. Em seu processo de produção, o álcool primário – como o etanol – passa por duas etapas: a parcial, que o transforma em aldeído, e a enérgica, que transforma o aldeído em ácido carboxílico, neste caso o ácido etanoico, ou ácido acético.

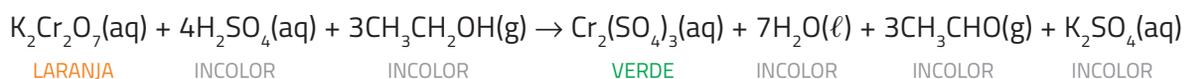
Na representação do processo de oxidação do etanol, ao lado, considere a representação [O] como presença de agente oxidante.



SONIA VAZ

Saiba mais**Teste do bafômetro**

O etilômetro é o nome do aparelho utilizado para identificar a concentração de álcool na corrente sanguínea de uma pessoa, em um teste popularmente chamado de teste do bafômetro. Ele funciona a partir de uma reação de oxirredução envolvendo dicromato de potássio e etanol em meio ácido, com formação de sulfato de cromo ($Cr_2(SO_4)_3$) e **etanal**, entre outros produtos.



A confirmação de que há reação, pode ser por método colorimétrico ou digital, a depender do modelo do bafômetro. A primeira se dá através da transformação do dicromato de potássio, que é laranja, em sulfato de cromo, que é verde, indicando visualmente que a pessoa está com uma concentração de álcool no sangue acima do permitido. Se a concentração de álcool estiver dentro do permitido, não há reação, e, conseqüentemente, a cor permanece laranja. Caso o aparelho seja digital, lê-se, com maior precisão, a concentração de álcool diretamente em um visor acoplado ao próprio aparelho.



ERNESTO REGRAN/PULSAR IMAGES

» Pessoa utilizando o bafômetro digital. Nele, um bocal esterilizado é colocado no aparelho, pelo qual a pessoa deve soprar forte, por pelo menos cinco segundos.



LEANDRO FERREIRA/FOTOARENA

» Bafômetro passivo.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

5

O teste do bafômetro é comumente realizado em motoristas, como maneira de fiscalizar, orientar e punir quem dirige alcoolizado, prática proibida por lei. Os infratores são multados e presos. Faça uma pesquisa e elabore uma apresentação digital sobre os principais efeitos do álcool no corpo e os perigos de se dirigir sobre seu efeito. Utilizem a apresentação elaborada para a montagem de um panfleto virtual que possa ser compartilhado nas redes sociais de maneira a conscientizar as pessoas sobre estes problemas.

Não escreva no livro

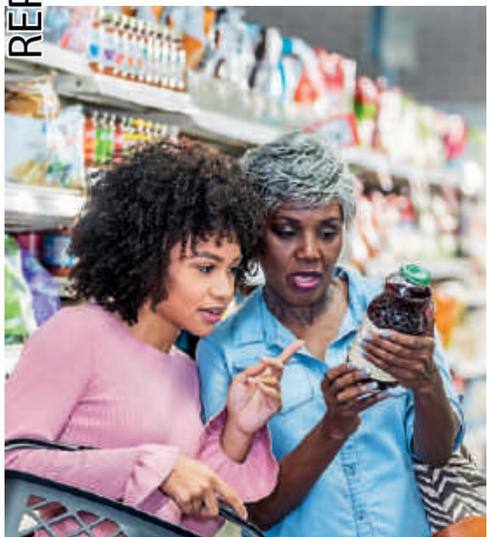


» Abelhas *Apis cerana*.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

Analise o rótulo de produtos alimentares industrializados que você costuma consumir e procure pela presença de aromatizantes artificiais. Discuta os resultados de sua análise com seus colegas.

Não escreva no livro



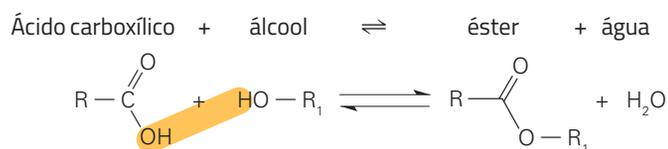
» É importante conhecer a composição dos produtos consumidos e, preferencialmente, optar por alimentos *In natura* ou com o menor teor de compostos artificiais possível.

Reação de esterificação

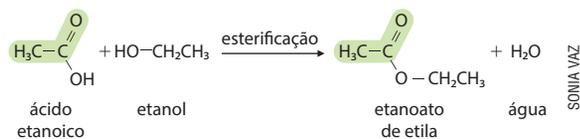
Em geral, os ésteres têm odor agradável e junto com outros compostos são responsáveis pelo aroma e sabor de flores e frutas. Alguns animais apresentam ésteres como feromônios de comunicação. As abelhas, por exemplo, exalam acetato de isoamila como feromônio de alerta.

Ésteres podem ser sintetizados industrialmente com a intenção de simular os que existem na natureza ou mesmo criar aromas e sabores, como os flavorizantes.

A reação de esterificação acontece da seguinte forma, onde R e R₁ são radicais orgânicos:



Para exemplificar, segue a reação de esterificação entre o ácido etanoico e o etanol, que produz o etanoato de etila e água. Note como a cadeia principal do ácido se mantém inalterada durante a reação.



Saiba mais

Veja, no quadro a seguir, alguns exemplos de flavorizantes comumente utilizados no Brasil.

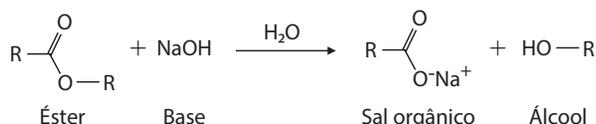
Principais aromatizantes utilizados no Brasil		
Nome usual do éster	Fórmula	Aroma/sabor
Butanoato de etila	C ₃ H ₇ - COO - C ₂ H ₅	Abacaxi
Formato de isobutila	H - COO - C ₄ H ₉	Framboesa
Etanoato de octila	CH ₃ - COO - C ₈ H ₁₇	Laranja
Etanoato de 3-metilbutila	CH ₃ - COO - C ₅ H ₁₁	Banana
Nonilato de etila	C ₈ H ₁₇ - COO - C ₂ H ₅	Rosa
Acetato de etila	CH ₃ - COO - C ₂ H ₅	Menta

Fonte: CRUZ, S. H. Cor, aromas e sabor em alimentos. **e-Disciplinas**, [20--]. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3401608/mod_resource/content/1/Aditivos%20em%20alimentos%202017.pdf. Acesso em: 1 set. 2020.

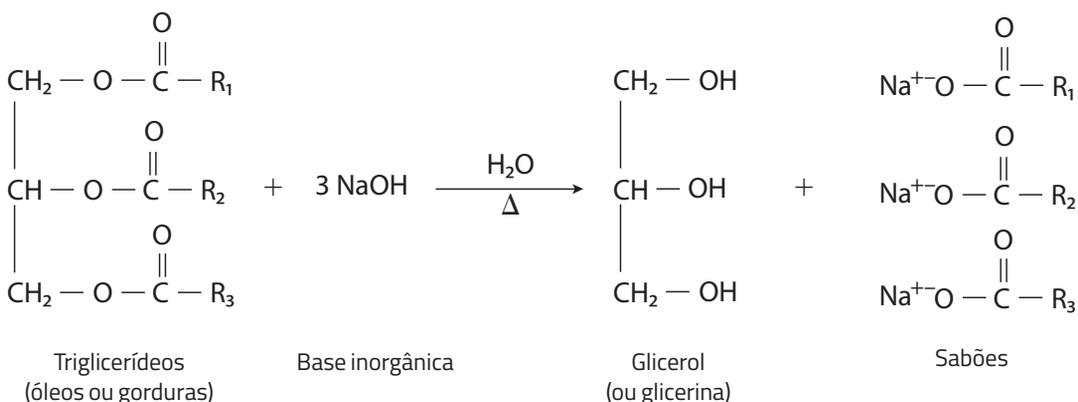
Reação de saponificação

Sabão é um sal orgânico produzido geralmente a partir de ésteres presentes em gorduras animais ou vegetais e uma base forte, que em geral é o hidróxido de sódio (NaOH).

Em meio aquoso, o éster reage com a base formando o sal orgânico e liberando álcool, conforme a reação genérica a seguir.

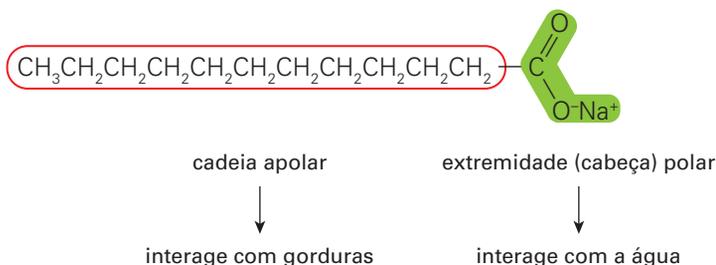


Como exemplo, segue a equação de um dos processos industriais mais comuns de produção de sabão, em que uma molécula de triéster do glicerol (triglicerídeo), em meio básico, origina três moléculas de sabão e uma de glicerol.



Diferença entre sabão e detergente

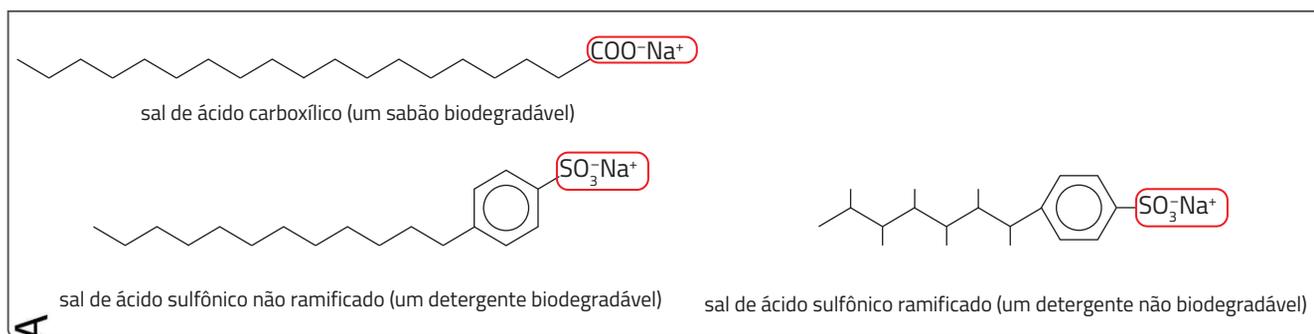
Sabões são produzidos a partir de gorduras de origem natural, animal ou vegetal, e o que os identifica é ter como parte polar o grupamento COO^- , conforme exemplo genérico a seguir.



São geralmente biodegradáveis, isto é, são decompostos por microrganismos decompositores porque resultam de gorduras que já eram naturais e biodegradáveis.

Detergentes tem a mesma composição estrutural de possuir uma cadeia apolar longa de carbonos e uma extremidade polar. A diferença é que os detergentes são produzidos de derivados do petróleo, de modo que os grupamentos que formam sua região polar são diferentes do sabão. Detergentes podem ser biodegradáveis ou não, sendo que aqueles que apresentam cadeia carbônica ramificada geralmente não são biodegradáveis.

» Comparação estrutural entre sabão e detergentes

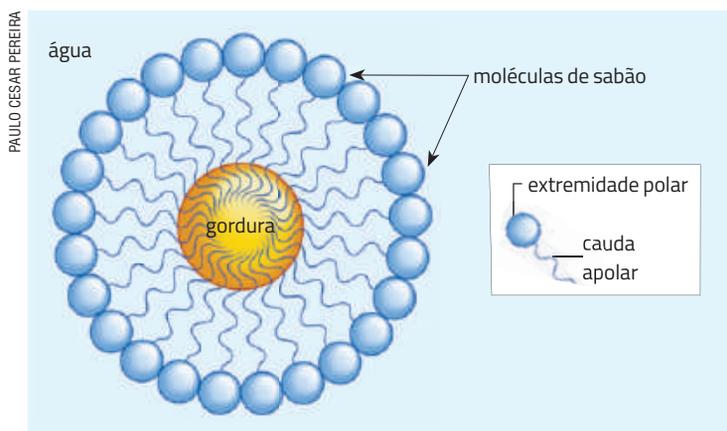


EDITORIA DE ARTE

Como os sabões e detergentes limpam as gorduras?

Gorduras são moléculas de carbono com alta massa molecular que não se dissolvem em água. Em função disso, os processos de limpeza, por exemplo, lavar pratos, se tornam muito mais fáceis com a presença de uma substância que tenha a capacidade de interagir tanto com a água quanto com a gordura.

A cauda apolar de sabões e detergentes interage com a gordura e as extremidades polares interagem com a água, de modo a ficarem posicionadas externamente à mistura e formando uma estrutura chamada **micela**. Quando esfregamos a roupa ou qualquer material engordurado com água e sabão, essas micelas separam a gordura em porções pequenas envolvidas por sabão (ou detergente), e, ao receberem a água, são levadas na mistura água-sabão-gordura (isto é uma emulsão).



» Representação da micela no processo de limpeza com sabão ou detergente (imagem sem escala; cores-fantasia).

Caudas apolares aprisionam a gordura por serem miscíveis entre si, e a cabeça polar fica voltada para a extremidade externa, interagindo com a água.

Reações de polimerização

Polímero é o nome oficial de muitos materiais que utilizamos e conhecemos como plástico, borracha sintética, PVC, PET, acrílico, entre outros.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

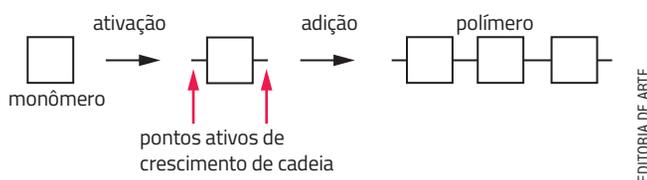
- 7** O que são termoplásticos? E plásticos termorrígidos?
- 8** Faça uma pesquisa e escreva em seu caderno os diferentes tipos de plástico que existem, bem como sua simbologia.

Não escreva no livro

A palavra polimerização indica a característica desses compostos, pois “poli” significa “muitos” e “meros” significa partes. Polimerização é, portanto, o nome do processo químico que resulta na formação de macromoléculas (moléculas de elevada massa molecular) denominadas polímeros, que se formam pela ligação de moléculas de menor massa molecular, os monômeros. Representa-se o número de monômeros de um polímero pela letra (n) porque ele facilmente atinge a quantidade de milhares de unidades monoméricas.

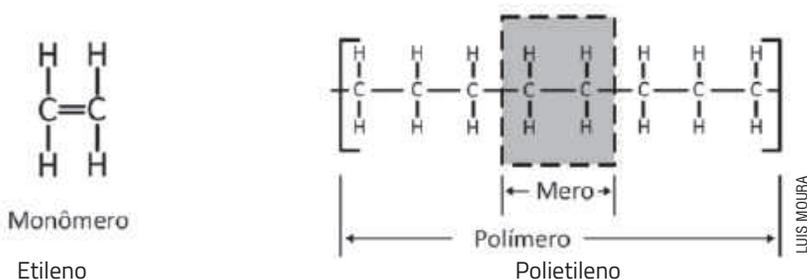
Polimerização por adição

Os monômeros desse tipo de polimerização são moléculas cujas duplas ligações são rompidas no processo de ativação, isto é, sob aquecimento controlado e uso de catalisador correto. Esse processo possibilita que os monômeros estabeleçam novas ligações entre si, formando polímeros, conforme representado a seguir.



Os polímeros de adição recebem o nome de seu monômero antecedido pela palavra “poli”, como demonstrado a seguir.

- **Polietileno** – presente em muitos plásticos que conhecemos, possui diferentes consistências, a depender da utilização.

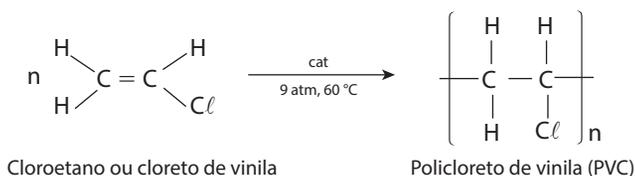


» Sacos de lixo e sacolas de supermercado geralmente são compostas por polietileno (PE).



PHACHARONVEYEM/
GETTY IMAGES

- **PVC** – Usado em tubos hidráulicos, rígido, não oxida e tem alta durabilidade.

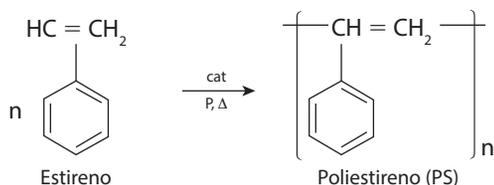


» Tubos e encanamentos plásticos geralmente são compostos por PVC.

EDITORIA DE ARTE

SIRA JANTARUNGSAN/EYEW/GETTY IMAGES

- **Poliestireno** – bom isolante térmico.

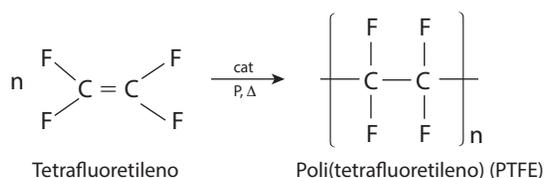


» Macromoléculas de poliestireno.

EDITORIA DE ARTE

TURGAY KOCA/EYEW/GETTY IMAGES

- **Poli(tetrafluoretileno)** – muito utilizado para revestimento antiaderente que suporte aquecimento.



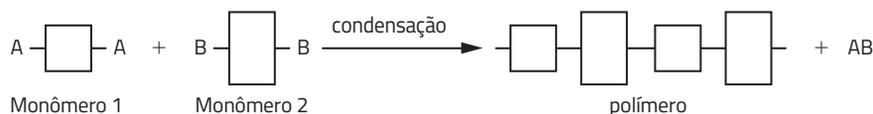
» Frigideira com revestimento antiaderente de PTFE.

EDITORIA DE ARTE

GRANDRIVER/GETTY IMAGES

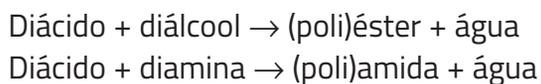
Polimerização por condensação

Acontece com a reação química entre dois monômeros, que podem ser iguais ou diferentes. Nessa reação, os monômeros devem ter os dois lados reativos para que o encadeamento da polimerização possa acontecer. O exemplo a seguir ilustra uma reação com dois monômeros diferentes.

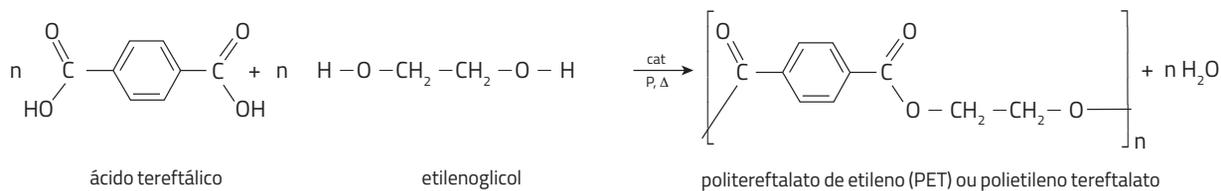


EDITORIA DE ARTE

O polímero resultante da condensação receberá o nome da nova função formada, como exemplificado a seguir.



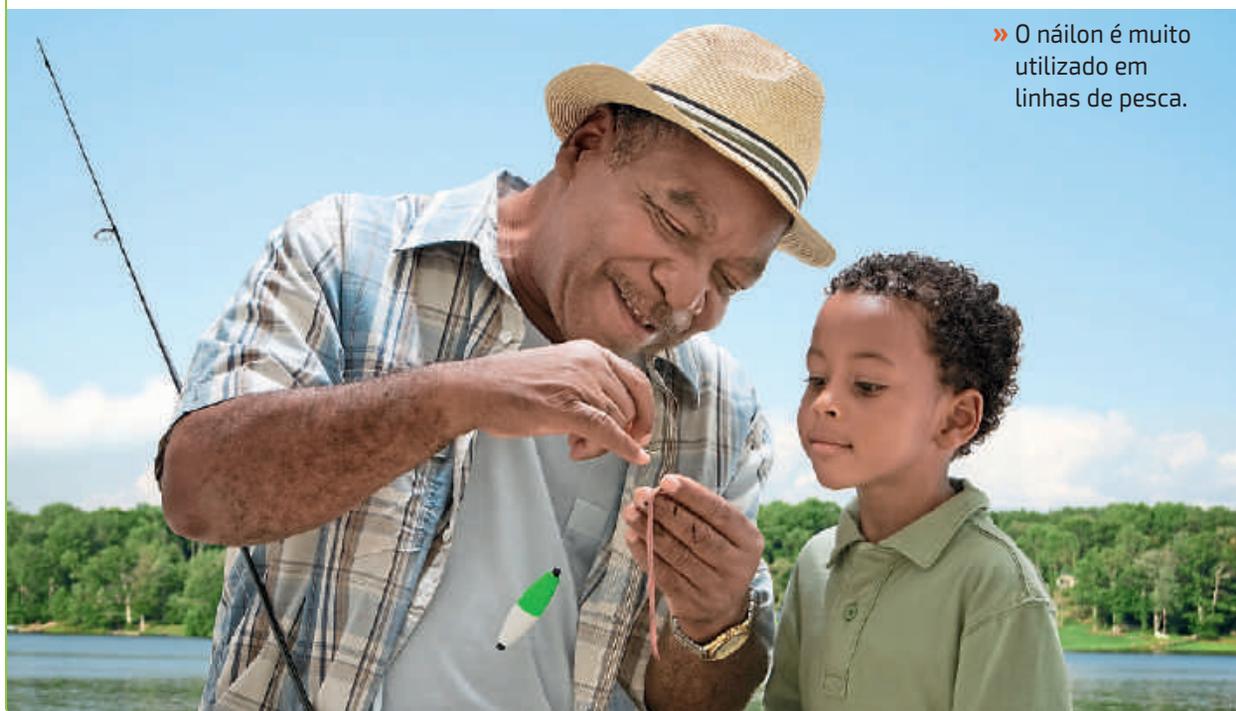
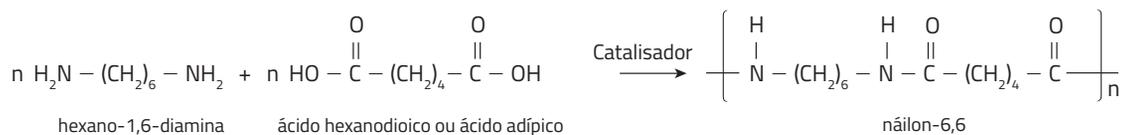
- **PET (polietileno tereftalato)** – poliéster com baixa absorção de umidade e boa resistência à deformação.



» Garrafas plásticas de refrigerante e água geralmente são compostas por PET.

EDITORIA DE ARTE

- **Náilon** – poliamida com ótima resistência ao desgaste e ao tracionamento.

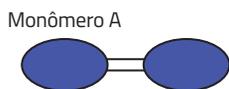


» O náilon é muito utilizado em linhas de pesca.

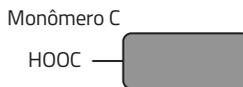
EDITORIA DE ARTE

JOSE LUIS PELAEZ/GETTY IMAGES

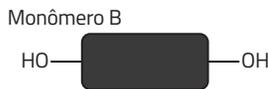
1. Considere os monômeros aleatórios, bem como nomes fantasia representados a seguir.



Boleno



Ácido retadióico

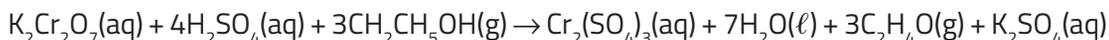


Retadiol

a) Represente a equação de polimerização de adição e dê o nome do produto fantasia formado.

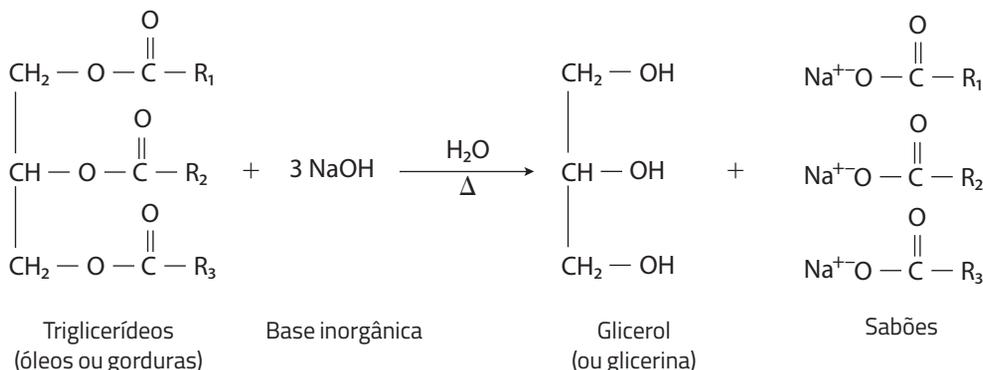
b) Represente a equação de polimerização por condensação, circule a nova função formada e diga o nome dessa função.

2. No Brasil, os casos de acidentes de trânsito causados por motoristas vem diminuindo graças ao teste do bafômetro, que funciona à base de reações químicas e é utilizado para identificar motoristas que ingeriram bebidas alcoólicas. Observe a reação química que ocorre no interior do bafômetro.



a) Em relação a reação que acontece no teste do bafômetro, a etapa apresentada é de uma reação de oxidação total ou parcial do etanol? Justifique.

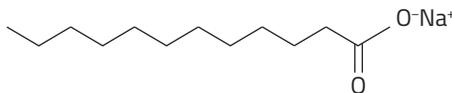
3. Um grupo de estudantes, para ajudar a reduzir os impactos ambientais do local onde moram, decidiu fabricar sabão caseiro a partir da coleta de óleo utilizado na cozinha dos moradores. Para isso, foi necessário entender o processo de saponificação, que ocorre por meio de um aquecimento de óleo ou gordura em uma solução de base forte, como o hidróxido de sódio. Com base nessas informações e na equação a seguir, responda:



SONIA VAZ

a) Que impactos ambientais foram evitados pelos estudantes ao recolher os óleos usados que seriam despejados pelos moradores? Se necessário, realize uma pesquisa.

b) Identifique as partes polar e apolar da molécula de sabão representada a seguir.



TARUMÁ

c) Qual é o grupo funcional da glicerina formada no processo de saponificação?

4. Dois ésteres diferentes estão associados aos aromas da maçã verde e da laranja.

Etanoato de butila

Etanoato de octila



MAKS_NARODENKO/DEPOSITPHOTOS/FOTOARENA

a) Faça a reação de esterificação que representa os dois aromas citados.

b) Observe o rótulo de algum produto que tenha aroma bem característico e faça uma pesquisa descobrindo o éster que ele tem em sua composição.

Você sabe o que é bioquímica? Leia o texto a seguir.

[...]

Até por volta do século XVIII, muitos cientistas achavam que os seres vivos não obedeciam às leis da química. Alguns pesquisadores notaram, porém, que certos processos ocorridos em organismos vivos eram parecidos com reações químicas que aconteciam em matéria não viva. [...] Mais tarde, no século XIX, os cientistas conseguiram criar artificialmente uma substância química geralmente produzida por seres vivos. Descobertas como essas mostraram que era possível compreender as funções dos seres vivos através das ferramentas da química.

Enquanto isso, os cientistas também tinham começado a estudar as [...] **células**. No século XIX, descobriu-se que as células são a unidade básica de todos os seres vivos e que a maioria delas é composta pelas mesmas partes. Ao estudar o funcionamento das células, os pesquisadores concluíram que todas elas passam por certas reações químicas essenciais. Como resultado, a **biologia** e a química começaram a se sobrepor e a bioquímica surgiu como um novo campo de estudo.

[...]

A resposta e o comentário da atividade está disponível no **Manual do Professor**.

BIOQUÍMICA. **Britannica Escola**, c2020. Disponível em: <https://escola.britannica.com.br/artigo/bioqu%C3%ADmica/631039>. Acesso em: 5 ago. 2020.

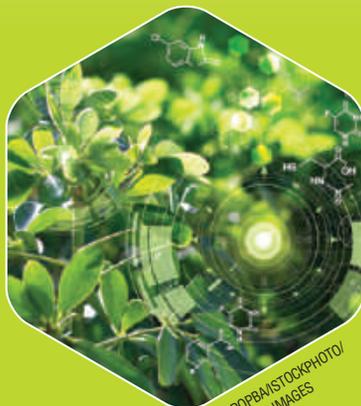
1 Como se dá o nome do conjunto de reações químicas que acontecem no interior das células?

Não escreva no livro

O carbono, o oxigênio, o hidrogênio, o nitrogênio, o enxofre e o fósforo são os principais constituintes das moléculas que formam os seres vivos, entre elas os carboidratos, as proteínas, e os lipídios, chamadas de **biomoléculas**. Cada um destes grupos de biomoléculas possui características específicas, que estudaremos a partir de agora.



BELOHONOCK/DEPOSITPHOTOS/
FOTOARENA



IPOPBA/STOCKPHOTO/
GETTY IMAGES



IPOPBA/STOCKPHOTO/
GETTY IMAGES

» Todos os seres vivos são constituídos de biomoléculas.

Proteínas

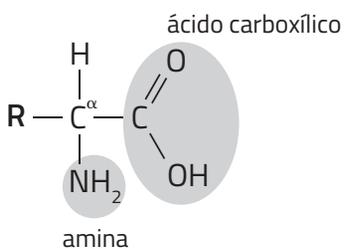
As **proteínas** podem exercer uma série de funções no organismo humano. São exemplos a construção e a reparação muscular, como constituintes das membranas celulares e seu citoesqueleto; a formação de hormônios; a participação do controle do metabolismo celular; o transporte de moléculas entre células; a comunicação entre as células; a formação de enzimas, que são substâncias que atuam promovendo o aumento da velocidade das reações químicas; entre outras.

Os seres humanos podem obter proteínas por meio da alimentação, sendo exemplos de alimentos ricos em proteínas as carnes, os ovos, o leite e o feijão. *Esses grupos podem ou não estar protonados dependendo do pH do meio em que estão.*

As proteínas são biomoléculas formadas por aminoácidos. Os **aminoácidos** são constituídos por um grupo amina ($-\text{NH}_2$), um grupo carboxila ($-\text{COOH}$) e uma cadeia lateral (radical ou grupo R), cuja constituição é variável entre os aminoácidos existentes.

Existem 20 tipos diferentes de aminoácidos, mas o corpo humano é capaz de sintetizar apenas 11. Os outros nove são chamados de aminoácidos essenciais, e devem ser obtidos a partir da alimentação.

Fórmula básica de aminoácido



1

aminoácidos essenciais

fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptofano, valina

2

aminoácidos não essenciais

alanina, arginina, asparagina, aspartato, cisteína, glutamato, glutamina, glicina, prolina, serina, tirosina

A título de exemplo, veja o quadro a seguir que apresenta a fórmula e o nome oficial da glicina, da alanina e da lisina.

Nesses aminoácidos, o grupo carboxila está desprotonado e o grupo amina está protonado.

Alguns aminoácidos			
Fórmula	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{COO}^- \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH}_3^+ \end{array}$
Nome comum	Glicina	Alanina	Lisina
Nome oficial	Ácido -2- -aminoetanoico	Ácido -2- -aminopropanoico	Ácido -2,6- -diaminoexanoico

A resposta e o comentário da atividade está disponível no **Manual do Professor**.

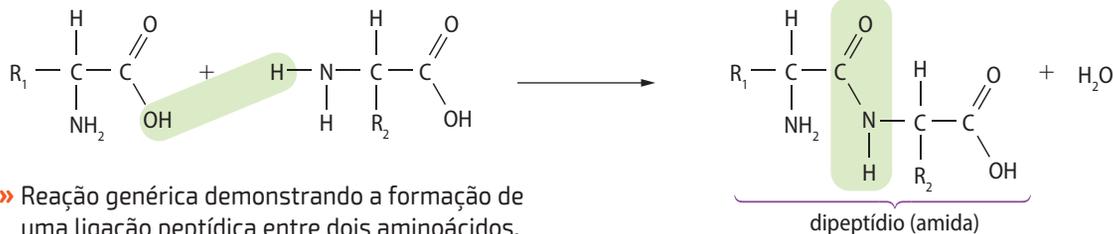
2

Em seu caderno, identifique a cadeia lateral dos aminoácidos glicina, alanina e lisina.

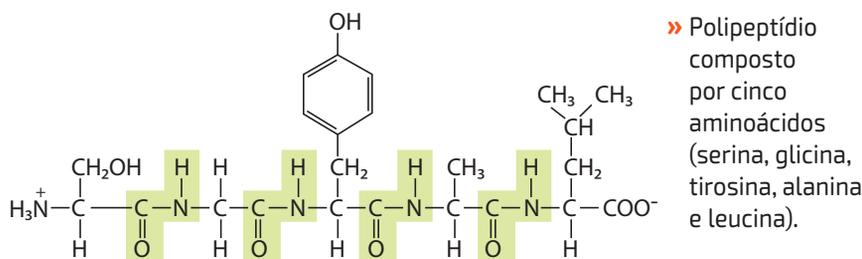
Não escreva no livro

Fonte: MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

EDITORIA DE ARTE



A ligação entre vários aminoácidos possibilita a formação de um **polipeptídeo**, como o representado no esquema a seguir.



A resposta e o comentário da atividade está disponível no **Manual do Professor**.

3 Usando os aminoácidos glicina e alanina, faça uma reação que apresente a ligação peptídica entre eles.

Não escreva no livro

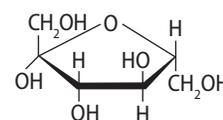
Os polipeptídeos, após passarem por algumas modificações, podem se tornar proteínas funcionais no corpo humano. Por apresentarem diversos aminoácidos, as proteínas configuram polímeros naturais.

Carboidratos

Os **carboidratos**, ou hidratos de carbono, são as biomoléculas mais abundantes da Terra. Eles participam da constituição estrutural dos seres vivos e são fonte de energia às células. Nos animais, os carboidratos são obtidos por meio da alimentação, e nas plantas são sintetizados por meio da fotossíntese.

Sua fórmula molecular geral pode ser representada por $C_n(H_2O)_n$, onde n é um número natural maior ou igual a 3. Eles podem ser classificados em monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos.

Os **monossacarídeos** são a menor unidade estrutural dos carboidratos. São exemplos a glicose ($C_6H_{12}O_6$), a frutose ($C_6H_{12}O_6$), a galactose ($C_6H_{10}O_5$) e a ribose ($C_5H_{10}O_5$).



» Estrutura molecular da frutose.

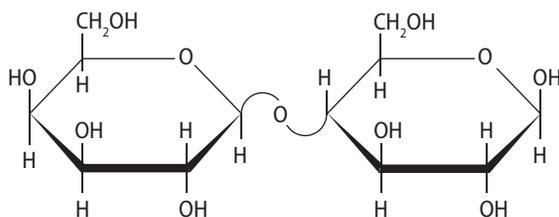
EDITORIA DE ARTE

4 A batata é um alimento rico em amido. Faça uma pesquisa sobre a importância socioeconômica deste **tubérculo** e escreva uma redação em seu caderno a respeito do assunto.

Não escreva no livro

Tubérculo: caule subterrâneo com reserva de nutrientes.

Os **oligossacarídeos** são carboidratos formados pela união de dois a seis monossacarídeos, de modo geral. Especificamente aqueles formados pela união de dois monossacarídeos também podem ser denominados **dissacarídeos**. Um exemplo de dissacarídeo é a lactose ($C_{12}H_{22}O_{11}$), presente no leite, formada pela união entre uma molécula de glicose e uma molécula de galactose.



» Estrutura molecular da lactose.

Os **polissacarídeos** são carboidratos formados pela união de centenas a milhares de monossacarídeos. São exemplos de polissacarídeos o glicogênio (reserva de glicose nos animais), o amido (reserva de glicose nas plantas) e a celulose (componente da parede celular de células vegetais).

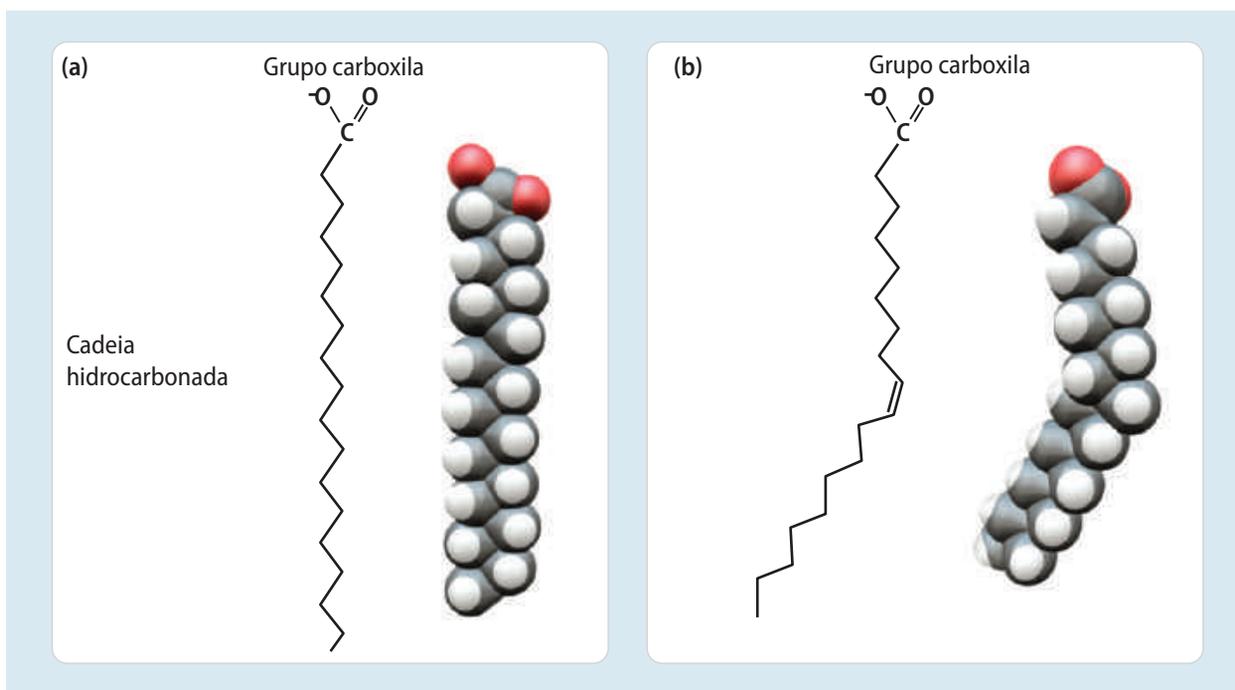
Lipídios

Os **lipídios** são representados pelos óleos, pelas gorduras e pelas ceras. Eles podem ser obtidos pelos seres humanos por meio da alimentação, sendo exemplos de alimentos ricos em lipídios os óleos vegetais, as manteigas e o *bacon*. Parte deles é sintetizada pelo próprio organismo.

Os lipídios podem ser classificados de acordo com sua função. Os **triacilgliceróis** são lipídios de reserva energética nos seres vivos, e constituem as gorduras animais e os óleos vegetais. As **ceras** são lipídios produzidos por diversos animais e plantas. Nos vertebrados, por exemplo, são produzidas por glândulas e protegem peles, penas e pelos. Os **fosfolipídios** são lipídios presentes na membrana plasmática. Já os **esteroides** são lipídios que atuam em várias funções e são exemplos o colesterol, a vitamina D, os hormônios sexuais e os sais biliares.

Muitos lipídios são constituídos por **ácidos graxos**, que são longas cadeias de átomos de carbono (C) e de hidrogênio (H) ligados entre si, sendo que, em uma de suas extremidades, existe um grupo carboxila (-COOH). Os ácidos graxos podem ser saturados ou insaturados.

Os **ácidos graxos saturados** são aqueles que apresentam apenas ligações covalentes simples entre os átomos de carbono de sua cadeia. Já os **ácidos graxos insaturados** apresentam uma ou mais insaturações, que são ligações covalentes duplas ou triplas entre os átomos de carbono de sua cadeia.



ALEX SILVA

NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de Bioquímica de Lehninger*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. p. 345

» Representação de moléculas de ácido graxo (a) saturado e (b) insaturado, com uma insaturação (dupla ligação), em que as esferas cinzas representam átomos de carbono, as brancas átomos de hidrogênio e as vermelhas, oxigênio (imagem sem escala; cores-fantasia).

A resposta e o comentário da atividade está disponível no **Manual do Professor**.

5

Todos os carboidratos, proteínas, lipídios, além de sais minerais e vitaminas, que o corpo humano precisa são obtidos por meio de uma dieta balanceada, que associada a prática regular de atividades físicas, ajuda a manter a saúde do organismo. Forme um grupo com seus colegas e realizem uma pesquisa sobre a importância de uma alimentação saudável, destacando o motivo pelo qual devemos evitar alimentos industrializados. Converse com o grupo sobre o assunto pesquisado, confrontando-o com seus costumes.



SUBBOTINA/DEPOSITPHOTOS/FOTODAREMA

» O acesso a informações de qualidade contribui para que façamos escolhas alimentares mais adequadas e saudáveis.

Não escreva no livro

Diferença entre óleo e gordura

Como visto, os triacilgliceróis exibem função importante relacionada ao armazenamento de energia. Nos animais, eles são comumente armazenados como **gorduras** nas células do tecido adiposo. De modo geral, as gorduras são ricas em ácidos graxos saturados e sólidos a temperatura e pressão ambiente com exceção das gorduras de peixes que são líquidas. Nas plantas, eles são armazenados como **óleos** nas sementes de diversas espécies, sendo ricos em cadeias insaturadas e líquidos a temperatura e pressão ambiente. Uma exceção é o óleo de coco, que é rico em ácidos graxos saturados.

A tabela a seguir apresenta alguns ácidos graxos comumente encontrados em alimentos e suas respectivas características estruturais e temperaturas de fusão aproximadas. Note como a quantidade de insaturações influencia consideravelmente a temperatura de fusão (TF) dos ácidos.

Alguns ácidos graxos comuns e suas características				
Ácido graxo	Fórmula molecular	Carbonos	Insaturações	TF(°C)
Láurico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	12	0	+44
Palmítico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	16	0	+63
Esteárico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	18	0	+70
Oleico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	18	1	+16
Linoleico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_2(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	18	2	-5
Linolênico	$\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	18	3	-11
Araquidônico	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	20	4	-50

Fonte dos dados: <http://chemistry.elmhurst.edu/vchembook/551fattyacids.html>. Acesso em: 26 ago. 2020.

Ácidos graxos saturados são lineares, o que facilita a ocorrência de interações intermoleculares entre suas moléculas e, conseqüentemente, aumenta a temperatura de fusão da substância. As insaturações podem alterar essa linearidade, dificultando a ocorrência de interações intermoleculares, o que, conseqüentemente, diminui a temperatura de fusão.

Em função disso, os ácidos graxos insaturados podem apresentar-se nas configurações *cis* e *trans*. Os alimentos ricos em lipídios formados por ácidos graxos insaturados, como os óleos vegetais, apresentam-se naturalmente na configuração *cis*, em sua maioria. Na configuração *cis*, os hidrogênios próximos à dupla ligação se encontram do mesmo lado da cadeia, que, de modo geral, apresenta menor linearidade.

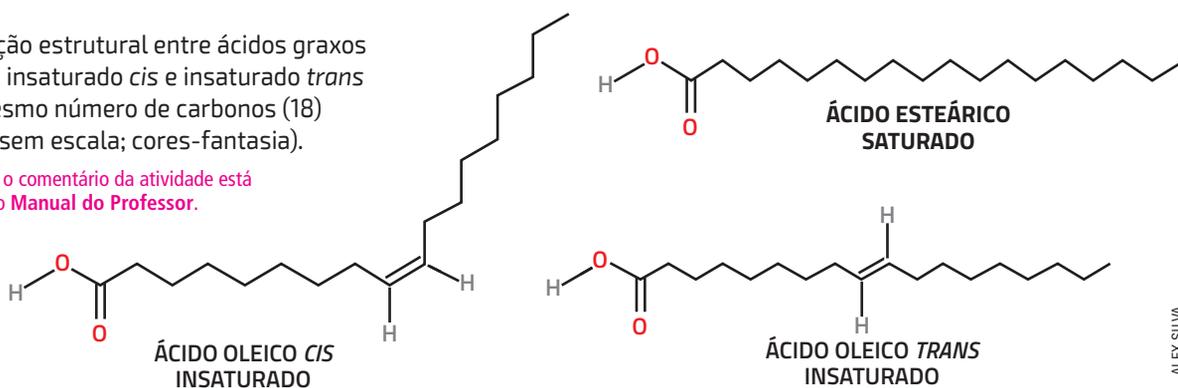
A configuração *trans*, no caso, é menos comum de ocorrer naturalmente nos alimentos. Nesta configuração, os hidrogênios próximos à dupla ligação se encontram em lados opostos da cadeia, que, de modo geral, apresenta maior linearidade, assemelhando-se mais à estrutura espacial de ácidos graxos saturados.

Considerando a temperatura ambiente 25 °C, é possível determinar qual ácido graxo da tabela é gordura e qual é óleo?

Não escreva no livro

- » Comparação estrutural entre ácidos graxos saturado, insaturado *cis* e insaturado *trans* com o mesmo número de carbonos (18) (imagem sem escala; cores-fantasia).

A resposta e o comentário da atividade está disponível no Manual do Professor.



ALEX SILVA

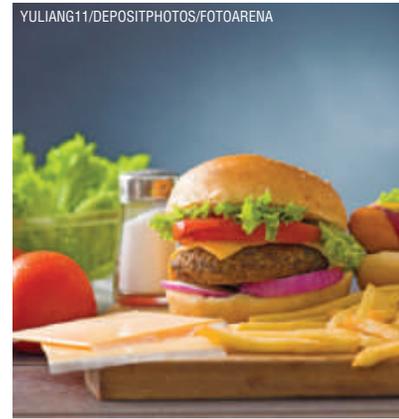
Gordura *trans*

A expressão "gordura *trans*" se refere aos ácidos graxos insaturados de configuração *trans*. No caso, ela está presente em grande quantidade em produtos feitos a partir de óleos vegetais que passaram pelo processo de hidrogenação parcial, como a margarina e muitos alimentos industrializados (sorvete, bolachas recheadas, comidas congeladas e salgadinhos).

A hidrogenação converte grande parte das ligações duplas de seus ácidos graxos insaturados *cis* em ligações simples, além disso também converte alguns ácidos insaturados *cis* em ácidos insaturados *trans*.

Esse processo prolonga o tempo de validade dos produtos, evitando que os óleos reajam facilmente com o gás oxigênio do ar e adquiram características indesejáveis, como aparência e odor geralmente desagradáveis. Também aumenta sua estabilidade a altas temperaturas, característica importante para as frituras.

A hidrogenação, contudo, aumenta a quantidade de ácidos insaturados *trans* presentes nos alimentos, o que é prejudicial à saúde humana. De modo geral, a ingestão de gordura *trans* pode aumentar a taxa de colesterol LDL e diminuir a taxa de colesterol HDL, ocasionando um desbalanço entre suas quantidades. Isso pode resultar no depósito de gordura nos vasos sanguíneos e provocar problemas cardiovasculares.



» Alimentos ricos em gordura *trans*.

Saiba mais

O colesterol é um lipídio produzido pelo próprio organismo e obtido pela alimentação. Por ser insolúvel em água, precisa se associar a proteínas transportadoras para ser conduzido pela corrente sanguínea. A associação entre o colesterol e a proteína transportadora forma lipoproteínas.

Basicamente, existem dois principais tipos de lipoproteínas responsáveis pelo transporte de colesterol: a lipoproteína de alta intensidade (HDL), que conduz o excesso de colesterol ao fígado, para ser metabolizado; e a lipoproteína de baixa intensidade, (LDL), que distribui o colesterol pelos tecidos. Os níveis de HDL e LDL devem ser mantidos dentro de certos valores para a manutenção da saúde do organismo.

Atividades

Respostas e comentários das atividades estão no Manual do Professor.

Não escreva no livro

1. As tabelas nutricionais dos alimentos informam a quantidade de nutrientes presentes em suas porções. Normalmente, elas estão presentes na embalagem de alimentos industrializados, juntamente à lista de ingredientes que são feitos. As tabelas para alimentos não industrializados, como frutas, verduras e carnes não costumam ser indicadas, mas podem ser acessadas em bancos de dados. Analise a tabela nutricional de alguns alimentos.

» Tabela brasileira de composição de alguns alimentos

Alimento (100 g)	Carboidratos (g)	Proteínas (g)	Lipídios (g)	Ácidos graxos saturados (g)	Ácidos graxos insaturados (g)	Ácidos graxos <i>trans</i> (g)
Batata-inglesa	15,2	2,04	0,04	0,01	0,02	0
Ovo de galinha	2,13	11,3	9,05	2,64	4,88	0,02
Carne bovina (acém)	1,38	19,4	5,45	2,75	2,50	0,14
Abacate	1,81	1,15	6,21	1,70	4,22	0
Castanha-de-caju	26,9	18,2	43,8	7,78	31,64	0
Margarina	0	0	60	16,2	34,6	2,99

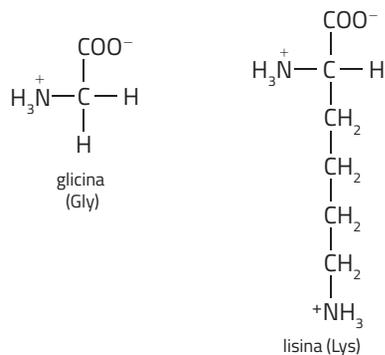
TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. Disponível em: <http://www.tbca.net.br/index.html>. Acesso em: 26 ago. 2020.

Responda.

- Qual(is) dos alimentos listados são ricos em carboidratos? Indique as funções desse nutriente no organismo.
- Qual(is) dos alimentos listados são ricos em proteínas? Indique as funções desse nutriente no organismo.
- Qual(is) dos alimentos listados são ricos em lipídios? Indique as funções desse nutriente no organismo.
- Explique o que são ácidos graxos saturados, insaturados e *trans* e os relacione à composição dos alimentos da tabela.
- Analise a tabela nutricional de um alimento que você costuma consumir diariamente, em sua casa. Verifique os nutrientes mais expressivos de sua composição e faça uma autoanálise relativa a seu consumo.

2. Considere a sequência abaixo na formação das proteínas. Dadas as fórmulas estruturais dos aminoácidos, lisina, glicina e serina represente a equação da sequência abaixo selecionada.

Val – His – Trp – Leu – Ter – Glu – Pro – Glu –
 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 –
 – Gli – Lys – Ser – Ala – Ser – Tir – Pro – His
 – 9 – 10 – 11 – 12 – 13 – 14 – 15 – 16



3. Leia um trecho de uma reportagem a seguir.

A estudante paranaense Maria Vitória Valoto, de 16 anos, desenvolveu um sachê que torna o leite comum bom para o consumo de intolerantes à **lactose**. [...]

[...] A cápsula do sachê guarda a enzima **lactase**, responsável pela “quebra” da lactose — é o que falta aos intolerantes [...] ao leite ou a produtos derivados dele. Para usá-la, basta colocar no leite (pode ser no copo ou em um recipiente maior) e esperar o efeito, que demora de quatro a cinco horas para aparecer. O leite, então, deixa de ter lactose.

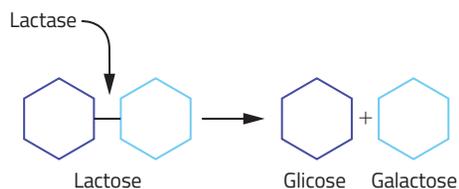
“O que diferencia a cápsula de todos os produtos que a gente tem, hoje, é a aplicação. A maioria dos produtos [para intolerantes à lactose] é de uso oral, você ingere o medicamento e pode consumir algo que tenha lactose. As cápsulas, não: são de uso direto no leite. [...]”, explica.

[...]

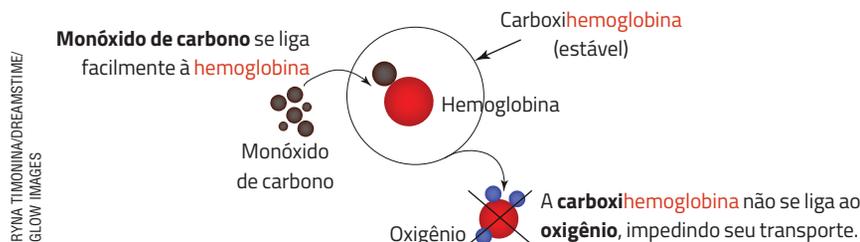
GIMENES, E. Estudante de 16 anos cria sachê que torna leite bom a intolerantes à lactose. **G1**, 11 ago. 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/pr/norte-noroeste/noticia/2016/07/estudante-de-16-anos-cria-sache-que-torna-leite-bom-intolerantes-lactose.html>. Acesso em: 26 jun. 2020.

Com base nas informações da reportagem e em seus conhecimentos, faça o que se propõe a seguir.

- A reportagem informa a respeito de um produto desenvolvido por uma adolescente por meio de um projeto científico. Que produto é esse?
- Classifique os termos em destaque em carboidratos, proteínas ou lipídios e cite sua função no organismo.
- O projeto citado pela reportagem nos mostra que pesquisas científicas podem ser realizadas por pessoas de qualquer idade. Em sua opinião, é importante que as escolas incentivem os estudantes a desenvolverem pesquisas científicas desde muito jovens? Converse com seus colegas a respeito do assunto.
- O esquema a seguir mostra o efeito da enzima lactase no metabolismo da lactose no organismo. Como a lactase facilita a absorção da lactose no metabolismo humano?

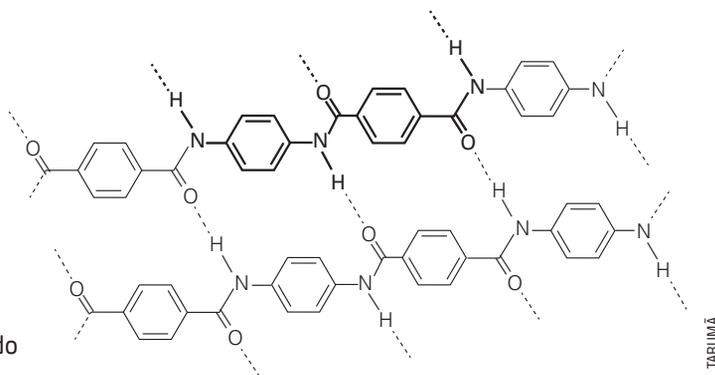


- O monóxido de carbono (CO) é um gás à temperatura ambiente, de aparência incolor, sem cheiro e sem sabor, o que o torna ainda mais perigoso. É extremamente tóxico, possuindo alto poder asfíxiante, e, se inalado, pode causar dores de cabeça, náuseas, dificuldades respiratórias, tonturas, perda de consciência, entre outros. Ele compete com o gás oxigênio (O₂) transportado pela hemoglobina para todos os tecidos do corpo, conforme representado na imagem a seguir.



» Representação da ação do monóxido de carbono na hemoglobina (imagem sem escala; cores-fantasia).

- Analisando as informações do texto e da imagem, por que ocorrem os sintomas descritos no texto?
 - Quais fatores químicos são responsáveis pela emissão de monóxido de carbono na atmosfera? Dê um exemplo e explique os fatores que fariam a intoxicação ocorrer.
- Faça o que se pede em cada alternativa.
 - Faça todas as fórmulas estruturais com seus devidos nomes dos isômeros de fórmula molecular C₄H₈.
 - Dê um exemplo de par de isômeros de cadeia e outro de par de isômeros geométricos.
 - A aramida é um polímero muito leve, com alta resistência ao calor e muito resistente à ação mecânica, motivo que seu uso é indicado para coletes à prova de bala, velas de barcos, cintos de segurança, entre outros.



- Escreva a fórmula estrutural dos monômeros da aramida.
 - Qual a função orgânica do polímero aramida?
- Em relação às biomoléculas que estudamos em bioquímica, determine.
 - A função química que representa as proteínas, os lipídeos e os carboidratos.
 - Quais das biomoléculas reagem formando polímeros?

- (UFU-MG) Vários químicos têm se ocupado de pesquisas que mostram o impacto da erosão química de monumentos expostos às chuvas ácidas. A imagem a seguir revela uma estátua feita de rocha calcária, à base de carbonato de cálcio (CaCO₃), que sofreu erosão. Sobre os processos de erosão e a chuva ácida, assinale a alternativa correta.

- A estética das estátuas permanece inalterada, pois a reação entre o carbonato e o ácido ocorre superficialmente.
- A erosão da estátua, na figura acima, pode ter ocorrido pela reação química entre o carbonato de cálcio e o ácido sulfúrico (H₂SO₄), proveniente da chuva ácida.
- Um dos produtos da erosão química das estátuas é o carbonato de cálcio (CaCO₃), um sal pouco solúvel em água.
- Estátuas podem ser feitas de calcário, porque um dos seus principais constituintes, o carbonato de cálcio, é solúvel em água e, em sua dissolução, são liberados os íons Ca²⁺(aq) e CO₃²⁻(aq) na estátua. **Alternativa b.**



VESTIBULAR UFU

6. (Enem/MEC) Uma região industrial lança ao ar gases como o dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio, causadores da chuva ácida. A figura mostra a dispersão desses gases poluentes.

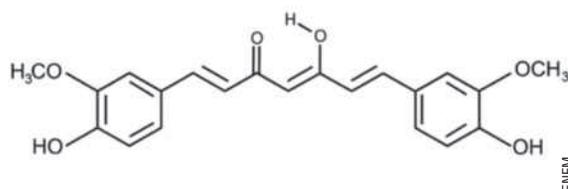


Considerando o ciclo da água e a dispersão dos gases, analise as seguintes possibilidades:

- I. As águas de escoamento superficial e de precipitação que atingem o manancial poderiam causar aumento de acidez da água do manancial e provocar a morte de peixes.
- II. A precipitação na região rural poderia causar aumento de acidez do solo e exigir procedimentos corretivos, como a calagem.
- III. A precipitação na região rural, embora ácida, não afetaria o ecossistema, pois a transpiração dos vegetais neutralizaria o excesso de ácido.

Dessas possibilidades:

- a) pode ocorrer apenas a I.
 - b) pode ocorrer apenas a II.
 - c) podem ocorrer tanto a I quanto a II. **Alternativa c.**
 - d) podem ocorrer tanto a I quanto a III.
 - e) podem ocorrer tanto a II quanto a III.
7. (Unama-PA) Cientistas acreditam que o reflorestamento e o plantio de árvores em áreas sem vegetação podem contribuir para minimizar o aquecimento global. A redução desse aquecimento ocorreria porque: **Alternativa a.**
- a) diminuiria a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera, que seria utilizado pela fotossíntese.
 - b) aumentaria a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera, liberado pela respiração celular.
 - c) a expansão das florestas seria inibida, em longo prazo, pelo excesso de gás carbônico liberado.
 - d) diminuiria o efeito estufa, com a liberação de gás carbônico, em decorrência da expansão da cobertura vegetal.
8. (Enem/MEC) A curcumina, substância encontrada no pó amarelo-alaranjado extraído da raiz da curcuma ou açafrão-da-índia (*Curcuma longa*), aparentemente, pode ajudar a combater vários tipos de câncer, o mal de Parkinson e o de Alzheimer e até mesmo retardar o envelhecimento. Usada há quatro milênios por algumas culturas orientais, apenas nos últimos anos passou a ser investigada pela ciência ocidental.

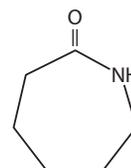


ANTUNES, M. G. L. Neurotoxicidade induzida pelo quimioterápico cisplatina: possíveis efeitos citoprotetores dos antioxidantes da dieta curcumina e coenzima Q10. **Pesquisa FAPESP**. São Paulo, n. 168, fev. 2010 (adaptado).

Na estrutura da curcumina, identificam-se grupos característicos das funções

- | | |
|-------------------|-----------------------|
| a) éter e álcool. | d) aldeído e enol. |
| b) éter e fenol. | e) aldeído e éster. |
| c) éster e fenol. | Alternativa b. |

9. (Cefet-BA) A caprolactama, matéria-prima para fabricação do nylon 6, apresenta a fórmula estrutural:



A cadeia carbônica da caprolactama pode ser classificada, corretamente, como:

- a) cíclica, aromática e homogênea.
- b) acíclica, aromática e homogênea.
- c) cíclica, saturada e heterogênea.
- d) acíclica, alifática e heterogênea. **Alternativa c.**
- e) cíclica, aromática e heterogênea.

10. (PUC-RS) Para responder à questão a seguir, numere a coluna B, que contém alguns nomes de compostos orgânicos, de acordo com a coluna A, na qual estão citadas funções orgânicas.

Coluna A

1. benzeno
2. etóxietano
3. etanoato de etila
4. propanona
5. metanal

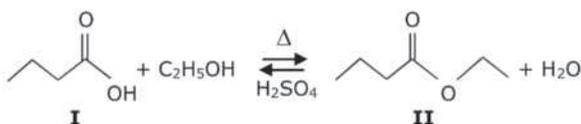
Coluna B

- (/) éster
- (/) hidrocarboneto
- (/) éter
- (/) cetona
- (/) aldeído

A sequência CORRETA dos números da coluna B, de cima para baixo, é:

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| a) 2 - 1 - 3 - 5 - 4. | d) 3 - 2 - 5 - 1 - 4. |
| b) 3 - 1 - 2 - 4 - 5. | e) 2 - 4 - 5 - 1 - 3. |
| c) 4 - 3 - 2 - 1 - 5. | Alternativa b. |

11. (UECE) Os flavorizantes são produzidos em grande quantidade em substituição às substâncias naturais. Por exemplo, a produção da essência de abacaxi usada em preparados para bolos é obtida através da reação de esterificação realizada com aquecimento intenso e sob refluxo. Atente aos compostos I e II apresentados a seguir:



VESTIBULAR UECE

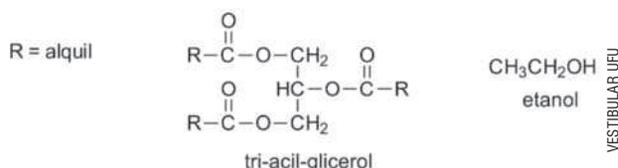
Os nomes dos compostos orgânicos I e II são respectivamente **Alternativa b.**

- a) etóxi-etano e butanoato de etila.
 b) ácido butanóico e butanoato de etila.
 c) ácido butanóico e pentanoato de etila.
 d) butanal e hexano-4-ona.
12. (UFPR) Os boletins de qualidade da água do mar emitidos pelo Instituto Ambiental do Paraná indicam que a quantidade de matéria orgânica aumenta consideravelmente durante a temporada de verão, o que contribui para diminuir a qualidade da água. Isso ocorre em função do aumento do número de pessoas no litoral nessa época. Alguns dos produtos orgânicos mais utilizados pelo ser humano, e que colaboram sensivelmente para o aumento da poluição da água de rios e do mar, são os sabões e detergentes. Esses produtos químicos podem ser obtidos por meio das reações de saponificação e sulfonação, respectivamente. **Alternativa c.** Sobre as estruturas e transformações que envolvem sabões e detergentes, assinale a alternativa correta.
- a) Óleos e gorduras animais e vegetais são pobres em triésteres de ácidos graxos e glicerol.
 b) Na reação de saponificação, é necessário ter um ácido como reagente e glicerol como produto.
 c) Na formação das micelas em água, o ânion do sabão tem sua porção apolar direcionada para a parte de dentro.
 d) Na reação de saponificação, o sal de ácido carboxílico é obtido pela reação de um ácido carboxílico com hidróxido de sódio.
 e) Tanto sabões quanto detergentes possuem uma porção apolar e uma cabeça polar positiva.
13. (Unicamp-SP) Vestibular, tempo de tensões, de alegrias, de surpresas... Naná e Chuá formam um casal de namorados. Eles estão prestando o Vestibular da Unicamp 2001. Já passaram pela primeira fase e agora se preparam para a etapa seguinte. Hoje resolveram rever a matéria de Química. Arrumaram o material sobre a mesa da sala e iniciaram o estudo: - Será que estamos preparados para esta prova? - pergunta Naná. - Acho que sim! - responde Chuá.

- O fato de já sabermos que Química não se resume à regra de três e à decoração de fórmulas nos dá uma certa tranquilidade. - Em grande parte graças à nossa professora - observa Naná. - Bem, vamos ao estudo! - Estou com fome - reclama Chuá. - Vou fritar um ovo. Ao ver Chuá pegar uma frigideira, Naná diz: - Esta não! Pegue a outra que não precisa usar óleo. Se quiser usar um pouco para dar um gostinho, tudo bem, mas nesta frigideira o ovo não gruda. Essa história começou em 1938, quando um pesquisador de uma grande empresa química estava estudando o uso de gases para refrigeração. Ao pegar um cilindro contendo o gás tetrafluoreto, verificou que o manômetro indicava que o mesmo estava vazio. No entanto, o "peso" do cilindro dizia que o gás continuava lá. Abriu toda a válvula e nada de gás. O sujeito poderia ter dito: "Que droga!", descartando o cilindro. Resolveu, contudo, abrir o cilindro e verificou que continha um pó cuja massa correspondia à do gás que havia sido colocado lá dentro.

- a) Como se chama esse tipo de reação que aconteceu com o gás dentro do cilindro? Escreva a equação química que representa essa reação.
 b) Cite uma propriedade da substância formada no cilindro que permite o seu uso em frigideiras.
 c) Se os átomos de flúor do tetrafluoreto fossem substituídos por átomos de hidrogênio e essa nova substância reagisse semelhantemente à considerada no item a, que composto seria formado? Escreva apenas o nome.

14. (UFG-GO) Os óleos vegetais são utilizados, desde a Antiguidade, para a obtenção de sabões, através de reações com substâncias alcalinas. Atualmente, vêm sendo explorados, com sucesso, na produção de biodiesel, através de uma reação de transesterificação com etanol, sob catálise ácida. A seguir, estão representadas as fórmulas estruturais de um tri-acilglicerol e do etanol.



VESTIBULAR UFU

- a) Escreva a equação química da reação entre um tri-acil-glicerol e uma base, na obtenção de um sabão.
 b) Escreva a equação química da reação de transesterificação entre um tri-acil-glicerol e o etanol, na obtenção do biodiesel.

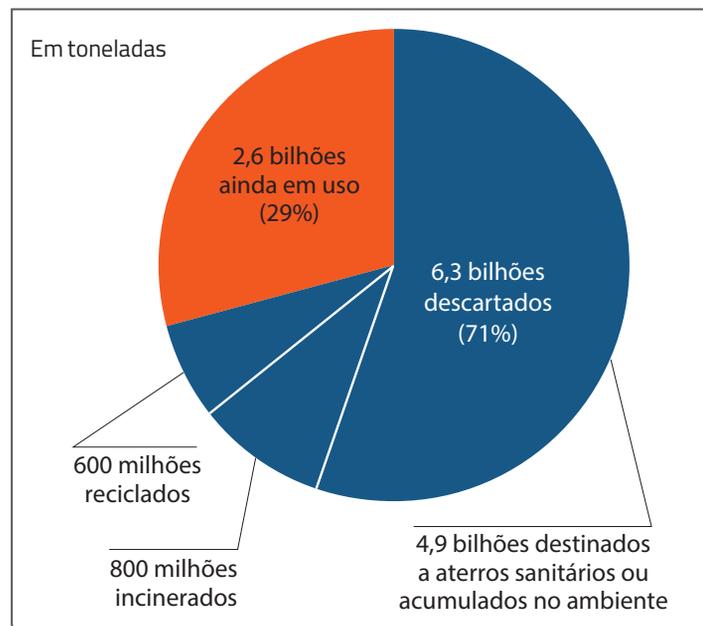
Plástico biodegradável

O plástico comum é um polímero orgânico sintético que passou a ser produzido em escala industrial a partir de 1950, aproximadamente. Desde então, tem sido amplamente utilizado, sobretudo para a fabricação de embalagens para os mais diversos produtos, como alimentos, roupas, utensílios domésticos e eletroeletrônicos.

Segundo um estudo desenvolvido na Universidade da Califórnia, em Santa Bárbara, nos Estados Unidos, divulgado em 2017, estima-se que 8,9 bilhões de toneladas de plástico foram produzidas desde 1950.

No entanto, como grande parte dos produtos plásticos são descartados imediatamente após o uso, a produção de resíduos desse material é muito expressiva. Da quantidade produzida desde 1950, estima-se que 6,3 bilhões de toneladas foram descartadas. Veja o gráfico a seguir, que apresenta dados referentes ao destino do plástico que foi produzido mundialmente desde 1950 até 2017, quando o estudo foi divulgado.

» Destino da produção mundial de plástico em toneladas entre 1950 e 2017



VASCONCELOS, Y. Planeta plástico. **Pesquisa FAPESP**, jul. 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2019/07/08/planeta-plastico/>. Acesso em: 27 ago. 2020.

Após o descarte correto, os resíduos podem ser reciclados, incinerados ou destinados a aterros sanitários (locais em que os resíduos domésticos são destinados para serem decompostos). Entretanto, quando o descarte não é adequado, o plástico acaba se acumulando na natureza, o que pode contribuir para a disseminação de agentes causadores e transmissores de doenças, além da morte de diversos seres vivos que podem ingerir produtos plásticos, confundindo-os com alimentos. Até que sua decomposição seja completa, os resíduos plásticos podem permanecer no ambiente entre 50 a 500 anos, dependendo do tipo e tamanho do plástico.

Uma das formas de reduzir o acúmulo de resíduos plásticos é desenvolver produtos alternativos, que possam substituir o plástico comum e tornar os produtos reutilizáveis, ao invés de descartáveis. Isso tem sido feito para alguns produtos, como os canudos, que já passaram a ser fabricados com papel, palha e alumínio, em diversos países.

Outra possibilidade é substituir o plástico comum pelo plástico biodegradável, cujo tempo de decomposição envolve poucos anos, ou até meses. Sua rápida decomposição decorre de ser fabricado a partir de materiais orgânicos diferentes do petróleo, como amido, trigo e mandioca. Alguns, inclusive, provêm de resíduos da própria agroindústria. Neste caso, além do menor tempo de decomposição, existe a vantagem de ser proporcionada a reutilização de resíduos que seriam descartados.

Um exemplo de plástico biodegradável é o plástico produzido a partir do etanol da cana-de-açúcar. Neste processo, a cana-de-açúcar colhida é levada às usinas de produção de etanol ($\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH}$), o qual, por sua vez, passa por um processo de desidratação para a obtenção de eteno ($\text{CH}_2 = \text{CH}_2$). O eteno é polimerizado em unidades para a produção de polietileno, destinado à confecção dos produtos desejados.

A substituição de plástico comum por plástico biodegradável ainda é um desafio, ao considerar que ambos os produtos precisam ter propriedades similares, como resistência, dentro de um valor economicamente viável ao fabricante e ao consumidor final. Contudo, esse desafio está próximo de ser solucionado, já que diversas instituições de pesquisa estão dedicando esforços para desenvolvê-lo.



DEPOSITPHOTOS/FOTORENA

» Canudinhos feitos a partir de plástico biodegradável.

Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

1. Onde se encontra a maioria dos plásticos produzidos?
2. Considerando a quantidade de plástico que foi descartada entre 1950 e 2017, calcule o percentual de resíduos plásticos que foi reciclado, que foi incinerado e que foi destinado aos aterros e ou ao ambiente.
3. Quais as vantagens e as desvantagens associadas ao plástico biodegradável?
4. Enquanto o plástico biodegradável não é uma realidade para os produtos plásticos que consumimos em nosso dia a dia, existem algumas atitudes que podemos adotar para contribuir com a redução da produção de resíduos plásticos. Forme um grupo com seus colegas e proponham atitudes e ações que vocês podem adotar na escola, de modo a reduzi-la. Confeccionem panfletos digitais a respeito do assunto e os compartilhem nas redes sociais da escola, de modo a conscientizar a comunidade escolar.

Fenômenos térmicos

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC:

O texto integral das competências e das habilidades encontra-se no final do livro.

Competências gerais

3, 5, 6, 7, 9 e 10

Competências da Natureza e suas Tecnologias

Competências específicas: 1, 2 e 3

Habilidades: EM13CNT102,

EM13CNT205, EM13CNT301,

EM13CNT306 e EM13CNT307

O aquecedor solar caseiro é um equipamento que pode ser construído a partir de materiais recicláveis, oferecendo economia de energia elétrica, e conforto ao usuário. Normalmente, ele é posicionado no telhado da casa, e conectado a uma caixa-d'água e a canos que seguem para o chuveiro, ou outros locais da casa.

Existem diversas maneiras de se construir um aquecedor solar, mas de maneira geral, ele funciona direcionando e concentrando os raios solares para a superfície de canos de PVC por onde a água escoar. Conforme a água passa em seu interior, parte do calor é transferido e ela se aquece, podendo alcançar temperaturas de 50 °C, dependendo da intensidade solar. Esta água aquecida pode ser reservada e posteriormente, utilizada.

Basicamente o funcionamento de um aquecedor solar caseiro envolve fenômenos térmicos os quais serão estudados durante esta Unidade.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

1. Você conhece o funcionamento de um aquecedor solar caseiro? Em caso afirmativo, explique aos seus colegas como ele funciona. Em caso negativo, elabore hipóteses sobre como ocorre seu funcionamento, com base na imagem.
2. Quais as vantagens de se ter um aquecedor solar caseiro?

» Aquecedor solar caseiro sobre o telhado de uma casa (São Paulo, 2007).



Calor e temperatura

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

1 Nos diálogos ao lado estão indicadas duas situações em que os termos calor e temperatura foram utilizados de forma inadequada. Faça uma pesquisa para identificar o erro conceitual cometido em cada uma das frases: "Estou com muito calor!"; "Ah! O sol está transmitindo muita temperatura!".

Converse com um colega sobre outras expressões que possam ser utilizadas no cotidiano e que se relacionem aos conceitos de calor e temperatura.

« Não escreva no livro »

Veja a tirinha a seguir.



» Utilização equivocada dos termos: calor e temperatura.

Em nosso cotidiano, é comum nos depararmos com situações que envolvam calor e temperatura, ou com expressões como "estou com calor" ou "estou com frio", ideias que transmitem sensações, mas que não estão corretas do ponto de vista científico, uma vez que não possuímos calor ou frio. Apesar de a temperatura e o calor serem conceitos relacionados, eles são diferentes. A partir de agora, vamos estudar essas diferenças e identificar suas relações com a energia térmica.

Um pouco de História

Nos séculos XVII e XVIII acreditava-se que havia uma substância chamada **flogisto** que era liberada pelos corpos durante a combustão, de forma que, ao acabar, encerrava-se a combustão e, um corpo que não o tivesse não entraria em combustão.

Já o químico francês Antoine Lavoisier (1743-1794) propôs, em 1783, a existência de um "fluido sutil", que ele chamou de **calórico**, que seria a substância do calor. Segundo sua teoria, a quantidade dessa substância era constante em todo o Universo e fluía dos corpos quentes para os mais frios, ou seja, quanto maior a quantidade de calórico, maior a temperatura do corpo.

O físico anglo-americano Benjamin Thompson (1753-1814) foi o primeiro cientista a dar evidências de o calor não ser substancial como algum tipo de fluido. A partir da observação do processo de fabricação de canhões, o latão se aquecia ao ser perfurado pelas brocas, mesmo na ausência de

troca de substâncias. Essa observação entrava em choque com a teoria do calórico, pois não havia outro corpo mais quente para fornecê-lo às brocas e metais envolvidos na perfuração.

Dessa forma, não havia como explicar o fenômeno considerando o calor como um fluido e a única explicação possível era de que a energia que aquecia os materiais era proveniente da movimentação das brocas, configurando-o como uma forma de energia. Hoje consideramos o calor como a energia transferida de um corpo para outro devido à diferença de temperatura entre eles.

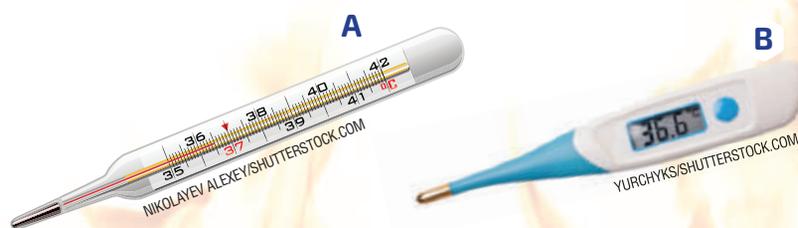
Já a temperatura é uma grandeza associada à movimentação das partículas (átomos e moléculas) constituintes da matéria, de forma que ao aumentarem a vibração e movimentação molecular, isso se manifesta, para um mesmo estado físico, em um aumento da temperatura.

Ao colocar em contato físico dois corpos a temperaturas diferentes, observa-se que, após determinado intervalo de tempo, eles atingem o chamado **equilíbrio térmico**, no qual ambos atingem um mesmo estado térmico a uma mesma temperatura, chamada de temperatura de equilíbrio térmico.

Medida da temperatura

O principal instrumento para a medição de temperatura é o termômetro, havendo diversos modelos que utilizam diferentes processos e substâncias termométricas para a indicação do estado térmico.

O mais comum é o **termômetro clínico analógico**, que se baseia na dilatação de uma coluna de mercúrio que, ao ser aquecido, aumenta seu volume. Esse termômetro vem sendo substituído pelo termômetro clínico digital que possui um circuito eletrônico alimentado por uma pequena bateria (como a de um relógio) e um sensor de temperatura na extremidade do instrumento. Além de propiciar uma leitura mais fácil, agrega a questão de saúde e ambiental, uma vez que o mercúrio é extremamente tóxico para o ser humano e para o ambiente.

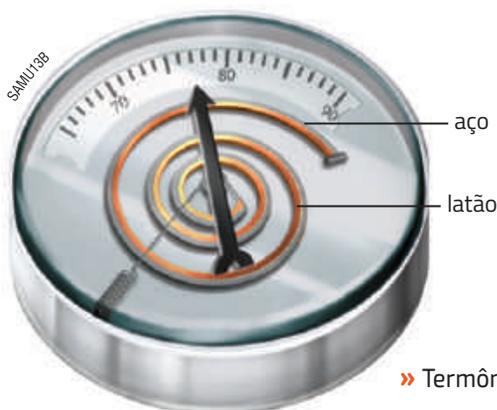


» Termômetro clínico analógico (A) e termômetro clínico digital (B).

O **termômetro de gás** é utilizado para medir temperaturas variando a pressão ou o volume de um gás, sendo bastante preciso e apresentando grande margem de aplicação, desde $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$ até $1487\text{ }^{\circ}\text{C}$. Devido à grande amplitude de temperaturas que podem ser medidas e à sua precisão, é utilizado como um instrumento normativo para a graduação de outros termômetros.

» Termômetro a gás em uma caldeira.





» Termômetro de lâmina bimetálica.



» Termômetro de máxima e mínima.

O **termômetro de lâmina bimetálica** é um dispositivo composto por duas lâminas metálicas unidas rigidamente que, ao serem aquecidas ou esfriadas, dilatam-se de maneira desigual, informando a temperatura do corpo por meio do arco formado.

Os **termômetros meteorológicos** são termômetros usados em meteorologia e horticultura para registrar as temperaturas mais altas e mais baixas do dia, mede a temperatura do ambiente informando as temperaturas máxima e mínima e são conhecidos como termômetro de máxima e mínima.

O **pirômetro óptico** também chamado **pirômetro de radiação** é um tipo de termômetro que mede irradiação térmica da superfície de um objeto e informa a temperatura, sendo um dispositivo que não necessita de contato físico com o objeto ou pessoa cuja temperatura se quer medir. Dentro dessa modalidade, ganham destaque os termômetros de radiação infravermelha, que constituem uma família dentro dos termômetros de radiação. São extremamente úteis para medir a temperatura quando o objeto a ser medido é de difícil acesso, por exemplo, por estar se movendo ou por se localizar em ambiente controlado ou a vácuo. Ou ainda, quando o contato com o sensor do termômetro pode prejudicar o objeto ou introduzir variação na temperatura a ser medida.

Além desses, existem diversos outros tipos de termômetro, tais como: o culinário, indicado para medir a temperatura dentro de panelas, também usado por peritos criminais para identificar o resfriamento do corpo, por exemplo.

» Pirômetro óptico.



Escalas de temperatura

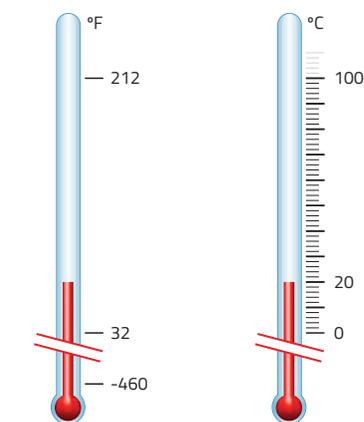
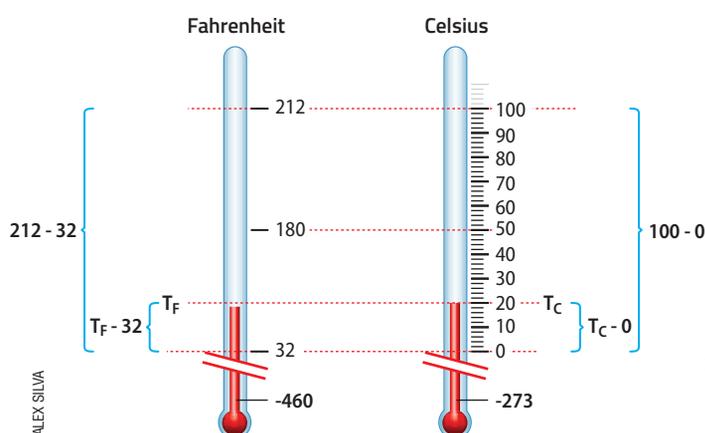
Qualquer que seja o tipo de termômetro utilizado, ele deverá ser calibrado em uma escala, dentre as quais as principais são Celsius (°C), a Fahrenheit (°F) e a escala absoluta Kelvin (K).

Nessa calibração, algumas referências devem ser adotadas para a construção da escala.

No caso da **escala Celsius**, utilizada no Brasil e na maioria dos países do mundo, as referências adotadas foram as temperaturas de fusão do gelo e de ebulição da água, ao nível do mar, valores adotados como 0 °C e 100 °C, respectivamente, também chamados de pontos fixos.

Para a **escala Fahrenheit**, utilizada nos Estados Unidos e em outros países de língua inglesa, os valores estabelecidos para os pontos fixos são 32 °F para a fusão do gelo e 212 °F para a temperatura de ebulição da água, ambos ao nível do mar.

Indicando nesses termômetros, uma temperatura qualquer, com as respectivas equivalências T_C e T_F .



» Escalas Fahrenheit e Celsius.

» Como determinar as temperaturas nas escalas Fahrenheit e Celsius.

Aplicando as proporções entre os segmentos:

$$\frac{T_F - 32}{212 - 32} = \frac{T_C - 0}{100 - 0} \Rightarrow \frac{T_F - 32}{180} = \frac{T_C}{100}$$

$$\frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_C}{5}$$

» (Relação entre °C e °F)

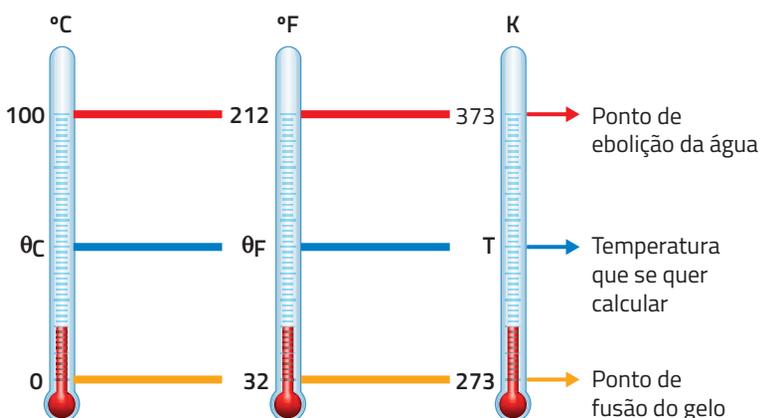
Observe que um acréscimo de 1 °C na escala Celsius corresponde ao acréscimo de 1,8 °F na escala Fahrenheit.

A **escala Kelvin** é denominada escala absoluta, porque se caracteriza por não indicar temperaturas negativas. Para sua definição, foi considerado o valor zero quando as partículas constituintes da matéria não tiverem qualquer movimento, ou seja, quando a energia cinética dessas partículas for nula. Por causa dessa vinculação com a movimentação molecular, também é chamada de escala termodinâmica de temperaturas.

Os valores dos pontos de fusão do gelo e de ebulição da água, ao nível do mar, indicados nessa escala são respectivamente, 273 K e 373 K.

Agregando esses pontos fixos às outras escalas, vem:

» Escalas Fahrenheit, Celsius e Kelvin.



ALEX SILVA

Observe que a escala Kelvin segue a mesma variação da escala Celsius, com o acréscimo de 273 unidades (valor arredondado). Assim:

$$T_K = T_C + 273$$

A escala Kelvin foi construída matematicamente, mas não com valores escolhidos arbitrariamente, e 0 K (denominado zero absoluto) dessa escala, equivale a $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$. Além disso, não se utiliza a nomenclatura grau kelvin, falando-se simplesmente kelvin e utiliza-se, normalmente, apenas a parte inteira $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Teoricamente, se algum sistema termodinâmico atingir essa temperatura, todas as suas moléculas, átomos e elétrons estarão em perfeito estado de repouso, sem qualquer energia cinética ou qualquer tipo de interação entre seus constituintes. Apesar de ser uma temperatura inatingível, é possível atingir valores muito próximos, nos quais se observa comportamentos e características singulares da matéria.

Em 1925, o físico alemão Albert Einstein (1879-1955) e o também físico indiano Satyendra Nath Bose (1894-1974) fizeram a previsão teórica – só confirmada experimentalmente em 1995 – de que, em temperaturas muito próximas do zero absoluto, da ordem de 450 pK (quatrocentos e cinquenta pico kelvin, ou 0,00000000045 K), uma grande parcela de átomos atinge o mais baixo estado energético, fazendo que, nestas condições, alguns efeitos pudessem ser observados em escala macroscópica.

Esses materiais, denominados **condensados de Bose-Einstein**, são fluidos de temperaturas baixas com propriedades não totalmente compreendidas, como por exemplo, fluir espontaneamente para fora do recipiente que o contém, verificando uma característica de superfluides nesses compostos.

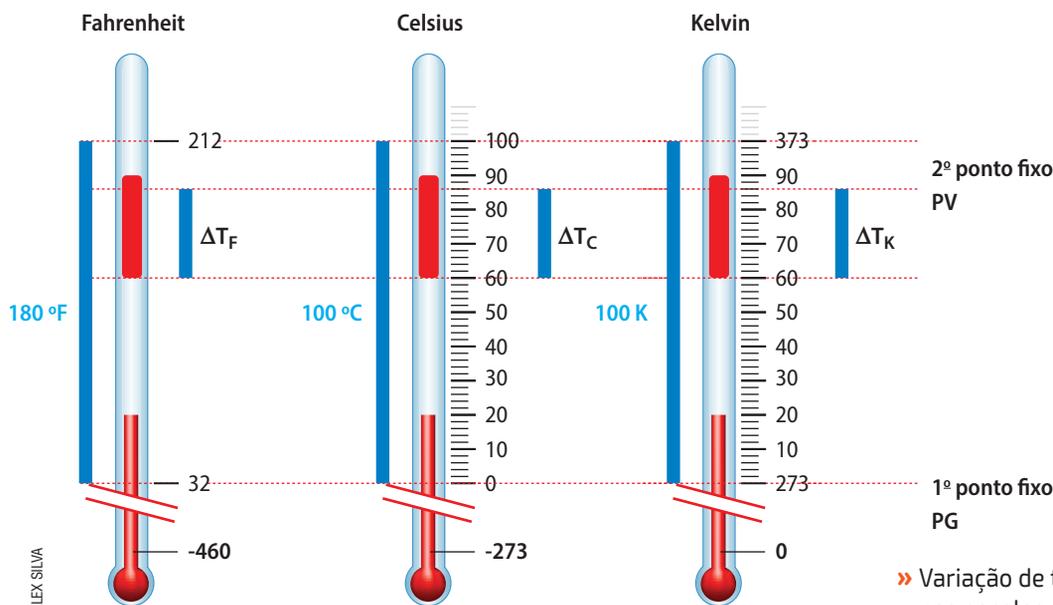
Nessa temperatura também alguns materiais, como as ligas de nióbio e titânio, apresentam propriedades supercondutoras.

Variação de temperatura

Nos estudos realizados em Física e Química, normalmente o aspecto mais importante é a variação da temperatura pela qual a matéria passou. Dessa forma, é importante organizar as informações e verificar as relações entre as variações de temperatura nas três escalas estudadas.

Entre os pontos fixos – fusão do gelo e ebulição da água – as variações de temperaturas sofridas nas três escalas são:

- escala Celsius: 0 °C a 100 °C $\Rightarrow \Delta T_c = 100 \text{ }^\circ\text{C}$
- escala Fahrenheit: 32 °F a 212 °F $\Rightarrow \Delta T_f = 180 \text{ }^\circ\text{F}$
- escala Kelvin: 273 K a 373 K $\Rightarrow \Delta T_k = 100 \text{ K}$



» Variação de temperatura nas escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin.

Assim: $\frac{\Delta T_f}{180} = \frac{\Delta T_c}{100} = \frac{\Delta T_k}{100}$

$$\frac{\Delta T_f}{9} = \frac{\Delta T_c}{5} = \frac{\Delta T_k}{5}$$

Ou seja, uma variação de 1 °C corresponde a uma variação igual, de 1 K, na escala Kelvin e de 1,8 °F na escala Fahrenheit.

Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

1. Exceto nos termômetros de radiação (pirômetro óptico), pode-se dizer que o termômetro indica a temperatura dele. Avalie essa afirmação, de acordo com os conceitos estudados e justifique sua resposta.
2. Por que um termômetro clínico (com mercúrio) não pode ser utilizado para a medida da temperatura de um forno? Qual seria um termômetro adequado?
3. Um forno de padaria deve ser robusto, confiável e resistente, pois deve apresentar estabilidade ao longo do dia, potência e, a depender da receita e da técnica do profissional, pode ser preciso assar a temperaturas acima de 240 °C. No entanto, ao pesquisar para efetuar a compra de um forno, o proprietário encontrou apenas fornos com indicação em Fahrenheit. Dessa forma, qual a temperatura que o forno deve atingir, nessa escala, para poder fazer os assados desejados pelo proprietário?
4. Um termômetro graduado em fahrenheit indica, para um mesmo estado térmico, um valor que corresponde ao dobro daquele indicado por um termômetro graduado em graus celsius. Qual é essa temperatura, em celsius, fahrenheit e kelvin?

Dilatação térmica

Forme um grupo com três colegas, leia a notícia abaixo referente a algo ocorrido em uma cidade do Paraná, e responda ao que se pede.

Pavimento levanta e complica o trânsito na Avenida Iguazu

Suspeita é de que o calor tenha causado a dilatação das placas de concreto. O tráfego foi bloqueado no cruzamento com a Rua Saint Hilaire

Por Vitor Geron [04/02/2012] [16:10]



» Asfalto subiu no cruzamento das Avenidas Iguazu com a Rua Saint Hilaire, na Água verde.

GERON, V. Pavimento levanta e complica o trânsito na Avenida Iguazu. **Gazeta do povo**. 4 fev. 2012. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/pavimento-levanta-e-complica-o-transito-na-avenida-iguacu-7yvo01ar8guhiuse7l018wci6/>. Acesso em: 20 ago. 2020.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

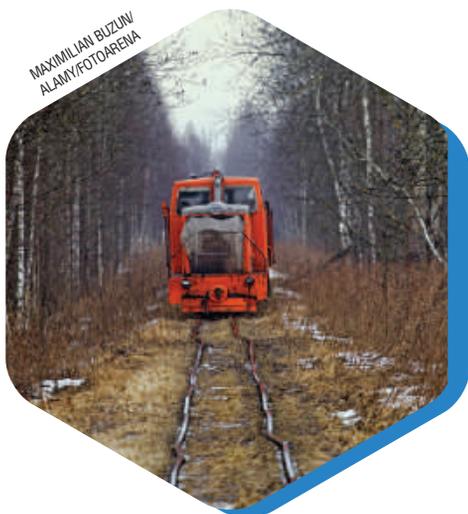
- 1 Discutam sobre a suspeita citada na notícia. Ela pode ser encarada como uma hipótese para o ocorrido? Justifiquem e estabeleçam condições para sua viabilidade ou não.
- 2 O que deveria ter sido feito para que o pavimento não levantasse desse jeito, devido à dilatação térmica?
- 3 Identifique e descreva outros dois exemplos de seu dia a dia que podem estar relacionados ao fenômeno da dilatação.

Não escreva no livro

Verifica-se que a maioria dos materiais presentes em nosso dia a dia, dilatam-se quando sua temperatura aumenta. Essa observação não é feita diretamente, mas sim, por meio dos efeitos provocados pelo aumento das dimensões: vidros racham ou quebram, tampas de potes de vidro ficam mais fáceis de serem abertas quando aquecidas, trilhos de estrada de ferro se deformam em locais em que ocorreu um incêndio ou temperaturas ambiente muito elevadas, por exemplo.

A dilatação está associada ao aumento da vibração de átomos e moléculas constituintes dos corpos, que passam a ocupar um espaço maior à medida que a temperatura aumenta. Isso faz que a dilatação ocorra sempre de forma volumétrica, em todas as dimensões: comprimento, largura e espessura do corpo.

» O aquecimento excessivo pode ter causado a deformação dos trilhos dessa ferrovia.

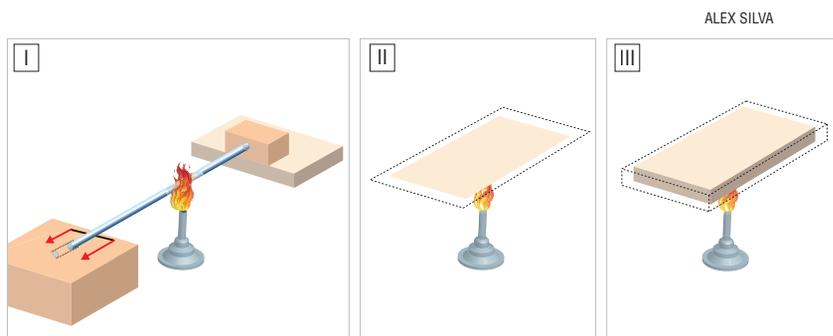


Muitas vezes interessa apenas o que ocorre em uma das dimensões, por exemplo, a dilatação dos trilhos em uma estrada de ferro, as dilatações na espessura e na altura são irrelevantes em relação à dilatação no comprimento. Nesses casos, analisamos apenas o comprimento e denominamos **dilatação linear**.

Outras vezes interessa considerar duas dimensões, ou seja, a área. Por exemplo, ao analisar a quantidade de revestimento a ser utilizado no piso de uma casa. Esses casos são denominados **dilatação superficial**.

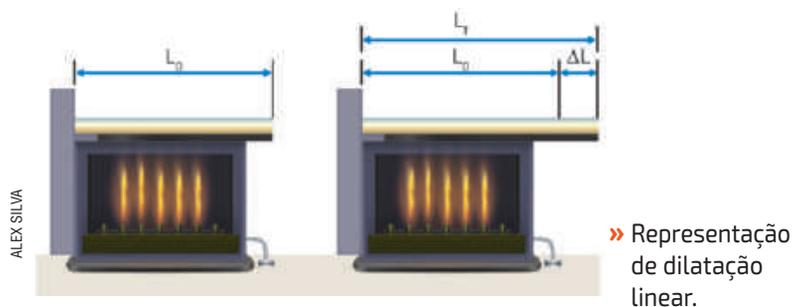
Em outros casos, precisamos analisar o que ocorre em todas as dimensões por exemplo, ao analisar o aquecimento de certo volume de líquido em uma garrafa, trata-se da **dilatação volumétrica**.

» (I) Dilatação linear. (II) Dilatação superficial. (III) Dilatação volumétrica.



Dilatação linear

Considere uma barra, de comprimento inicial L_0 , a uma determinada temperatura inicial T_0 . Quando é aquecida até uma temperatura final T_F , seu comprimento aumenta passando uma medida L_F .



A dilatação linear corresponde à variação do comprimento $\Delta L = L_F - L_0$ ao ser submetido à variação de temperatura $\Delta T = T_F - T_0$.

Verifica-se experimentalmente que a dilatação linear ($\Delta L = L_F - L_0$) é diretamente proporcional à variação de temperatura $\Delta T = T_F - T_0$ e ao comprimento inicial (L_0).

Assim, a dilatação linear pode ser calculada por: $\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$

Onde α é uma constante de proporcionalidade denominada **coeficiente de dilatação linear**, sendo característica para cada material. Quanto maior o coeficiente, maior a dilatação sofrida pelo material, nas mesmas condições de comprimento inicial e de variação de temperatura.

Em relação às unidades de medida, é importante salientar que ΔL e L_0 devem estar na mesma unidade, enquanto a unidade da temperatura vai definir a unidade de α . Temperatura em:

- $^{\circ}\text{C} \Rightarrow \alpha$ estará em $^{\circ}\text{C}^{-1}$;
- $^{\circ}\text{F} \Rightarrow \alpha$ estará em $^{\circ}\text{F}^{-1}$;
- $\text{K} \Rightarrow \alpha$ estará em K^{-1} .

Coeficientes de dilatação linear de alguns materiais

Chumbo: $\alpha_{\text{pb}} = 27 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Vidro comum: $\alpha_{\text{vidro}} = 9 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Vidro refratário: $\alpha_{\text{refratário}} = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Como o vidro refratário (utilizado para levar alimentos ao forno) tem coeficiente de dilatação linear quase três vezes menor do que o vidro comum, ele tem maior resistência aos chamados choques térmicos por dilatar menos.

A dilatação linear está presente à nossa volta, sendo muito utilizada na construção civil, em pontes e viadutos, estradas e ferrovias. Em geral, prevendo a dilatação do material na construção, deixa-se um pequeno espaço entre as peças, por exemplo, placas de concreto de uma ponte, e, em alguns casos como em pisos cerâmicos, esse espaço é preenchido com um material maleável.

ROBERT & JEAN POLLOCK/SCIENCE SOURCE/FOTOARENA

DESIGNBYDX/GETTY IMAGES

STANISLAV SLAVOV/123RF/EASYPX BRASIL

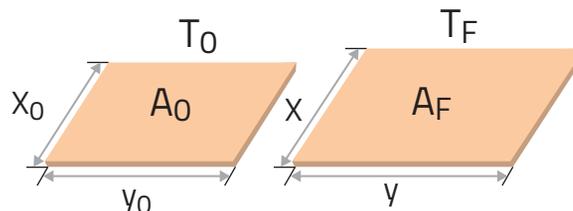


» I – Espaçamento em pontes e viadutos diminui a fadiga do material por causa da movimentação. II – Espaçamento entre os trilhos de uma ferrovia possibilita a dilatação linear do material. III – Junta de dilatação sendo preenchida com material maleável.

Dilatação superficial

Considere uma placa que, inicialmente à temperatura T_0 , possui área A_0 , tal que $A_0 = x_0 \cdot y_0$. Ao ser aquecida a uma temperatura T_F , sua área passa a ser $A_F = x \cdot y$.

» Representação de dilatação superficial.



A variação na área da placa ocorre nas duas dimensões. A área inicial da placa é: $A_0 = x_0 \cdot y_0$. Aplicando a equação da dilatação para cada lado da placa vem:

$$x - x_0 = x_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \Rightarrow x = x_0 + x_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$y - y_0 = y_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \Rightarrow y = y_0 + y_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

A área da placa depois de aquecida é calculada por $A = x \cdot y$. Assim:

$$x \cdot y = (x_0 + x_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T) \cdot (y_0 + y_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T)$$

$$A = x_0 \cdot y_0 + 2 \cdot x_0 \cdot y_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T + x_0 \cdot y_0 \cdot (\alpha \cdot \Delta T)^2$$

$$A = A_0 + 2 \cdot A_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T + A_0 \cdot (\alpha \cdot \Delta T)^2$$

O fator $A_0 \cdot (\alpha \cdot \Delta T)^2$ é muito pequeno em relação ao restante da equação e pode ser desprezado. Então:

$$A = A_0 + 2 \cdot A_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \Rightarrow A - A_0 = A_0 \cdot 2 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Fazendo $\beta = 2 \cdot \alpha$, tem-se: $\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T$

A dilatação superficial é diretamente proporcional à área inicial e à variação de temperatura, sendo a constante de proporcionalidade, $\beta = 2 \cdot \alpha$, chamada de **coeficiente de dilatação superficial**.

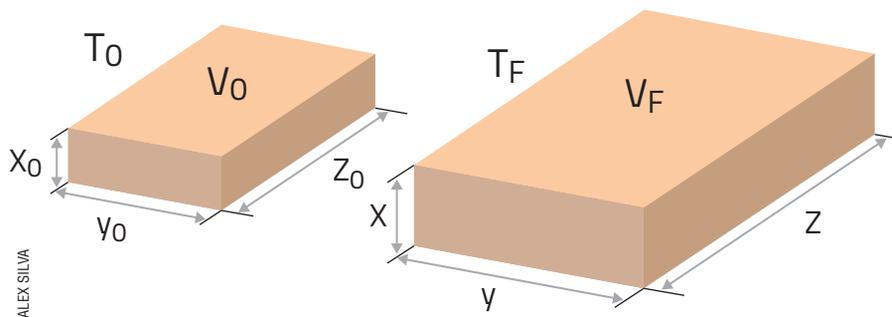
» Uma das possíveis causas para o piso levantar e soltar, ou o popularmente chamado estufamento do piso, se deve a um problema na instalação, ou seja, não deixar espaço adequado entre as peças.



EVERGREENTREE/SHUTTERSTOCK.COM

Dilatação volumétrica

De forma análoga, a equação da dilatação volumétrica pode ser deduzida a partir da análise da dilatação de uma caixa que na temperatura inicial T_0 , possui volume V_0 , tal que $V_0 = x_0 \cdot y_0 \cdot z_0$. Ao ser aquecida a uma temperatura T_F , seu volume passa a ser $V_F = x \cdot y \cdot z$.



ALEX SILVA

» Representação da dilatação volumétrica.

Observa-se a variação nas medidas das três dimensões da caixa.

O volume inicial da caixa é: $V_0 = x_0 \cdot y_0 \cdot z_0$.

Aplicando a equação da dilatação para cada lado da caixa, vem:

$$x - x_0 = x_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \Rightarrow x = x_0 + x_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$y - y_0 = y_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \Rightarrow y = y_0 + y_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$z - z_0 = z_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \Rightarrow z = z_0 + z_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

O volume é calculado por $V_F = x \cdot y \cdot z$. Assim,

$$x \cdot y \cdot z = (x_0 + x_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T) \cdot (y_0 + y_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T) \cdot (z_0 + z_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T)$$

$$V = x_0 \cdot y_0 \cdot z_0 + 3 \cdot x_0 \cdot y_0 \cdot z_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T + 3 \cdot x_0 \cdot y_0 \cdot z_0 \cdot (\alpha \cdot \Delta T)^2 + x_0 \cdot y_0 \cdot z_0 \cdot (\alpha \cdot \Delta T)^3$$

$$V = V_0 + 3 \cdot V_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T + 3 \cdot V_0 \cdot (\alpha \cdot \Delta T)^2 + V_0 \cdot (\alpha \cdot \Delta T)^3$$

No entanto, os fatores $3 \cdot V_0 \cdot (\alpha \cdot \Delta T)^2$ e $V_0 \cdot (\alpha \cdot \Delta T)^3$ são muito pequenos em relação aos demais termos da equação e podem ser desprezados. Então:

$$V = V_0 + 3 \cdot V_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \Rightarrow V - V_0 = 3 \cdot V_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Fazendo $\gamma = 3 \cdot \alpha$, tem-se; $\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$



A dilatação volumétrica é diretamente proporcional ao volume inicial e à variação de temperatura, sendo a constante de proporcionalidade, $\gamma = 3 \cdot \alpha$, chamada de **coeficiente de dilatação volumétrica**.

Um experimento que demonstra a dilatação volumétrica é realizado com o chamado anel de Gravesande, no qual em temperatura ambiente, uma esfera metálica consegue atravessar o anel. Posteriormente, ao ser aquecida, a esfera não atravessa mais o anel, demonstrando que suas dimensões aumentaram.

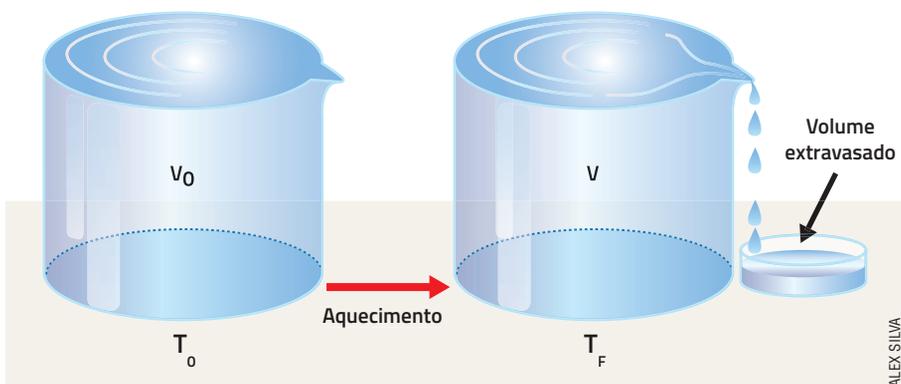
» Reprodução do experimento anel de Gravesande, durante o aquecimento da esfera.

Dilatação de líquidos

Os líquidos, assim como as demais substâncias, se dilatam quando aquecidos e essa dilatação, em geral, é maior do que a dos sólidos. Isso é o que justifica o princípio de funcionamento do termômetro clínico, no qual o mercúrio se dilata mais do que o vidro, permitindo verificar a alteração no comprimento de sua coluna, indicando a temperatura.

Por não ter forma definida, os líquidos têm que ser colocados em um recipiente e, ao ser aquecido, o recipiente também sofre dilatação, podendo causar interpretações equivocadas sobre o processo, caso a alteração de volume do recipiente não seja levada em consideração.

» Se a dilatação do mercúrio fosse idêntica à do vidro do termômetro, não seria possível medir a temperatura.



» O volume extravasado é a dilatação aparente do líquido.

Considere um recipiente completamente cheio de um líquido, tudo a uma determinada temperatura T_0 . Ao aquecer o conjunto, tanto líquido quanto recipiente se dilatam. No entanto, normalmente, a dilatação do líquido é maior, fazendo que ocorra transbordamento.

No entanto, a dilatação real do líquido é maior, pois o recipiente também dilatou. O volume extravasado corresponde à diferença entre a dilatação real do líquido e a dilatação do recipiente. Portanto:

$$\Delta V_{\text{ap}} = \Delta V_{\text{real}} - \Delta V_{\text{rec}}$$

Onde:

ΔV_{ap} é a dilatação aparente do líquido;

ΔV_{real} é a dilatação que, de fato, ocorreu com o líquido;

ΔV_{rec} é a dilatação do recipiente que contém o líquido.

É válida também a relação entre os coeficientes de dilatação:

$$\gamma_{\text{ap}} = \gamma_{\text{real}} - \gamma_{\text{rec}}$$

Exemplo:

Um recipiente de vidro, completamente cheio, contém 800 mL de álcool ($\gamma = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) a $10 \text{ } ^\circ\text{C}$. O conjunto foi aquecido até atingir a temperatura de $80 \text{ } ^\circ\text{C}$. Sabendo-se que o coeficiente de dilatação volumétrica do vidro é $27 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, calcule a dilatação aparente do álcool.

Primeiramente pode-se calcular a dilatação volumétrica de cada elemento:

$$\Delta V_{\text{real}} = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta V_{\text{real}} = 800 \cdot 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 70 \Rightarrow \Delta V_{\text{real}} = 10,08 \text{ mL}$$

$$\Delta V_{\text{rec}} = V_0 \cdot \gamma_{\text{vidro}} \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta V_{\text{rec}} = 800 \cdot 27 \cdot 10^{-6} \cdot 70 \Rightarrow \Delta V_{\text{rec}} = 1,512 \text{ mL}$$

A dilatação aparente é dada pela diferença: $\Delta V_{\text{ap}} = \Delta V_{\text{real}} - \Delta V_{\text{rec}}$

Portanto, $\Delta V_{\text{ap}} = 10,08 - 1,512 \Rightarrow \Delta V_{\text{ap}} = 8,568 \text{ mL}$

O volume extravasado (transbordado) é de $\Delta V_{\text{ap}} = 8,568 \text{ mL}$.

Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

1. Como seria o funcionamento de um termômetro se o mercúrio dilatasse menos do que o vidro? Ele poderia ser utilizado para medir temperatura?
2. Uma barra de alumínio tem comprimento de 20 cm a $10 \text{ } ^\circ\text{C}$ e sofre uma dilatação de 0,44 mm ao ser aquecida até $110 \text{ } ^\circ\text{C}$. Qual a dilatação de um recipiente de volume inicial 1 000 mL, feito do mesmo material, ao ser aquecido de $50 \text{ } ^\circ\text{C}$ até $100 \text{ } ^\circ\text{C}$?
3. Um motorista enche completamente o tanque de combustível de seu carro em um horário em que o termômetro de seu carro indica $10 \text{ } ^\circ\text{C}$. Ao deixar seu carro exposto ao Sol em um momento em que a temperatura atinge $40 \text{ } ^\circ\text{C}$, verifica que uma parte do combustível extravasa. Sabendo-se que a capacidade do tanque de combustível é de 50 L, que o coeficiente de dilatação volumétrico da gasolina é $1,1 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e que o litro do combustível custa R\$ 4,15, determine o prejuízo desse motorista caso isso se repita pelos trinta dias do mês.
4. Considere uma chapa retangular na qual há um furo circular em sua região central. O que deve acontecer com o furo (aumentar, diminuir ou se manter igual) quando a chapa é aquecida? Justifique.

Propagação do calor

Realize o seguinte procedimento: coloque uma mão sobre o tampo de madeira de uma mesa e a outra na parte metálica da cadeira ou da mesa. É uma situação similar à que temos na figura a seguir.



PHOTKAS/DEPOSITPHOTOS/FOTOARENA

» Ao tocar nos utensílios de cozinha representados, é possível ter a mesma sensação do procedimento citado, em um martelo de madeira e uma colher de metal.

A resposta e o comentário das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

1 O que você pode dizer sobre a sensação térmica em suas mãos? As temperaturas são iguais? Justifique.

Não escreva no livro



TON KOENE/WPICS/IMAGEBROKER/GLOW IMAGES

» Uma Inuit no interior de um iglu.

2 Você acha que um Iglu é construído de gelo sólido ou neve compactada? Por quê? Converse com seus colegas sobre o assunto.

Não escreva no livro

Agora, observe a imagem a seguir, leia o texto e responda à questão.

Os Inuit, uma comunidade aborígine popularmente chamados de esquimós, são povos nômades que vivem em regiões gélidas do Canadá, Groelândia, Alasca e Sibéria. Eles são conhecidos por construírem abrigos de gelo chamados Iglus. A neve e o gelo são isolantes térmicos, mantendo a temperatura no interior do iglu acima daquela encontrada na parte externa.

Em diversas situações cotidianas ocorre transferência de calor de um corpo para outro, devido à diferença de temperatura entre eles. Algumas dessas situações de transferência de calor necessitam de meio material, outras ocorrem em determinados meios e, por fim, há aquelas em que o meio material não é fator obrigatório, ocorrendo inclusive no vácuo.

Nas próximas páginas, vamos estudar os processos de propagação do calor, identificando suas características e exemplos de situações cotidianas em que elas estão presentes.

Condução térmica

O processo de condução térmica é facilmente observado na cozinha, pois há panelas com cabo de madeira e outras com cabo metálico, por exemplo. Quando a panela tem cabo de madeira, conseguimos segurá-la mesmo quando está sobre o fogo. Já para segurar aquelas que têm cabo de metal, é preciso proteger as mãos com pegadores próprios para evitar queimaduras.

Isso ocorre porque a madeira é um isolante térmico, propriedade dos materiais que impõe dificuldades para a propagação do calor por condução. Já o metal é um condutor térmico, material cuja propagação do calor por condução ocorre com grande facilidade. Mas, por que essa diferença?

Essa diferença se deve à forma como os átomos e moléculas que constituem o corpo estão organizados nos diferentes materiais. Nos materiais condutores a organização do arranjo de átomos ou moléculas possibilita que a agitação térmica desses constituintes seja transmitida entre arranjos vizinhos gradativamente.

O aquecimento de uma barra metálica por uma de suas extremidades, estabelece uma diferença de temperatura ao longo de sua superfície até atingir a extremidade oposta. Quanto mais próximo à chama, maior a temperatura e essa energia recebida da chama – calor – vai sendo transmitido de molécula para molécula.

Assim, **a condução térmica é o processo de transmissão do calor no qual a energia térmica passa de partícula para partícula do meio material.**

Em geral, os metais são bons condutores de calor, destacando-se o cobre, bastante utilizado em instalações de aquecimento e transporte de água quente.

Já a madeira, o ar seco e a fibra de vidro são exemplos de bons isolantes térmicos.

Quando encostamos em um metal à temperatura ambiente, ele parece estar mais frio. Isso ocorre porque os metais são bons condutores de calor, retirando energia térmica de nossas mãos, já que a temperatura do corpo humano é mais alta que a temperatura ambiente, de maneira geral. No caso da madeira, por ser um isolante térmico, não há um fluxo de calor intenso entre nossas mãos e esse material.

Convecção térmica

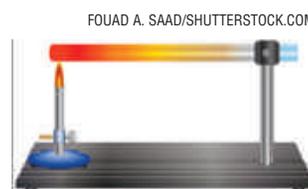
A convecção térmica é a forma de propagação do calor que ocorre nos fluidos (líquidos e gases) na qual as partes que estão a temperaturas mais altas se dilatam mais, aumentando o volume e diminuindo a densidade. Estando menos densas, sobem e passam a ocupar a parte mais alta do recipiente ou ambiente. Com isso, a parte da matéria que está mais densa desce para ocupar o espaço deixado. Esse ciclo vai se repetindo, formando assim as chamadas correntes de convecção.

As correntes de convecção podem ser criadas aquecendo a parte mais baixa, resfriando a parte mais alta ou as duas coisas ao mesmo tempo.

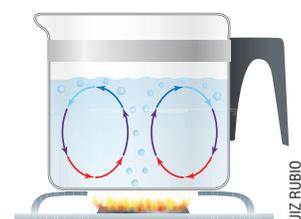
Assim, **a convecção térmica é o processo de transmissão do calor por meio da movimentação dos fluidos (líquidos ou gases) que ocupam o ambiente.**



- » (1) O cabo de madeira permite segurar a panela sem o risco de queimaduras. (2) Para segurar a panela quente com cabo metálico, é preciso proteger as mãos.



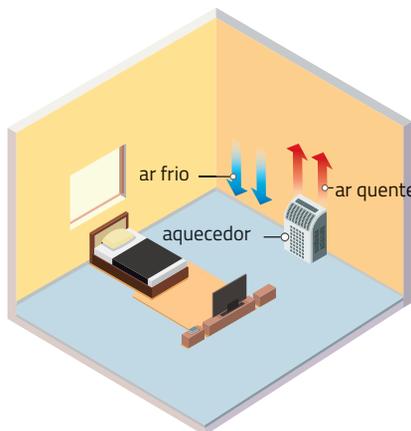
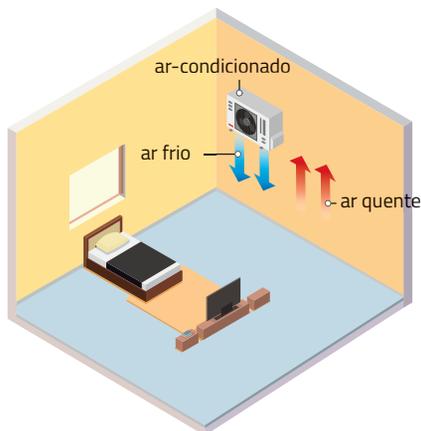
- » O calor recebido da chama em uma das extremidades da barra metálica é transmitido por condução até a outra.



- » As correntes de convecção se formam devido à diferença de densidade entre as partes do fluido (líquido ou gás) aquecida e em aquecimento.

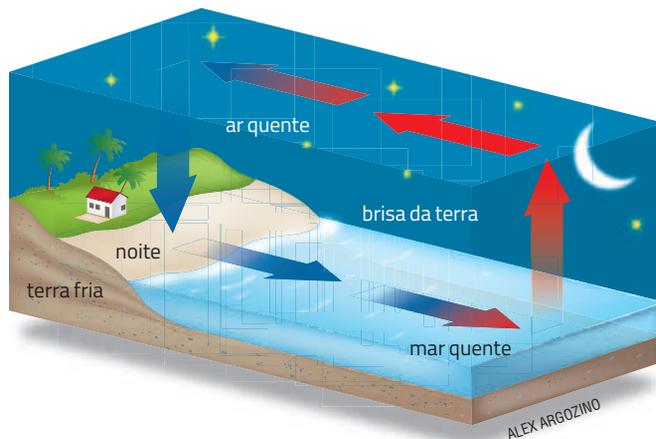
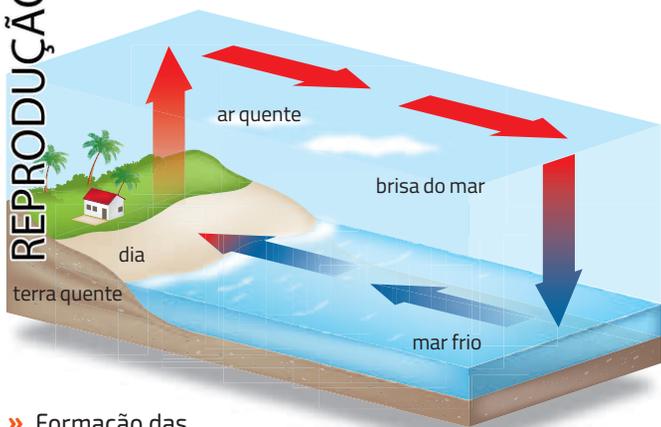
Para ter maior eficiência, os aparelhos de ar condicionado são colocados na parte mais alta da sala para refrigerar o ambiente e os aquecedores, colocados na sala em dias frios ficam junto ao chão.

» Para maior eficiência, o ar-condicionado deve ser colocado em locais mais altos e o aquecedor em locais mais baixos.



ALEX SILVA

Um fenômeno natural causado pela convecção é o das brisas marítima e terrestre. Pela manhã, a areia da praia se aquece mais rapidamente do que a água do mar. Com isso, o ar próximo à areia está mais aquecido e, por ser menos denso, sobe. Com isso, moléculas de ar que estão sobre a água movem-se no sentido da areia para ocupar o lugar em que se formou uma região de baixa pressão. O ciclo se fecha com a movimentação do ar produzindo a brisa do mar (marítima). No final de tarde, o processo se inverte e temos a formação da brisa da terra (terrestre ou continental).



ALEX ARGOZINO

» Formação das brisas do mar e da terra.

Irradiação térmica

Certamente, você já ouviu que só se deve tomar sol antes das 10h e depois das 16h. Mas sabe o porquê?

A energia do sol atinge a superfície terrestre por meio das radiações eletromagnéticas, composta pelas chamadas radiações visíveis (que formam as cores do arco-íris) e pelas radiações infravermelho e ultravioleta, dentre outras.

O ultravioleta é uma radiação altamente energética que pode destruir ou causar anomalias em células de nossa pele. Por isso, é recomendável evitar os horários em que essa radiação incide com maior intensidade.

A radiação infravermelha é emitida por qualquer material em função da temperatura em que se apresentam – quanto maior a temperatura, maior a quantidade de infravermelho irradiada.

Por isso existem os sensores de infravermelho (passivos) que são calibrados de acordo com a temperatura do corpo humano e detectam qualquer variação da temperatura do ambiente devido à variação repentina da quantidade de radiação infravermelha emitida no local.

A irradiação é o processo de transmissão do calor por meio de ondas eletromagnéticas.

Diversos são os exemplos em que se verifica a irradiação térmica, dentre os quais pode-se destacar o aquecimento proporcionado por uma lareira, por exemplo. O fogo (ou a brasa) da lareira emite bastante radiação na faixa do infravermelho que irá aquecer o ambiente. Nesse caso, ocorre também a convecção, uma vez que o ar mais próximo à chama está mais aquecido e, por ser menos denso, sobe, vindo outro para ocupar o seu lugar.

Mesmo nas lareiras em que se coloca uma placa de vidro em sua frente, temos o aquecimento por irradiação, diminuindo, nesse caso, a interferência da convecção térmica.

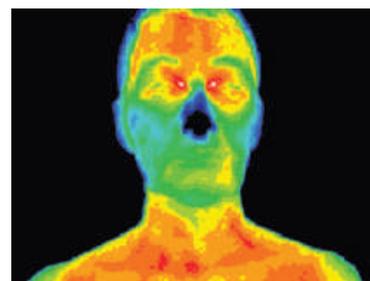
O vaso de Dewar, mais conhecido como garrafa térmica, é um recipiente que tem como princípio conservar a temperatura dos líquidos colocados em seu interior. Foi idealizado e construído pelo físico e químico escocês James Dewar (1842-1923) e, para cumprir seu objetivo de isolar o meio interno, busca evitar que ocorram trocas de calor com o meio externo por qualquer um dos processos de transferência de energia térmica.

Evita que ocorra transferência de calor por condução. Para isso, é construída com uma parede dupla que impede que o meio externo e o meio interno tenham contato físico entre si.

Para evitar a convecção, o espaço entre as faces da parede dupla é preenchido com material isolante ou é retirado todo o ar, produzindo vácuo nessa região. Assim, ficam impossibilitadas as correntes de convecção.

Por fim, para impedir a irradiação, as paredes são espelhadas refletindo a radiação térmica, fazendo que fique concentrada no interior do recipiente (para manter o líquido quente) ou que reflita de volta para o meio exterior (para manter o líquido gelado).

Por fim, fecha-se o recipiente com uma tampa que possa vedar completamente qualquer entrada ou saída de ar, sendo feita de material isolante térmico, normalmente plástico.



ANITAV/DEPOSITPHOTOS/FOTOARENA

» Sensores de infravermelho passivo (PIR – em inglês: Passive Infrared).



VOYAGERIX/SHUTTERSTOCK.COM

» Em uma lareira, o calor é transmitido por irradiação.



LUCAS FARAUJ

» Garrafa térmica ou vaso de Dewar. As paredes duplas, espelhadas e com vácuo entre elas impedem as trocas de calor com o meio externo.

Forno solar – tipo caixa

É possível construir um forno a partir de materiais simples, que realmente possa cozinhar alimentos?

» Materiais

- caixa de papelão em que caibam duas canecas;
- duas canecas (ou copos) pretas idênticas;
- 2 termômetros para medidas de temperatura ambiente (não clínico);
- folha de papel-alumínio;
- saco plástico transparente ;
- cartolina preta;
- fita adesiva.

» Procedimentos

- Pinte o interior da caixa de papelão de preto ou faça uso da cartolina preta para forrar todo seu interior.
- Forre um pedaço de papelão com papel-alumínio. Esse pedaço será usado como refletor solar.
- Coloque 100 mL de água em uma caneca e 200 mL de água na outra, que devem ser colocadas lado a lado, no interior da caixa, de forma a receberem a mesma quantidade de energia (aproximadamente) radiante, refletida pela superfície refletora. Coloque um termômetro em cada caneca e cubra-as com o plástico transparente.
- Leve o forno ao sol, ajuste o refletor para iluminar dentro da caixa.
- Copie a tabela a seguir, em seu caderno e preencha com a medida da temperatura da água em três momentos diferentes, a cada 10 min.

Temperatura da água	1ª medida	2ª medida	3ª medida
Caneca 100 mL			
Caneca 200 mL			

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

1. No mesmo sistema de eixos, construa os gráficos da temperatura em função do tempo para a água de cada caneca (utilize cores diferentes para cada gráfico).
2. O que você observa em relação à temperatura da água?
3. O comportamento da temperatura depende da quantidade de água? Explique.
4. Forme um grupo com seus colegas e desenvolvam um projeto de forno solar para famílias carentes. Faça uma pesquisa para identificar um tipo de forno solar de fácil execução, que utilize materiais acessíveis e que seja eficiente. Para isso é preciso testar seu funcionamento.

1. Observe a representação de uma geladeira e explique como ocorre o processo de refrigeração interno.



AFOGAPO/SHUTTERSTOCK.COM

2. Realize uma pesquisa e explique como ocorre e o que é o efeito estufa na Terra, bem como as consequências de seu agravamento.
3. No deserto, os povos nômades utilizam roupas de lã tanto durante o dia quanto à noite. Qual o motivo? Explique.
4. Leia o texto a seguir.

Correntes de Convecção da Terra

[...] são os movimentos dos fluidos internos que se realizam no manto[...]. Acredita-se que elas sejam as grandes responsáveis por inúmeros processos de transformação do relevo de origem endógena, como terremotos, vulcanismos, tectônica de placas, entre outros.

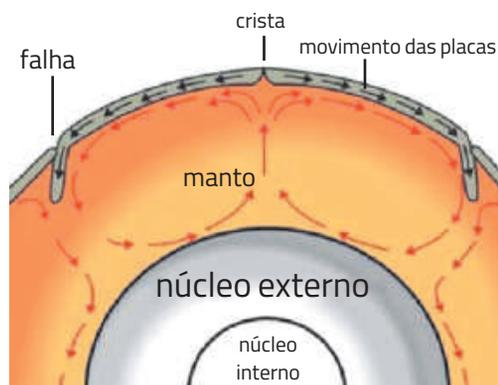
[...] o manto terrestre é composto por magma, que são formações rochosas que se encontram em uma consistência pastosa, graças ao elevado calor interno da Terra. Assim, se considerarmos a fluidez dessa camada, não é difícil imaginar que esse material realize constantes movimentos.

A comunidade científica acredita que esses movimentos sejam constantes e que possam ser detalhadamente representados, o que ajudaria a entender como a dinâmica interna da Terra influencia e transforma as paisagens superficiais.

5. Um sistema de aquecimento solar utiliza-se de uma placa feita de tubos de PVC, por onde a água circula, se conectando a um reservatório. Esta placa fica exposta à luz solar e pelos processos de propagação de calor aquece a água do reservatório. De acordo com seus conhecimentos explique, quais os processos utilizados neste tipo de montagem e que facilitam as trocas de calor. Se necessário, faça uma pesquisa na internet sobre o assunto.



WWW.SEMPRESUSTENTAVEL.COM.BR



BRASIL ESCOLA

PENA, R. F. A. "Correntes de Convecção da Terra; **Brasil Escola**, c2020. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/correntes-convecao-terra.htm>. Acesso em: 14 de setembro de 2020.

Interprete o texto acima e faça uma relação das camadas terrestres, indicando da mais fria para a mais quente, explicando o porquê da sua escolha. Converse com os colegas sobre sua hipótese.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Considere que um serralheiro tenha se esquecido de utilizar parte de seu EPI, e que algumas fagulhas de metal incandescente acertaram seu braço, e mesmo assim ele não se queimou.



MATTHEW HORWOOD/BETTY IMAGES

» Fagulhas incandescentes ao cortar uma barra metálica.

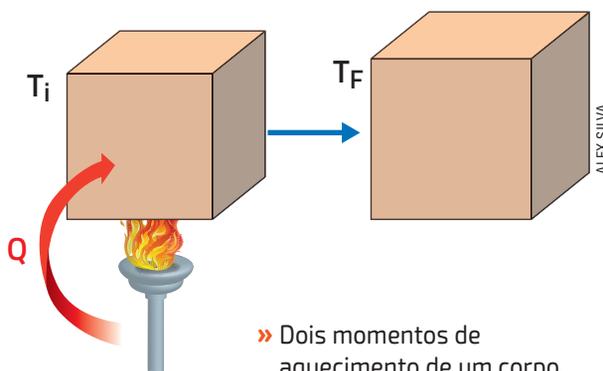
A calorimetria é a parte da Física em que são realizados os estudos referentes ao calor e suas trocas entre corpos diferentes, lembrando que calor é uma forma de energia em trânsito, que é transmitida do corpo de maior para o de menor temperatura.

Quando a energia recebida, na forma de calor, produz variação na temperatura do sistema, esse calor é denominado **calor sensível**. Caso essa quantidade de calor provoque mudança no estado físico, ele é denominado **calor latente**.

Calor sensível

Considere a situação na qual um corpo recebe determinada quantidade de calor (Q), e sua temperatura varia, passando de uma indicação inicial (T_i) para outra final (T_f), sendo $T_f > T_i$.

Nessa situação, verifica-se que para uma quantidade de calor Q , o corpo (sistema) sofre uma variação de temperatura $\Delta T = T_f - T_i$.



» Dois momentos de aquecimento de um corpo.

1

Elabore uma explicação com suas palavras sobre o fato do serralheiro não ter se queimado. Após sua explicação, busque na internet justificativas que apoiem sua hipótese.

2

O que é EPI? Qual sua importância?

Não escreva no livro

Define-se a **capacidade térmica do corpo (C)** como a grandeza que mede a quantidade de calor necessária para que ocorra uma variação de temperatura ΔT .

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad (I)$$

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade de medida é J/K, mas a unidade mais utilizada é cal/°C. Portanto, dizer que a capacidade térmica de um corpo é de 10 cal/°C significa que ele necessita receber dez calorias (10 cal) para que sua temperatura varie um grau celsius (1 °C). Ou ainda que, a cada 10 cal, a temperatura varia 1 °C.

Ao fornecer determinada quantidade de calor para 1 g de água ou para 1 kg de água, certamente a variação de temperatura será diferente em ambos os casos. Isso significa que a capacidade térmica está relacionada à massa (m) do corpo.

Outra análise a ser feita se relaciona ao material que constitui o corpo. Se fornecermos a mesma quantidade de calor para massas iguais de um metal e de água, o metal aquecerá mais do que a água. Isso porque as diversas substâncias têm valores diferentes de **calor específico (c)**.

Portanto, a capacidade térmica do corpo pode ser relacionada à massa e ao material do qual o corpo é feito, indicado pelo calor específico. Essa relação é definida por:

$$C = m \cdot c \quad (II)$$

Relacionando as equações (I) e (II), vem: $m \cdot c = \frac{Q}{\Delta T}$.

A quantidade de calor sensível ou apenas, quantidade de calor fornecida ou retirada do corpo é dada por:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Onde:

Q: quantidade de calor fornecida ou retirada do corpo, comumente, medida em caloria (cal);

m: massa do corpo, mais utilizada em grama (g);

c: calor específico do material constituinte do corpo, medido comumente em $\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$;

ΔT : variação de temperatura do corpo, frequentemente em graus celsius (°C).

O calor específico é uma característica própria e específica de cada substância (ou material) e de cada estado físico. Assim, dizer que o calor específico da água é 1 cal/g.°C significa que: ao fornecer 1 cal para 1 g de água, no estado líquido, sua temperatura aumenta em 1 °C.

Substância	Calor específico ($\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$)
Água	1,000
Gelo	0,500
Alumínio	0,220
Cobre	0,094

Analisando esses valores, é possível concluir que, para sofrer a mesma variação de temperatura, a água apresenta uma dificuldade muito maior do que a mesma massa de cobre, por exemplo, necessitando de maior quantidade de calor.

Calorímetro

O recipiente em que ocorrem as trocas de calor, isolando o sistema do meio externo, é denominado **calorímetro**, podendo ser classificado em real ou ideal.

O calorímetro ideal isola o sistema do meio exterior e não interfere nas trocas de calor, apresentando assim capacidade térmica nula. Já o calorímetro real isola o sistema, mas interfere nas trocas de calor, tendo capacidade térmica não nula, participando das trocas de calor.

Atividades resolvidas

1. Uma barra de vidro de 20 g recebe 160 cal de uma fonte térmica, fazendo com que sua temperatura varie de 10 °C para 60 °C. Qual é o calor específico do vidro?

▶ Resolução

$$m = 20 \text{ g}$$

$$Q = 160 \text{ cal}$$

$$\Delta T = T_f - T_i \Rightarrow \Delta T = 60 - 10 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow 160 = 20 \cdot c \cdot 50 \Rightarrow 160 = 1000 \cdot c \Rightarrow c = 0,16 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$$

2. Considere um calorímetro de capacidade térmica 5 cal/ °C, contendo 100 g de água a 20 °C. Uma fonte térmica fornece 500 cal de energia ao sistema. Qual a temperatura final atingida pelo sistema?

▶ Resolução

O sistema é formado pela água e pelo calorímetro e esse conjunto recebe a energia na forma de calor. Assim, tem-se:

$$Q = Q_{\text{cal}} + Q_{\text{água}} \Rightarrow Q = C_{\text{cal}} \cdot \Delta T + m_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot \Delta T$$

$$500 = 5 \cdot (T_f - 20) + 100 \cdot 1 \cdot (T_f - 20)$$

$$500 = 105 \cdot T_f - 2100$$

$$2600 = 105 \cdot T_f \Rightarrow T_f = 24,76 \text{ }^\circ\text{C}$$

3. Uma fonte térmica fornece energia à taxa de 10 cal/s. Essa energia é utilizada para aquecer uma amostra de 100 g de cobre ($c_{\text{cobre}} = 0,094 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$) durante 1 minuto. Qual a variação de temperatura do cobre, considerando que toda energia seja absorvida por ele?

▶ Resolução

$$\text{Fonte: } 100 \text{ calorias por segundo} \rightarrow \text{em } 1 \text{ min (60 s)} \Rightarrow Q = 60 \cdot 10 \Rightarrow Q = 600 \text{ cal}$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow 600 = 100 \cdot 0,094 \cdot \Delta T \Rightarrow 600 = 9,4 \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta T = 63,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

Calor latente

Quando um corpo, já na temperatura de mudança de estado físico, recebe calor, sua temperatura não varia e essa energia é utilizada para romper as ligações moleculares, fazendo com que o material mude de estado. A quantidade de calor envolvida nessa etapa é chamada de quantidade de calor latente de mudança de fase, ou simplesmente **calor latente**.

A quantidade de calor é diretamente proporcional à massa da substância que muda de estado, fazendo que possa ser calculada por:

$$Q = m \cdot L$$

Onde L é uma constante de proporcionalidade, chamada de calor latente de mudança de estado, que fornece uma medida da quantidade de calor necessária para que uma unidade de massa mude de estado, mantendo a temperatura constante.

Para a água, ao nível do mar, temos:

- **Fusão:** passagem do estado sólido para o estado líquido: $L_{\text{fusão}} = 80 \text{ cal/g}$. Isso significa que, para transformar 1 g de gelo a 0°C em 1 g de água líquida a 0°C é necessário que o gelo receba 80 cal.

No processo inverso, para solidificar 1 g de água a 0°C , retira-se 80 cal do sistema. Portanto, $L_{\text{solidificação}} = -80 \text{ cal/g}$.



» Fusão do gelo.

- **Vaporização:** passagem do estado líquido para o estado gasoso:

$$L_{\text{vaporização}} = 540 \text{ cal/g}$$

Isso significa que, para transformar 1 g de água a 100°C , ao nível do mar, em 1 g de vapor-d'água a 100°C é necessário que a água receba 540 cal.

No processo inverso, para condensar (ou liquefazer) 1 g de vapor-d'água a 100°C , temos que retirar 540 cal do sistema. Portanto,

$$L_{\text{condensação}} = -540 \text{ cal/g}$$



» Vaporização da água.

Curvas de aquecimento e de resfriamento

Para a construção das curvas de aquecimento e resfriamento de uma substância pura, as primeiras coisas que devem ser conhecidas são as temperaturas de mudança de estado.

Considerando como exemplo a água (H_2O), em que é fornecido calor continuamente para determinada massa de gelo a uma temperatura inicialmente, abaixo de $0\text{ }^\circ\text{C}$.

Etapa I: a substância (água) está no estado sólido, abaixo de seu ponto de fusão. Assim, o calor é sensível até atingir $0\text{ }^\circ\text{C}$. Portanto:

$$Q_I = m \cdot c_{\text{gelo}} \cdot \Delta T$$

Etapa II: a mudança de fase, do estado sólido para o líquido (fusão), com temperatura constante, tem-se: $Q_{II} = m \cdot L_{\text{fusão}}$.

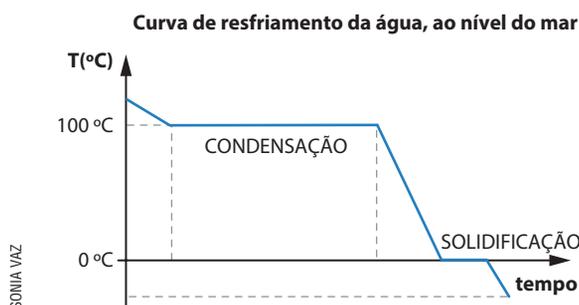
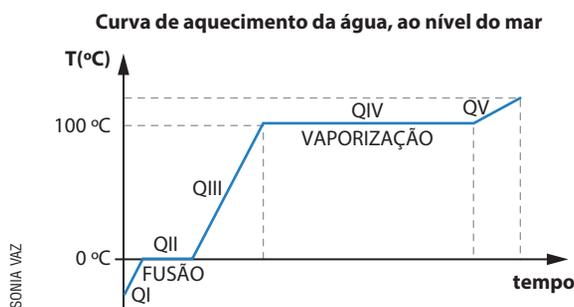
Etapa III: o aquecimento do líquido, entre as temperaturas de fusão e ebulição: $Q_{III} = m \cdot c_{\text{líquido}} \cdot \Delta T$

Etapa IV: a mudança de fase, do estado líquido para o estado gasoso (vaporização), com temperatura constante, tem-se: $Q_{IV} = m \cdot L_{\text{vaporização}}$

Etapa V: o aquecimento do vapor, a partir da temperatura de ebulição: $Q_V = m \cdot c_{\text{vapor}} \cdot \Delta T$.

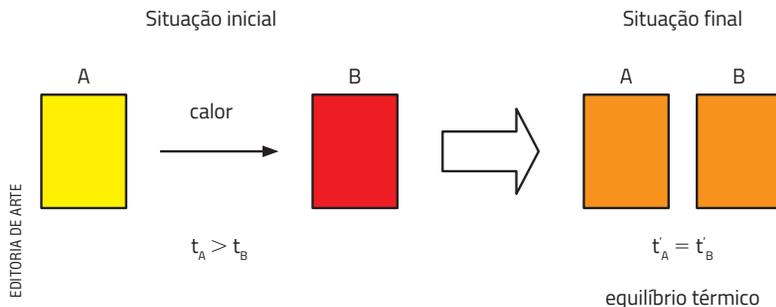
O processo inverso ocorre com a retirada de calor do sistema e é denominado resfriamento.

Representando graficamente (sem escala) essas etapas do aquecimento e do resfriamento, temos:



Trocas de calor

Considere os corpos A e B, com temperaturas T_A e T_B , colocados em um recipiente termicamente isolado, de tal forma que $T_A > T_B$. Desta forma, haverá transferência de calor de A para B até que o equilíbrio térmico seja atingido.



O corpo A perdeu uma quantidade Q de calor: $Q_A = -Q$;

O corpo B recebeu uma quantidade Q de calor: $Q_B = +Q$;

Assim:

$$Q_A + Q_B = 0$$

Esse é o **princípio fundamental das trocas de calor: a soma das quantidades de calor trocado entre todos os corpos é nula.**

Caso o calorímetro tenha capacidade térmica não nula, ele deverá ser colocado para participar da troca de calor como mais um corpo.

Atividade resolvida

4. No interior de um calorímetro de capacidade térmica $4 \text{ cal}/^\circ\text{C}$ encontram-se 50 g de um líquido, inicialmente a 20°C . Mergulha-se nesse líquido um pedaço de cobre, de massa 100 g e calor específico $0,094 \text{ cal}/\text{g}^\circ\text{C}$, a 100°C . O calorímetro é então fechado e espera-se o equilíbrio térmico que se estabelece a 40°C . Determine o calor específico do líquido.

Resolução

Os três corpos trocam calor entre si, de forma que calorímetro e o líquido se aquecem de 20°C a 40°C enquanto o pedaço de cobre resfria de 100°C para 40°C .

Assim, calculando a quantidade de calor para cada participante, temos:

$$\text{Calorímetro: } Q_{\text{calorímetro}} = C \cdot \Delta T \Rightarrow Q_{\text{calorímetro}} = 4 \cdot (40 - 20) \Rightarrow Q_{\text{calorímetro}} = 80 \text{ cal}$$

$$\text{Líquido: } Q_{\text{líquido}} = m \cdot c_{\text{líquido}} \cdot \Delta T \Rightarrow Q_{\text{líquido}} = 50 \cdot c_{\text{líquido}} \cdot (40 - 20) \Rightarrow Q_{\text{líquido}} = 1000 \cdot c_{\text{líquido}}$$

$$\text{Cobre: } Q_{\text{cobre}} = m \cdot c_{\text{cobre}} \cdot \Delta T \Rightarrow Q_{\text{cobre}} = 100 \cdot 0,094 \cdot (40 - 100) \Rightarrow Q_{\text{cobre}} = -564 \text{ cal}$$

Como o sistema é isolado:

$$Q_{\text{calorímetro}} + Q_{\text{líquido}} + Q_{\text{cobre}} = 0 \Rightarrow 80 + 1000 \cdot c_{\text{líquido}} + (-564) = 0 \Rightarrow 1000 \cdot c_{\text{líquido}} = 484 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow c_{\text{líquido}} = 0,484 \text{ cal}/\text{g} \cdot ^\circ\text{C}$$

1. Uma garrafa térmica de 1,5 L é preenchida até sua capacidade máxima com café a 96 °C. Após 4h, o café está na temperatura ambiente de 26 °C. Sabendo-se que a garrafa não foi aberta e que a massa de 1 L de café equivale a 1 kg, responda.



- a) Por quais processos pode ter ocorrido a perda de calor?
 b) Qual o fluxo da perda de calor, em calorias por hora? Adote: $c_{\text{água}} = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$.

2. Um pequeno botijão de GLP de acampamento pode conter até 5 kg de gás. O GLP tem um poder calorífico de 11 000 kcalorias por quilograma de gás consumido em combustão completa. Adolfo, que mora no litoral, quer derreter 60 kg de gelo a -10 °C, com o fogo proveniente desse botijão, até se transformar em água a 20 °C.

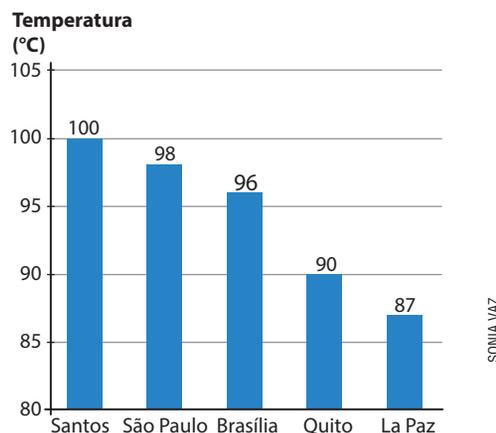
Adote: $c_{\text{gelo}} = 0,5 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$; $c_{\text{água}} = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$; $L_f = 80 \text{ cal/g}$

- a) Estime, em kcal, a quantidade de calor necessária para o gelo se transformar em água e atingir o estado líquido desejado, como descrito no enunciado.
 b) Estime quantos quilogramas de gás restarão após a operação descrita no enunciado:

3. Um calorímetro feito de alumínio tem em seu interior 200 g de água à temperatura de 20 °C. Introduce-se 200 g de pequenas bolinhas de vidro ("bolinhas de gude") que se encontram inicialmente à temperatura de 75 °C. Sabendo que o calor específico do vidro é 0,16 cal/g · °C e o da água, 1 cal/g · °C, e que a temperatura de equilíbrio térmico do conjunto é igual a 25 °C, determine a capacidade térmica do calorímetro.

4. O gráfico a seguir mostra os diferentes pontos de ebulição da água em cidades do Brasil e da América Latina.

» Ponto de ebulição da água em diferentes cidades

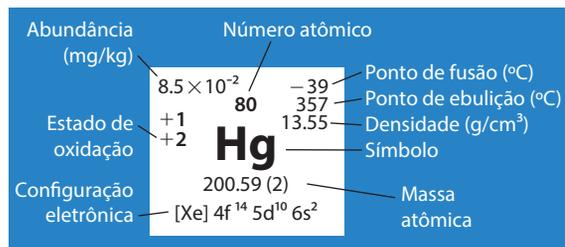


Fonte de dados: *Boiling Point at Altitude Calculator*. Disponível em: <https://www.omnicalculator.com/chemistry/boiling-point-altitude>. Acesso em: 28 set. 2020.

- a) Pesquise na internet informações sobre estas cidades e elabore uma hipótese para explicar essas diferenças entre os pontos de ebulição.
 b) Interpretando os dados do gráfico, estime a

relação $\left(\frac{Q_s}{Q_q}\right)$ entre a quantidade de calor necessária para se aquecer 100 g de água de 0 °C até a ebulição em SANTOS e em QUITO.

5. A imagem a seguir mostra algumas características de certo elemento químico da tabela periódica.



Fonte: QUIMLAB SOLUÇÕES EM QUÍMICA. Disponível em: <https://www.quimlab.com.br/guidadoselementos/mercurio/mercurio.jpg>

- a) Pesquise e identifique o elemento químico e explique o porquê de seu símbolo.
 b) Interpretando a imagem, determine quais os estados físicos deste elemento nas temperaturas 400 °C, -40 °C e 40 °C, respectivamente.
 c) Esboce a curva de aquecimento para determinada massa deste elemento.

Atividades extras

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

- Uma pessoa consulta seu celular, logo pela manhã, para ver como estarão as temperaturas durante o dia. Em sua tela aparecem, entre outras informações, as temperaturas máxima e mínima nas próximas horas.



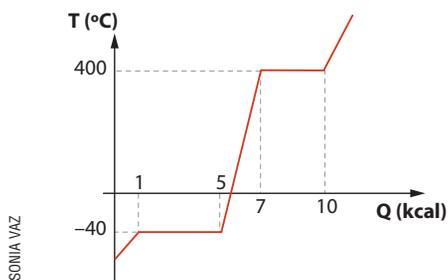
DANIEL BOGNI

- » Informativo de previsão do tempo, com temperaturas máxima e mínima ao longo do dia.

Analise a imagem e determine, em fahrenheit:

- o módulo da variação de temperatura.
- os valores da máxima e da mínima.

- Duas esferas, uma de alumínio ($C_{Al} = 0,2 \text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$) de massa 250 g e outra de ferro ($C_{Fe} = 0,1 \text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$), de massa 1,5 kg, são aquecidas de 20°C a 100°C . Estime a quantidade de energia utilizada para o aquecimento da esfera de ferro em relação à esfera de alumínio.
- Um estudante de Física, baseando-se nos valores de PF e PE de um elemento da tabela periódica, cria a curva de aquecimento de uma **substância hipotética**, de massa 100 g, inicialmente no estado sólido, como é mostrado no gráfico.



SONIA VAZ

- Determine o calor específico da substância no estado líquido.
- Calcule o calor latente de fusão.
- Determine o calor latente de vaporização.
- Fazendo uma pesquisa dos elementos da tabela periódica, estime qual deveria ser o elemento no qual o estudante se baseou para criar a sua substância, apenas observando os pontos de fusão e ebulição.
- Qual argumento, além dos pontos PF e PE ligeiramente diferentes, você indicaria para afirmar que a substância não é o mercúrio?

- Uma das mais fascinantes culturas da Terra é a do povo inuit, conhecidos como esquimós. Apesar de hoje eles viverem em casas do estilo ocidental, muitos deles ainda constroem iglus em suas caçadas pelas planícies geladas do Ártico. De acordo com seus conhecimentos, crie uma hipótese do porquê os inuits usarem uma “casa de gelo” para se proteger do frio extremo das regiões onde vivem.



KOTENKO OLEKSANDR/SHUTTERSTOCK.COM

- O deserto do Saara é uma das regiões mais quentes e áridas do planeta. As variações de temperatura diárias chegam a 60°C , atingindo mínimas abaixo de zero. Suponha uma chapa de aço de 1 m^2 , sendo transportada durante dois dias pelo deserto, sofrendo as variações de temperatura citadas. Qual a máxima variação de área possível desta chapa? Adote: $\alpha = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- (PUC-SP) O K2, segunda maior montanha do mundo, pico de 8611 m, localizada na fronteira entre o Paquistão e a China, é considerada por muitos alpinistas a montanha mais difícil e a mais perigosa do mundo.



VESTIBULAR PUC-SP

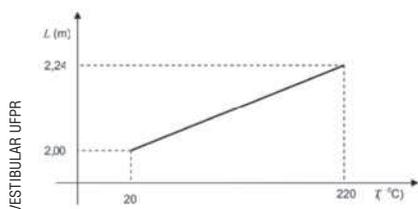
Considere que, no pico, a temperatura pode variar de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante o dia para $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante a noite. Essa variação de temperatura na escala Fahrenheit é igual a:

- a) -18
- b) 14
- c) 18 Alternativa a.
- d) -94
- e) -14

7. (Espcex-SP) Um termômetro digital, localizado em uma praça da Inglaterra, marca a temperatura de $10,4\text{ }^{\circ}\text{F}$. Essa temperatura, na escala Celsius, corresponde a

- a) $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- b) $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$
- c) $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ Alternativa c.
- d) $-27\text{ }^{\circ}\text{C}$
- e) $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$

8. (UFPR) Um cientista está à procura de um material que tenha um coeficiente de dilatação alto. O objetivo dele é produzir vigas desse material para utilizá-las como suportes para os telhados das casas. Assim, nos dias muito quentes, as vigas dilatar-se-iam bastante, elevando o telhado e permitindo uma certa circulação de ar pela casa, refrescando o ambiente. Nos dias frios, as vigas encolheriam e o telhado abaixaria, não permitindo a circulação de ar. Após algumas experiências, ele obteve um composto com o qual fez uma barra. Em seguida, o cientista mediu o comprimento L da barra em função da temperatura T e obteve o gráfico a seguir.



Analisando o gráfico, é correto afirmar que o coeficiente de dilatação linear do material produzido pelo cientista vale:

- a) $\alpha = 2 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- b) $\alpha = 3 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- c) $\alpha = 4 \cdot 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ Alternativa e.
- d) $\alpha = 5 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- e) $\alpha = 6 \cdot 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

9. (UPE) Com base nos conhecimentos acerca da expansão térmica dos sólidos, sabe-se que, ao aquecer uma esfera feita de alumínio, em 100 graus

celsius, o maior aumento percentual vai ocorrer na (no)

- a) sua área de superfície.
- b) seu volume.
- c) seu diâmetro. Alternativa b.
- d) sua densidade.
- e) sua massa.

10. (Enem/MEC) 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 ar 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. Alternativa d.
- d) as operações I e III.
- e) as operações II e III.

11. (Enem/MEC) Para a instalação de um aparelho de ar-condicionado, é sugerido que ele seja colocado na parte superior da parede do cômodo, pois a maioria dos fluidos (líquidos e gases), quando aquecidos, sofrem expansão, tendo sua densidade diminuída e sofrendo um deslocamento ascendente. Por sua vez, quando são resfriados, tornam-se mais densos e sofrem um deslocamento descendente.

A sugestão apresentada no texto minimiza o consumo de energia, porque

- a) diminui a umidade do ar dentro do cômodo.
- b) aumenta a taxa de condução térmica para fora do cômodo.
- c) torna mais fácil o escoamento da água para fora do cômodo.
- d) facilita a circulação das correntes de ar frio e quente dentro do cômodo.
- e) diminui a taxa de emissão de calor por parte do aparelho para dentro do cômodo.

Alternativa d.

12. (Unicamp-SP)

Mesmo em manhãs bem quentes, é comum ver um cão tomando sol. O pelo do animal esquenta e sua língua do lado de fora sugere que ele está cansado. O pelo do animal está muito quente, mesmo assim o cão permanece ao sol, garantindo a produção de vitamina D3. Durante essa exposição ao sol, ocorrem transferências de energia entre o cão e o ambiente, por processos indicados por números na figura abaixo.

(Adaptado de ENDOTHERMS and ectotherms. **Khan Academy**, c2020. Disponível em: www.khanacademy.org. Acesso: em 26/07/17.)



Em ordem crescente, os números correspondem, respectivamente, aos processos de

- a) convecção, evaporação, radiação, condução e radiação.
- b) convecção, radiação, condução, radiação e evaporação. Alternativa c.
- c) condução, evaporação, convecção, radiação e radiação.
- d) condução, radiação, convecção, evaporação e radiação.

13. (UFRGS-RS) Uma mesma quantidade de calor Q é fornecida a massas iguais de dois líquidos diferentes, 1 e 2. Durante o aquecimento, os líquidos não alteram seu estado físico e seus calores específicos permanecem constantes, sendo tais que $c_1 = 5c_2$. Alternativa a.

Na situação acima, os líquidos 1 e 2 sofrem, respectivamente, variações de temperatura, tais que ΔT_1 é igual a

- a) $\Delta T_2/5$
- b) $2 \Delta T_2/5$
- c) ΔT_2
- d) $5 \Delta T_2/2$
- e) $5 \Delta T_2$

14. (Colégio Naval) – Analise a tabela a seguir, considerando os pontos de fusão (PF) e ebulição (PE), a 1 atm de pressão, das substâncias a seguir.

SUBSTÂNCIA	PF(°C)	PE(°C)
CLORO	- 101,0	- 34,6
FLÚOR	- 219,6	- 188,1
BROMO	- 7,2	58,8
MERCÚRIO	- 38,8	356,6
IODO	113,5	184

Sendo assim, é correto afirmar que, a 50 °C, encontram-se no estado líquido:

- a) cloro e flúor.
 - b) cloro e iodo.
 - c) flúor e bromo.
 - d) bromo e mercúrio.
 - e) mercúrio e iodo.
- Alternativa d.

15. (UFTM-MG) Dona Joana é cozinheira e precisa de água a 80 °C para sua receita. Como não tem um termômetro, decide misturar água fria, que obtém de seu filtro, a 25 °C, com água fervente. Só não sabe em que proporção deve fazer a mistura. Resolve, então, pedir ajuda a seu filho, um excelente aluno em física. Após alguns cálculos, em que levou em conta o fato de morarem no litoral, e em que desprezou todas as possíveis perdas de calor, ele orienta sua mãe a misturar um copo de 200 mL de água do filtro com uma quantidade de água fervente, em mL, igual a Alternativa e.

- a) 800.
- b) 750.
- c) 625.
- d) 600.
- e) 550.

Equipamentos de proteção individual

Desde que o ser humano aprendeu a manipular o fogo, o utiliza para aquecer, cozinhar, iluminar e proteger. Com o passar do tempo, novas técnicas foram descobertas, e o conhecimento sobre o comportamento de diversos materiais sob a ação do calor, permitiu ao ser humano sua utilização para a produção de diversos produtos, o que continua em diversas profissões até hoje.

A manipulação de materiais em altas temperaturas exige cuidados. Fatores mecânicos, químicos, biológicos, radioativos, ou qualquer outro que seja potencialmente perigoso à saúde do trabalhador, deve ser reduzido por ações e equipamentos de segurança, denominados Equipamentos de Proteção Individual ou EPIs. Seu uso é regulamentado pelo Ministério do Trabalho, pela Norma Regulamentadora nº 6 (NR-6).

Os tipos de EPIs variam conforme o tipo de risco, a região do corpo e o tipo de material, como mostra de maneira generalizada a imagem a seguir.

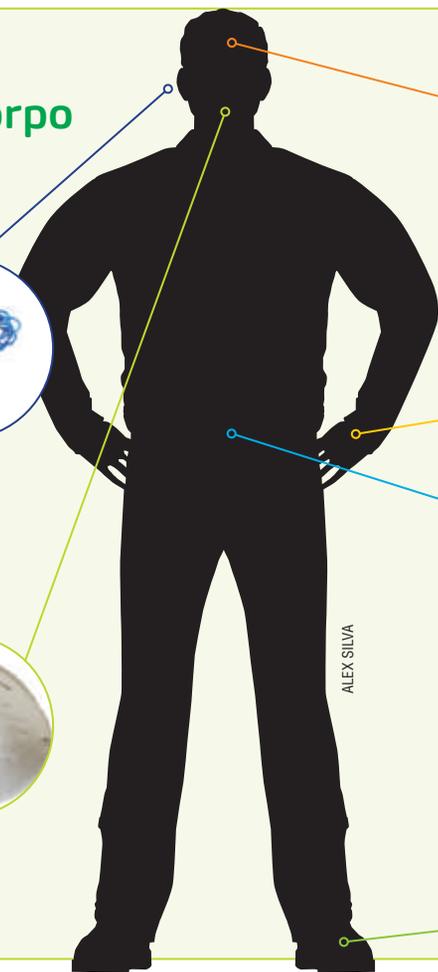
Equipamentos de Proteção individual para cada região do corpo



Olhos e ouvidos – óculos de proteção; óculos de sol; fones largos; tampão de ouvido.



Respiração – máscaras com filtros duplos (contra gases), máscara com filtro simples, máscara descartável.



ALEX SILVA

GAVRAN333/SHUTTERSTOCK.COM, AUDRIUS MERELDAS/SHUTTERSTOCK.COM, RAWF8/SHUTTERSTOCK.COM, RATANA21/SHUTTERSTOCK.COM, KRYLOCHKA VAROSLAV/SHUTTERSTOCK.COM, BREAKERMAXIMUS/SHUTTERSTOCK.COM, JOCIC/SHUTTERSTOCK.COM, KOSMOS111/SHUTTERSTOCK.COM

Os EPIs devem ser fornecidos gratuitamente pelas empresas, estar em perfeito estado de funcionamento, e serem compatíveis com os tipos de riscos presentes no ambiente de trabalho.

Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

1. Forme um grupo com mais três colegas e com base na NR-6, e de pesquisas na internet, montem uma apresentação digital sobre EPIs. Ela deve envolver os seguintes aspectos:
 - a escolha de uma atividade profissional que apresente, ao menos, um dos seguintes tipos de riscos: térmico, mecânico, químico, biológico;
 - a escolha justificada de EPIs para a atividade profissional selecionada.
2. Embora os EPIs sirvam para a proteção individual, como sugere o nome, você acha que em determinadas situações eles podem auxiliar na proteção coletiva e/ou ambiental? Converse com seu grupo sobre o assunto, e escreva exemplos justificados no caderno.
3. Existem diversos tipos de máscaras, cada uma com características específicas para proteção de determinado tipo de risco. Uma das máscaras mais utilizadas pelos profissionais de saúde durante o tratamento de pacientes com a covid-19 foi a PFF2. Entretanto, ela ficou conhecida como N95, uma equivalente americana. Em determinado momento da pandemia, seu fornecimento foi ameaçado, pois houve grande aumento de sua demanda, deixando profissionais sem a EPI, ou as conseguindo por valores muito altos. Sobre isso responda: quais as principais características desta máscara? Qual a sua opinião sobre os motivos que levaram a falta deste equipamento?



Cabeça e face – capacete de construção; máscara de solda; capacete com viseira inteira.



Mãos – luva de látex descartável; luva de couro; luva de borracha.



Corpo – macacão; avental; roupa antichamas; colete de proteção radiológica.



Pés – botas de borracha; botas de couro com ponta reforçada; sapatilhas propé.

Termodinâmica e termoquímica

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC:

O texto integral das competências e das habilidades encontra-se no final do livro.

Competências gerais

2, 4, 6, 8 e 10

Competências da Natureza e suas Tecnologias

Competências específicas:

2 e 3

Habilidades: EM13CNT101, EM13CNT102, EM13CNT205, EM13CNT301, EM13CNT302 e EM13CNT309

As primeiras locomotivas começaram a circular no Brasil em 1854. O investimento nesse setor visava o transporte de cargas e passageiros por uma malha ferroviária que, atualmente, se estende por aproximadamente 30 000 quilômetros.

As primeiras locomotivas eram movidas a madeira ou carvão. Em 1960, elas começaram a ser substituídas por locomotivas a *diesel*. Alguns anos antes, na década de 1950, programas de governo voltados ao crescimento rápido do país direcionaram recursos e incentivos ao transporte rodoviário, pois, além de as rodovias serem construídas mais rapidamente que as ferrovias, o preço delas era mais acessível. Outro fator que contribuiu para essa mudança foi a baixa do preço do café no mercado internacional, o que levou muitas empresas à falência e, conseqüentemente, a deixar de transportar esse produto pela malha ferroviária.

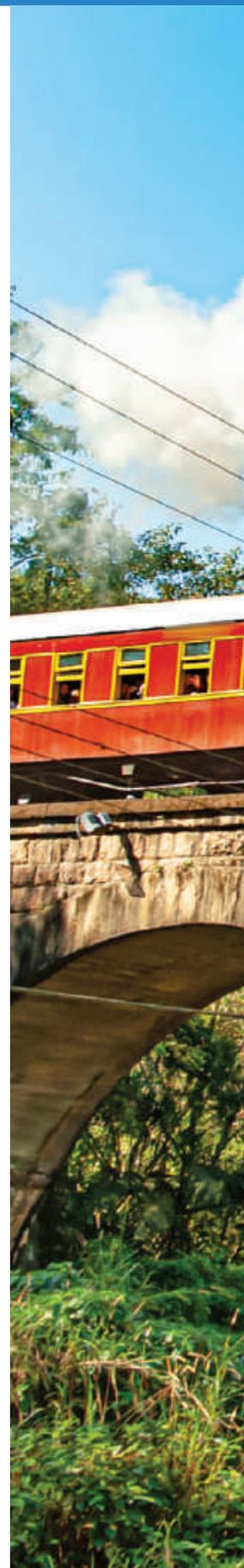
Tanto as locomotivas a vapor quanto as de motor a biodiesel são consideradas máquinas térmicas e seu funcionamento envolve conceitos sobre calor que estudaremos nesta Unidade.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

1. Em relação à transformação de energia, qual é o princípio de funcionamento de uma máquina térmica?
2. Especialistas em transportes defendem diferentes posições sobre as vantagens e desvantagens que envolvem a construção de ferrovias e de rodovias no Brasil. Forme um grupo com seus colegas e converse sobre esse assunto considerando questões econômicas, ambientais e sociais para embasar a opinião de vocês sobre os prós e os contras dessas duas matrizes de transporte.

» Locomotiva a vapor liga as cidades de Piratuba (SC) e Marcelino Ramos (RS) desde 1910.



MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD
REPRODUÇÃO PROIBIDA



YES BRASIL/GETTY IMAGES

Estudo dos gases

Leia a tirinha a seguir.



CALVIN & HOBBS, BILL WATTERSON © 1988
WATTERSON / DIST. BY ANDREWS MCMEEL
SYNDICATION

» Comportamento dos gases variando a pressão.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

1 Você acha que o fato de estar em grande altitude faz que o balão estoure, semelhante ao que aconteceu com Calvin? Justifique.

Não escreva no livro

As propriedades relacionadas à facilidade que os gases apresentam para expandir e comprimir são de fundamental importância e caracterizam seu comportamento.

Nesse estudo, o gás é chamado de ideal quando: as dimensões de suas moléculas são desprezíveis em relação ao volume do recipiente em que está confinado; as colisões entre as moléculas e entre elas e as paredes do recipiente são perfeitamente elásticas; e não há forças de coesão entre as suas moléculas.

Nas situações reais, em determinadas condições, um gás pode apresentar propriedades semelhantes às dos gases ideais. E as relações estabelecidas para os gases ideais podem ser aplicadas a ele.

Um estado gasoso é totalmente determinado quando são conhecidos os valores de três variáveis, chamadas **variáveis de estado do gás: pressão, temperatura** (absoluta) e **volume**.

Sempre que uma das variáveis de estado sofre alteração, ao menos uma outra também é afetada, não existindo a possibilidade de alterar apenas uma delas.

Portanto, determinada quantidade de gás sofre uma **transformação gasosa** quando ao menos, duas de suas variáveis de estado sofrem alteração.

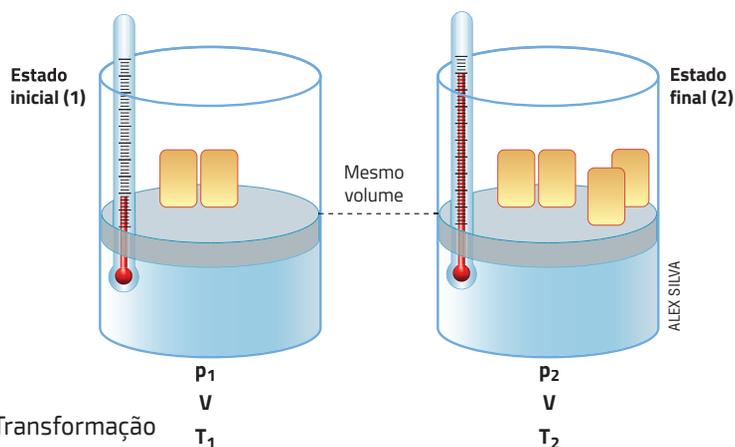
Transformação isocórica

Também chamada de **isométrica** ou **isovolumétrica**. É a transformação gasosa em que pressão e temperatura são modificadas, mas o volume do gás permanece constante.

Nessa situação, verifica-se que a pressão e a temperatura são diretamente proporcionais. Assim:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$$

» Transformação isocórica.

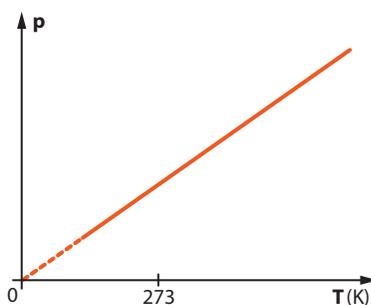


Em uma transformação a volume constante, a pressão e a temperatura absoluta de um gás ideal são diretamente proporcionais.

Por essa lei, verifica-se que, diminuindo a pressão, a temperatura também diminui e isso permitiu a construção da escala absoluta de temperatura – escala Kelvin.

Em 1848, William Thomson (Lorde Kelvin, 1824-1907), escreveu um artigo no qual investigava a necessidade de uma escala de temperatura em que zero absoluto fosse o ponto nulo da escala. Em seu trabalho, verifica que, partindo de uma amostra de gás a 0°C , a cada diminuição de 1°C de temperatura, a pressão do gás sofria uma diminuição de $1/273$ do valor inicial. Dessa forma, Thomson deduziu que ao repetir o processo 273 vezes chegaria a uma temperatura de -273°C na qual a pressão exercida pelo gás no interior do recipiente seria nula, indicando que não haveria mais energia cinética nesse sistema gasoso. Thomson chamou essa temperatura de zero absoluto, o que mais tarde, em sua homenagem veio a ser chamado de 0 K (lê-se: zero kelvin), correspondente a -273°C . Hoje, com experimentos mais precisos, o valor aceito para o zero absoluto é $-273,15^\circ\text{C}$.

Os físicos franceses Jacques Alexandre César Charles (1746-1823) e Louis Joseph Gay-Lussac (1778-1850) estudaram essas transformações gasosas que podem ser representadas graficamente por meio dos diagramas:



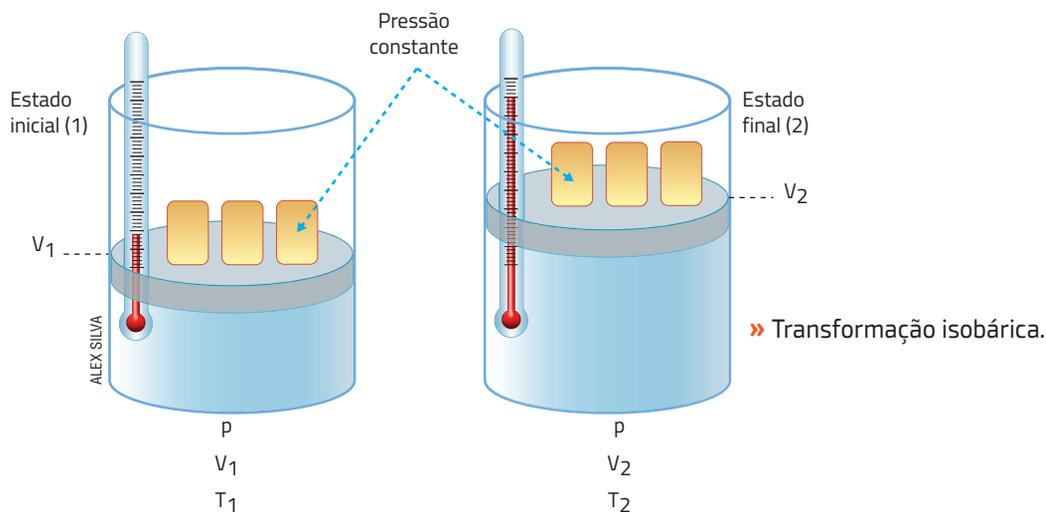
» Na transformação isocórica, pressão e temperatura absoluta são diretamente proporcionais.



» Na transformação isocórica, o volume é constante, independentemente do que ocorre com a pressão e a temperatura.

Transformação isobárica

A transformação em que volume e temperatura absoluta variam, mas a pressão permanece constante é denominada de **transformação isobárica**.



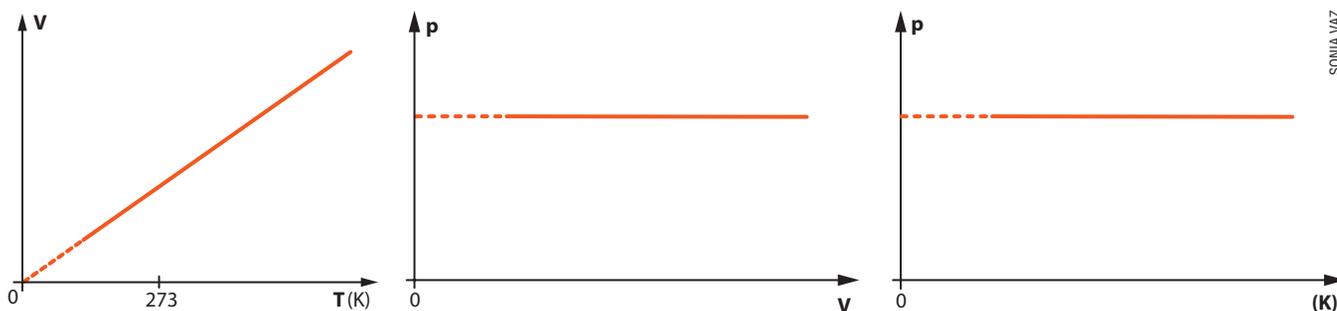
Nessa situação, verifica-se que o volume e a temperatura são diretamente proporcionais.

Assim:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Em uma transformação à pressão constante, o volume e a temperatura absoluta de um gás ideal são diretamente proporcionais.

Representando graficamente essa transformação, temos os diagramas:



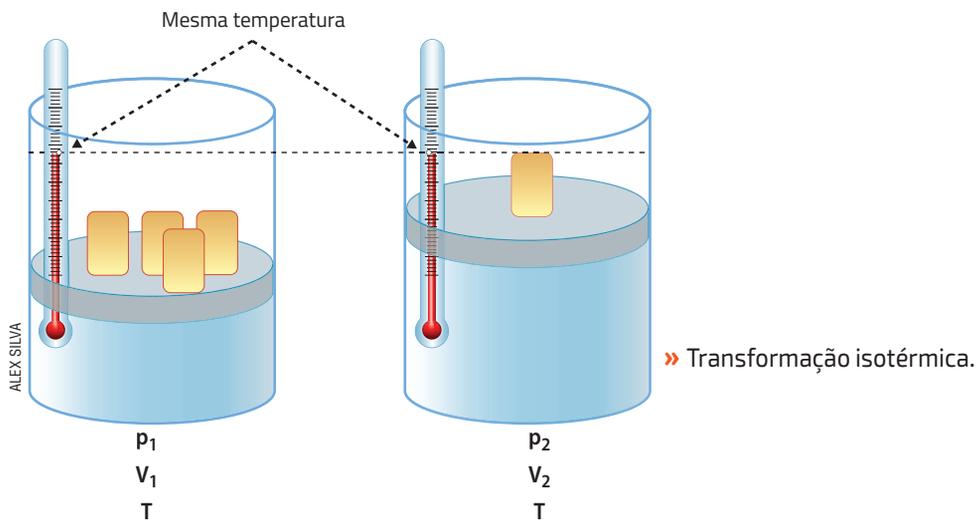
» Na transformação isobárica, volume a temperatura absoluta são diretamente proporcionais.

» Na transformação isobárica, a pressão é constante, independentemente do que acontece com volume e temperatura.

Transformação isotérmica

Uma transformação gasosa, na qual volume e pressão variam, mantendo a temperatura constante é denominada de **transformação isotérmica**.

Mantendo um gás ideal em temperatura (absoluta) constante T , verifica-se experimentalmente que a pressão e o volume variam inversamente, ou seja, quando o volume aumenta, a pressão diminui.



Nessa situação, verifica-se que pressão e volume são inversamente proporcionais. Assim:

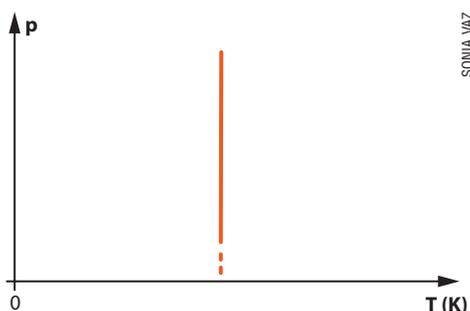
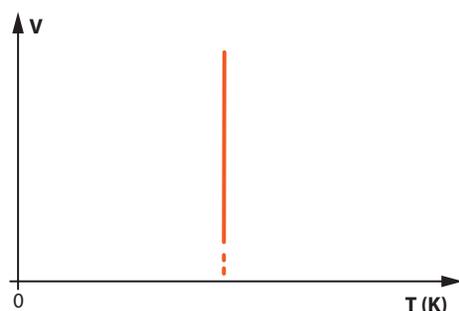
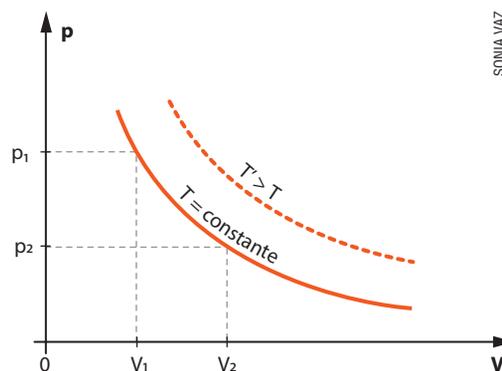
$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

Em uma transformação a temperatura constante, a pressão e o volume de um gás ideal são inversamente proporcionais.

Ou seja, se o volume dobra, a pressão cai à metade de seu valor inicial.

Essa transformação tem algumas características importantes e que devem ser exploradas na representação gráfica do diagrama pressão *versus* volume.

A curva formada é denominada isoterma e representa todas as situações em que o gás apresenta a mesma temperatura absoluta. Também merece destaque a indicação de que uma outra isoterma localizada mais longe da origem do sistema de eixos, representa uma temperatura mais alta.



» Na transformação isotérmica, a temperatura absoluta é constante, independentemente do que ocorre com o volume ou com a pressão.

Equação de Clapeyron

Em 1834, o engenheiro francês Benoit Paul Émile Clapeyron (1799-1864) enuncia a lei dos gases ideais, em que estabelece, empiricamente, as relações entre as variáveis de estado do gás (P , V e T), percebendo que estão relacionadas com a quantidade de gás.

Essa quantidade é denominada número de mols (n), indica a quantidade de mols de moléculas presente em determinada massa de gás, lembrando que 1 mol de moléculas corresponde a $6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas.

Estabelecendo a proporção, temos:

1 mol \rightarrow massa de 1 mol
 n mol \rightarrow m

$$n = \frac{m}{\text{massa de 1 mol}}$$

$$n = \frac{m}{M}$$

Onde M é a massa molar do gás, ou seja, a massa de 1 mol de moléculas desse gás.

Por exemplo, a massa molar do gás hidrogênio (H_2) é 2 g. Assim, uma massa de 20 g de hidrogênio contém 10 mols de hidrogênio.

Clapeyron estabeleceu que a relação $\frac{p \cdot V}{T}$ é diretamente proporcional ao número de mols do gás e a constante de proporcionalidade é R , chamada de constante dos gases perfeitos.

Assim, $\frac{p \cdot V}{T} = n \cdot R$, de onde vem, a equação de Clapeyron:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

A constante dos gases perfeitos R , assume os seguintes valores, dependendo das unidades utilizadas nas medidas de pressão e volume:

$R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$, se utilizar a pressão em atm e o volume em litros;

$R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$, se utilizar a pressão em N/m^2 e o volume em m^3 (SI).

Considere dois estados diferentes desse gás, com indicações de p , V e T :

Estado 1: Pressão p_1 , Volume V_1 ,
Temperatura T_1



Estado 2: Pressão p_2 , Volume V_2 ,
Temperatura T_2

$$p_1 \cdot V_1 = n \cdot R \cdot T_1 \Rightarrow \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = n \cdot R$$

$$p_2 \cdot V_2 = n \cdot R \cdot T_2 \Rightarrow \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = n \cdot R$$

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Essa é a equação da **lei dos gases** que possibilita relacionar dois estados termodinâmicos de um gás, independente de conhecer ou não sua quantidade.

Atividades resolvidas

1. Um recipiente fechado contém certa massa de um gás perfeito que, à temperatura de 27 °C, exerce pressão de 1,0 atm. O gás é aquecido até 327 °C e o volume do recipiente é mantido constante. Qual a nova pressão suportada pelas paredes do recipiente?

▶ Resolução

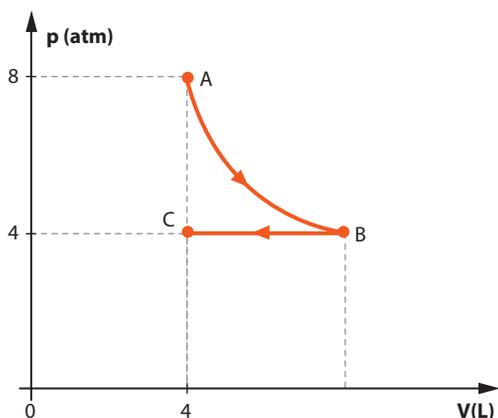
Colocando as temperaturas em kelvin e aplicando a lei dos gases:

$$T_1 = 27^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 27 + 273 \Rightarrow T_1 = 300\text{ K}$$

$$T_2 = 327^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 327 + 273 \Rightarrow T_2 = 600\text{ K}$$

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \cdot V}{300} = \frac{p_2 \cdot V}{600} \Rightarrow p_2 = 2\text{ atm}$$

2. Um gás ideal sofre as transformações representadas no diagrama, em que AB é uma expansão isotérmica e BC uma compressão isobárica. Sabendo que a temperatura do gás em A é 120 K, determine o volume em B e a temperatura em C.



▶ Resolução

Aplicando a lei dos gases, temos:

$$\frac{p_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{p_B \cdot V_B}{T_B} \Rightarrow \frac{8 \cdot 4}{120} = \frac{4 \cdot V_B}{120} \Rightarrow V_B = 8\text{ L}$$

$$\frac{p_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{p_C \cdot V_C}{T_C} \Rightarrow \frac{8 \cdot 4}{120} = \frac{4 \cdot 4}{T_C} \Rightarrow T_C = 60\text{ K}$$

3. Um recipiente de 4 L de capacidade contém 6,4 g de oxigênio à temperatura de 27 °C. Sabendo-se que a constante dos gases perfeitos vale 0,082 atm·L/mol·K e a massa molar do oxigênio é 32 g/mol, determine a pressão nas paredes do recipiente.

▶ Resolução

A temperatura é de 27 °C = 300 K.

O número de mols é dado por:

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n = \frac{6,4}{32} \Rightarrow n = 0,2\text{ mol}$$

Aplicando a equação de Clapeyron, temos:

$$\begin{aligned} p \cdot V &= n \cdot R \cdot T \Rightarrow \\ \Rightarrow p \cdot 4 &= 0,2 \cdot 0,082 \cdot 300 \Rightarrow \\ \Rightarrow p &= 1,23\text{ atm} \end{aligned}$$

4. Considere que 351,2g de um gás ocupa um volume de 90 litros. Este gás está a uma pressão de 2 atm e a uma temperatura de 100 K. (Dado: R = 0,082 atm·L/mol·K).

a) Determine o número de mols desse gás presentes em 90 L.

b) Sabendo que as massas molares dos gases são: CH₄(g) = 16 g/mol, CO₂(g) = 44 g/mol e Cl₂(g) = 71g/mol, identifique qual é o gás descrito nas condições do item (a).

▶ Resolução

Substituindo os valores dados na equação de Clapeyron:

$$\begin{aligned} p \cdot V &= n \cdot R \cdot T \Rightarrow 2 \cdot 90 = n \cdot 0,082 \cdot 100 \Rightarrow \\ \Rightarrow 180 &= n \cdot 8,2 \Rightarrow n = \frac{180}{8,2} \Rightarrow \\ \Rightarrow n &= 21,95\text{ mols} \end{aligned}$$

Descobrimos a massa molar do gás:

$$\begin{array}{l} 21,95\text{ mol} \text{ ————— } 351,2\text{ g} \\ 1\text{ mol} \text{ ————— } X \end{array}$$

X = 16 mols, portanto é o gás metano CH₄.

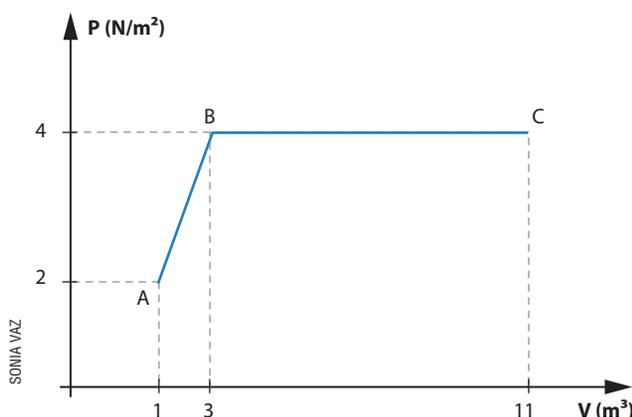
1. Um botijão de gás é preenchido com 13 kg de gás, que equivale a 31,5 litros de GLP sob pressão de 10 kg/cm^2 , em determinado horário do dia que a temperatura é $35 \text{ }^\circ\text{C}$. Ao final do dia, com a queda de 8 graus na temperatura ambiente, a pressão dentro do botijão adquire um novo valor.

- Que tipo de transformação gasosa ocorreu dentro do botijão? Justifique, desprezando os efeitos da dilatação do material.
- Estime a nova pressão, em kg/cm^2 , dentro do botijão utilizando seus conhecimentos de física.



NERTHUZI/STOCKPHOTO/GETTY IMAGES

2. Dois mols de um gás ideal de massa molar 16 g sofre a transformação ABC indicada no gráfico. No estado A, sua temperatura é de 300 K .



Analisando o gráfico e aplicando seus conhecimentos sobre as leis dos gases, estime:

- as temperaturas nos estados B e C;
 - a massa desse gás.
3. José Roberto, na manhã de um dia frio de inverno no sul do Brasil, calibra os pneus de seu carro com pressão 28 lib/pol^2 . Ao chegar à rodovia, se depara com um termômetro digital na beira da estrada marcando $-3 \text{ }^\circ\text{C}$. Ao meio dia, com o Sol brilhando, em um dia sem nuvens, a temperatura passa a $10 \text{ }^\circ\text{C}$. José Roberto, como bom motorista que é, percebe um comportamento ligeiramente diferente nos pneus. Ao parar no posto, ele verifica a pressão nos pneus e se espanta com o valor marcado.

Considerando como desprezível a variação de volume dos pneus, estime a nova pressão e explique o porquê do espanto de José Roberto.

4. No laboratório de Física da escola, um estudante deve determinar o número de mols de um gás diatômico que está dentro de um cilindro de $12,3 \text{ L}$ de volume. No topo do cilindro há um medidor de pressão que indica 2 atm . Observando o termômetro pendurado na parede do laboratório e sabendo que o cilindro se encontra há vários dias dentro do laboratório, ele marca no seu caderno a temperatura de $27 \text{ }^\circ\text{C}$ para o cilindro.

- Explique, com conceitos físicos, o que levou o estudante a marcar para o cilindro a mesma temperatura do termômetro da parede.
- Estime o número de mols do gás de acordo com os dados obtidos pelo estudante. Adote $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L/mol}\cdot\text{K}$.

Termodinâmica

Observe as imagens a seguir.

PICSFIVE/SHUTTERSTOCK.COM



PADSA/SHUTTERSTOCK.COM



» Spray emitido por um frasco de desodorante.

» Jato emitido por um extintor de CO_2 .

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

1

Forme um grupo com seus colegas para discutir e pesquisar sobre o que essas duas imagens têm em comum, do ponto de vista dos conceitos científicos. Anotem suas hipóteses e conclusões em seu caderno. Elas serão apresentadas para a sala no momento da socialização das conclusões dos demais grupos.

Não escreva no livro

A energia não pode ser criada ou destruída, apenas transformada ou transferida para outro corpo ou sistema. Essa transferência pode ocorrer de duas maneiras principais: pela transferência de energia térmica (calor) ou pela transferência de energia mecânica (realização de trabalho). A termodinâmica aborda as relações entre calor e trabalho.

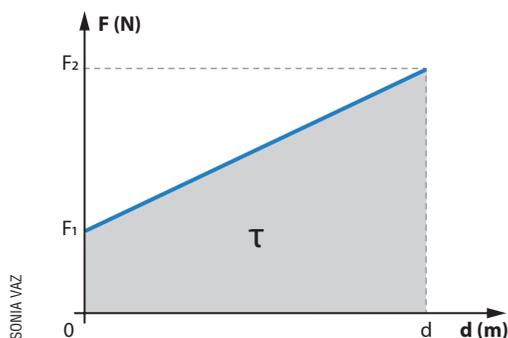
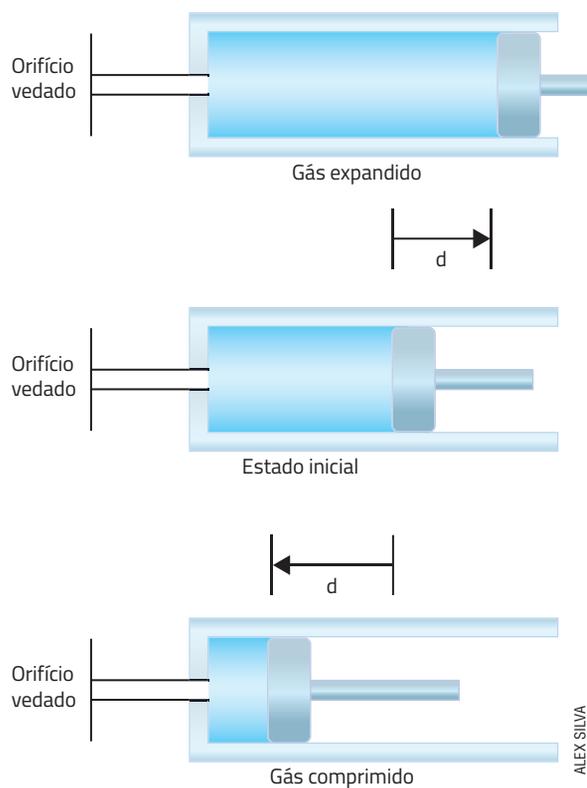
Trabalho

O trabalho termodinâmico é dado pela troca de energia devido à movimentação de suas fronteiras, por exemplo, o deslocamento do êmbolo móvel de uma seringa em virtude da expansão ou compressão do gás. Essa energia, então, sob a forma de energia mecânica, é trocada entre o gás e o meio externo.

Na primeira representação, ocorre **expansão**, a força aplicada pelo gás provoca o deslocamento do êmbolo e resulta em trabalho positivo, isto é: $\tau > 0$. E na terceira representação, ocorre compressão, a força aplicada pelo gás se opõe ao deslocamento do êmbolo para evitar a compressão, resultando em trabalho negativo, isto é: $\tau < 0$.

Vale lembrar que há trabalho quando uma força atua durante a realização de um deslocamento e que seu módulo pode ser determinado pela área do gráfico da força em função do deslocamento efetuado.

No caso de uma força constante, o módulo do trabalho é determinado pelo produto da força pelo deslocamento. O sinal é definido identificando se o trabalho é motor ($\tau > 0$) ou se é resistente ($\tau < 0$).



» A área sob o gráfico fornece o módulo do trabalho realizado pela força.

Para forças variáveis, o trabalho é dado pela área do gráfico e para o caso de força constante: $\tau = F \cdot d$.

Nos sistemas termodinâmicos, a grandeza observada e medida não é a força, mas sim a pressão aplicada pela força com que o gás interage com as paredes do recipiente.

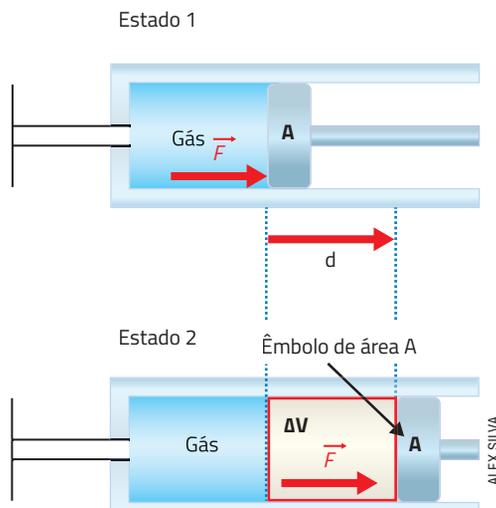
A pressão é definida como a intensidade da força por unidade de área:

$$p = \frac{F}{A}$$

Assim, a unidade de pressão no SI é N/m^2 . No entanto, é muito comum utilizar nos sistemas gasosos, as unidades atm, cm Hg e mm Hg, que se relacionam por:

$$1 \text{ atm} = 1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 = 76 \text{ cmHg} = 760 \text{ mmHg}$$

Considere uma transformação isobárica, na qual o gás varia de volume ΔV , passando do estado 1 para o estado 2.



Nessa transformação, a pressão é constante e isso significa que a força aplicada pelo gás nas paredes do recipiente também é constante. Assim, $\tau = F \cdot d$.

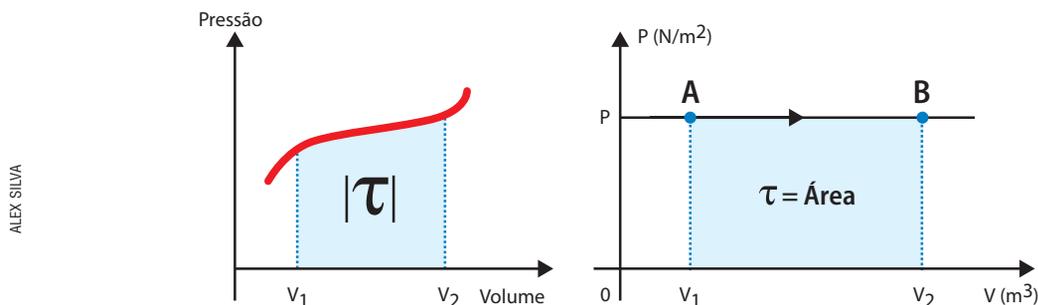
Como $p = \frac{F}{A} \Rightarrow F = p \cdot A$. Assim, $\tau = F \cdot d \Rightarrow \tau = p \cdot A \cdot d$. Mas $A \cdot d = \Delta V$.

Assim, o trabalho em uma transformação isobárica pode ser determinado por:

$$\tau = p \cdot \Delta V$$

Onde a pressão (p) deve ser medida em N/m^2 e a variação do volume (ΔV) em m^3 .

No caso de transformações em que a pressão não é constante, deve-se construir o gráfico pressão *versus* volume, no qual a área sob o gráfico (qualquer que seja seu formato) fornece o módulo do trabalho realizado.



» O primeiro diagrama de pressão *versus* volume representa uma transformação gasosa qualquer e o segundo, uma transformação isobárica.

Vale reforçar que o **trabalho é positivo** quando ocorre **expansão do gás** (volume aumenta) e o **trabalho é negativo** no caso de uma **compressão** (volume diminui).

Portanto, em uma transformação isocórica, isto é, quando não ocorre variação do volume, o trabalho é nulo.

Energia interna

Nos gases ideais, não há energia potencial molecular, uma vez que as moléculas não interagem entre si, não exercendo atração ou repulsão umas sobre as outras. A energia interna de um sistema gasoso é dada pela soma das energias cinéticas de translação individuais de suas moléculas.

É possível demonstrar que a energia interna (U) de um gás monoatômico ideal é função direta de sua temperatura absoluta e da quantidade de gás, sendo expressa por: $U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T$.

A energia interna, medida em joules (J), é diretamente proporcional à temperatura absoluta do gás e é uma função de estado, ou seja, para determinado conjunto de informações que definem o estado térmico do gás, definido pela pressão e volume.

Para os gases perfeitos, sabemos que $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$. Logo, podemos escrever: $U = \frac{3}{2} p \cdot V$.

Considere um gás monoatômico ideal que apresenta, em determinado estado, temperatura absoluta T_1 e após sofrer certo processo termodinâmico, passa para a temperatura T_2 . Sendo o sistema isolado, a energia interna em cada estado termodinâmico é:

$$U_1 = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T_1 \text{ e } U_2 = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T_2$$

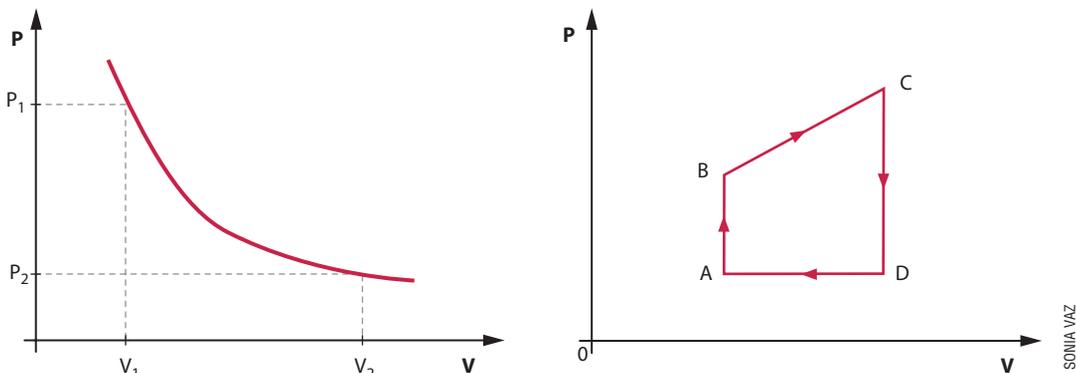
Portanto, a variação da energia interna (ΔU) desse gás é dada por:

$$\Delta U = U_2 - U_1 \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot (T_2 - T_1)$$

Em situações com aumento da temperatura, a variação da energia interna é positiva, sendo negativa nos casos de diminuição da temperatura e nula, quando a temperatura final é igual à inicial.

Dois situações que merecem destaque são as transformações isotérmicas e as cíclicas. Na isotérmica, a temperatura é constante ao longo do processo, assim, a variação da energia interna é nula nessa transformação.

Uma transformação cíclica é aquela em que o sistema gasoso volta ao ponto de partida após percorrer o ciclo em sua totalidade. Como a temperatura final e a inicial são iguais, a variação da energia interna no ciclo, como um todo é nula.



» No primeiro gráfico de pressão versus volume, a representação de uma transformação isotérmica. E no segundo gráfico, uma transformação cíclica – variação de energia interna nula.

SONIA VAZ

Primeira lei da Termodinâmica

Considere um sistema termodinâmico gasoso que recebe energia na forma de calor (Q) de uma fonte térmica.

Esse sistema pode realizar trabalho (τ) e/ou sofrer variação de sua energia interna (ΔU). Podemos esquematizar a situação:

Esquema de trocas de energia do sistema



A variação da energia interna de um sistema gasoso é dada pela diferença entre o calor trocado com o meio exterior e o trabalho realizado no processo termodinâmico.

» Distribuição de energia do sistema.

Nesse esquema, aplicamos o princípio da conservação da energia e escrevemos a Primeira lei da Termodinâmica: $Q = \Delta U + \tau$

$$\Delta U = Q - \tau$$

Atividade resolvida

1. Um sistema gasoso, com 6 mols de um gás ideal monoatômico sofre o processo termodinâmico 1-2 mostrado no gráfico.

Sabendo que a constante dos gases perfeitos é: $R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$, determine.

- a variação da energia interna do gás;
- o trabalho realizado quando o gás passa do estado 1 para o estado 2;
- a quantidade de calor trocada na transformação.

Resolução

- a) Para determinar a variação da energia interna, temos que determinar as temperaturas T_1 e T_2 por meio da equação de Clapeyron:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T_1 \Rightarrow 5 \cdot 10^4 \cdot 0,3 = 6 \cdot 8,31 \cdot T_1 \Rightarrow T_1 \cong 301 \text{ K}$$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T_2 \Rightarrow 3 \cdot 10^4 \cdot 0,1 = 6 \cdot 8,31 \cdot T_2 \Rightarrow T_2 \cong 60 \text{ K}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \cdot 6 \cdot 8,31 \cdot (60 - 301) \Rightarrow \Delta U \cong -1,8 \cdot 10^4 \text{ J}$$

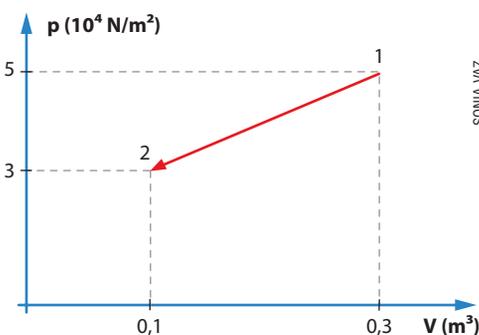
- b) O trabalho é negativo por ser uma compressão gasosa. O valor do trabalho é dado pela área do gráfico (trapézio).

$$\tau = -\frac{(5 \cdot 10^4 + 3 \cdot 10^4) \cdot 0,2}{2} \Rightarrow \tau = -0,8 \cdot 10^4 \text{ J}$$

- c) Aplicando a Primeira lei da Termodinâmica, vem:

$$\Delta U = Q - \tau \Rightarrow -1,8 \cdot 10^4 = Q - (-0,8 \cdot 10^4) \Rightarrow Q = -2,6 \cdot 10^4 \text{ J}$$

Como a quantidade de calor é negativa, significa que o sistema gasoso **cedeu** $2,6 \cdot 10^4 \text{ J}$ de energia ao meio exterior.



Aplicação da 1ª lei às transformações gasosas

Vamos analisar as transformações gasosas e fazer a representação no diagrama pressão *versus* volume.

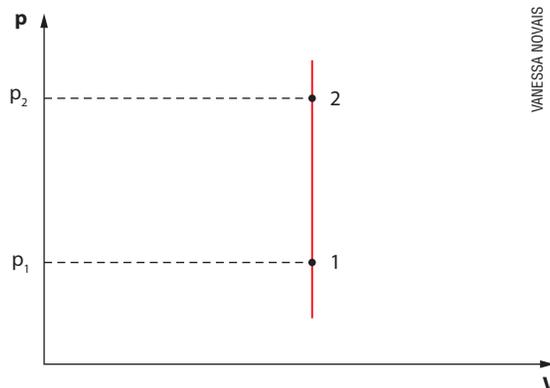
Transformação isocórica

Na transformação isocórica, o volume permanece constante. Com isso, o trabalho realizado é nulo.

$$\Delta U = Q - \tau \text{ e } \tau = 0$$

$$\text{Então: } \Delta U = Q$$

Todo calor trocado com o meio externo é utilizado na variação da energia interna do sistema.



VANESSA NOVAIS

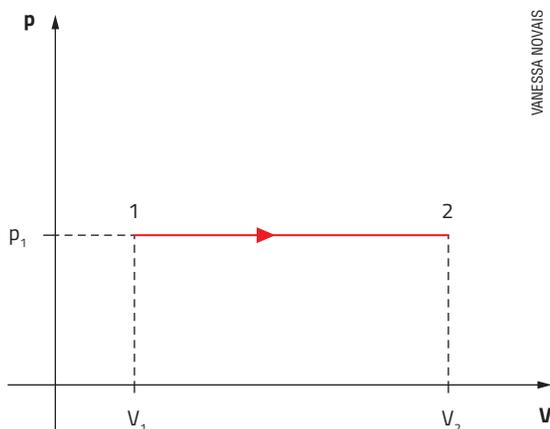
Transformação isobárica

Na transformação isobárica, a pressão permanece constante. Com isso, o trabalho realizado pode ser determinado pela área do gráfico pressão *versus* volume.

$$\Delta U = Q - \tau \text{ e } \tau = p \cdot \Delta V$$

$$\text{Então: } \Delta U = Q - p \cdot \Delta V$$

O calor trocado com o meio externo é utilizado na variação da energia interna do sistema e na realização de trabalho.



VANESSA NOVAIS

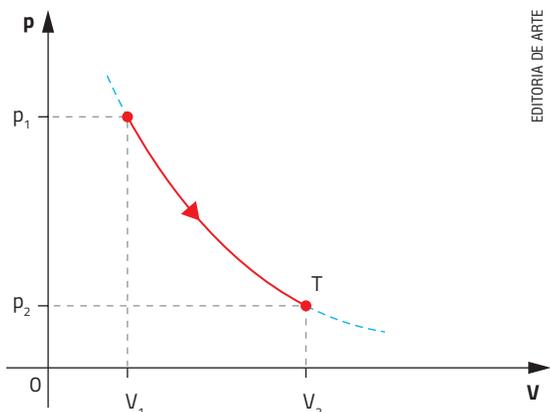
Transformação isotérmica

Na transformação isotérmica, a temperatura permanece constante. A variação da energia interna é nula.

$$\Delta U = Q - \tau \text{ e } \Delta U = 0$$

$$\text{Então: } Q = \tau$$

Todo calor trocado com o meio externo é utilizado na realização de trabalho.



EDITORIA DE ARTE

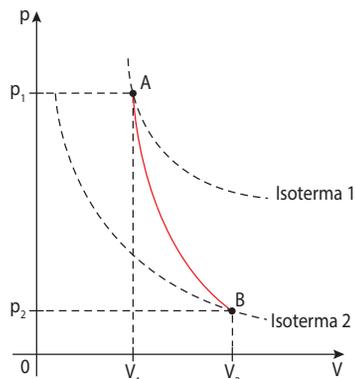
Transformação adiabática

Uma transformação gasosa na qual não há troca de calor com o meio externo é chamada de adiabática e ocorre entre duas temperaturas, representadas por suas isotermas.

$$\Delta U = Q - \tau \text{ e } Q = 0$$

$$\text{Então: } \Delta U = -\tau$$

A variação da energia interna é utilizada na realização de trabalho. Portanto, se o gás expande ($\tau > 0$), a temperatura diminui ($\Delta U < 0$) e, se o gás é comprimido ($\tau < 0$), sua temperatura aumenta ($\Delta U > 0$).



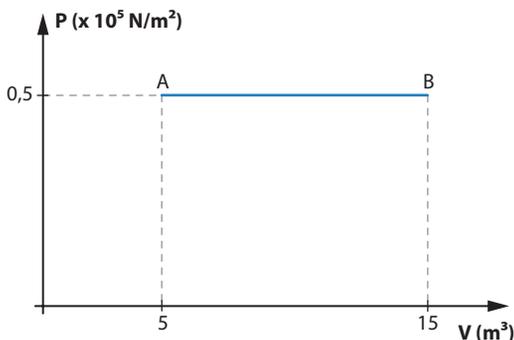
TARUMÁ

Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

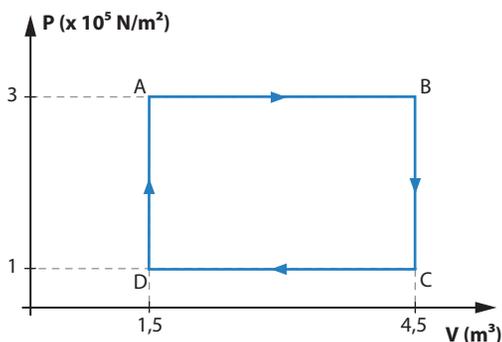
Não escreva no livro

- Um gás sofre a transformação de A para B, representada no gráfico. Calcule o trabalho realizado nessa transformação. Este trabalho é positivo ou negativo? Justifique.



SONIA VAZ

- Uma máquina que se utiliza da expansão e contração dos gases para realizar trabalho, opera em ciclos de 2 min cada, como mostra a figura. Estime o trabalho realizado por esta máquina após 20 ciclos e a sua potência, em kW.



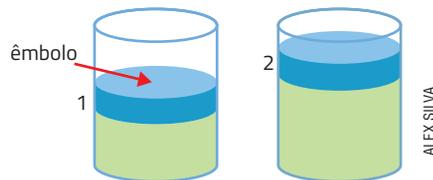
SONIA VAZ

- Um sistema gasoso sofre uma contração isobárica, sob pressão de 2 atm, onde seu volume passa de 0,20 m para 0,12 m. Com isso, ele perde 4 000 calorías para o ambiente.

Estime a variação de energia interna desse sistema. Adote: 1 cal = 4,2 J e 1 atm = 1 · 10⁵ N/m².

- Analisando os dados do exercício anterior e a sua resolução, escreva um parágrafo no qual detalhe as características da transformação sofrida, indicando o que acontece com volume, temperatura, energia interna e calor.

- O êmbolo mostrado na figura a seguir pode se mover livremente dentro do cilindro que contém um mol de gás monoatômico ideal, inicialmente à pressão de 1,05 atm e volume 0,02 m³ (posição 1). Ao ser aquecido, seu volume passa para 0,04 m³ (posição 2).



ALEX SILVA

Se, na posição 1, sua temperatura inicial era de 27 °C, determine:

- Sua temperatura na posição 2.
- O trabalho realizado pela força de pressão exercida pelo gás na transformação 1 → 2. Adote: 1 atm = 1 · 10⁵ N/m².
- A variação da energia interna do gás. Adote: R = 8,31 J/mol · K.

Máquinas térmicas



YURI KOPCHIMAR/DREAMSTIMS/GLOW IMAGES

Representação de máquina do movimento perpétuo realizada por Leonardo da Vinci.

Você já ouviu falar em moto-contínuo?

O moto-contínuo é uma categoria de máquinas hipotéticas que reutilizariam indefinidamente a energia gerada por seu próprio movimento, mantendo um movimento perpétuo a partir de um dado impulso inicial.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

- 1 Qual sua opinião sobre a possibilidade de uma máquina de movimento perpétuo? Faça uma pesquisa e organize com o professor um painel com as pesquisas e opiniões dos colegas, de maneira que cada um possa mostrar o que pesquisou sobre o assunto, embasados por artigos e referências para discutir sobre a possibilidade ou não da existência dessa máquina.

Não escreva no livro

Transformações gasosas reversíveis e irreversíveis

Quando um sistema gasoso muda de um estado térmico para outro, diz-se que sofreu uma transformação gasosa, que pode ser **reversível** ou **irreversível**.

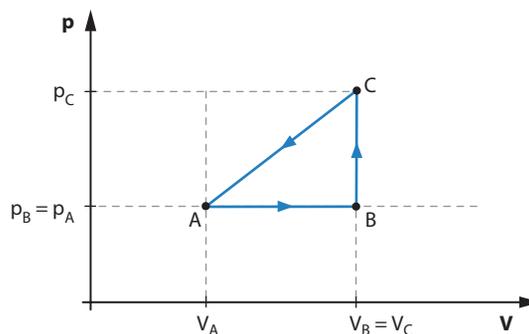
São **reversíveis** as transformações nas quais o estado inicial do gás pode também ser o estado final, ou seja, essas transformações podem ser realizadas em ambos os sentidos. De modo que o retorno ao estado inicial passa por todos os estados intermediários, com as mesmas variáveis de estado.

As transformações **irreversíveis** são aquelas que só podem ser executadas em um sentido, sem que haja a possibilidade da realização do processo inverso, a não ser por processos mais complexos, envolvendo interações com outros corpos.

A volta ao estado inicial de uma transformação gasosa pode ser atingida em uma transformação **cíclica**, que compreende uma sequência de transformações que retorna ao estado inicial, começando novamente o mesmo processo em seguida.

A transformação ABC, representada no diagrama pressão *versus* volume, pode ser um exemplo de transformação cíclica.

Considerando o início do ciclo em A, o sistema volta a ter as mesmas características (variáveis de estado) após passar por uma expansão isobárica (AB), seguida de um aquecimento isocórico (BC) e uma compressão na qual também ocorre resfriamento (CA).



SONIA VAZ

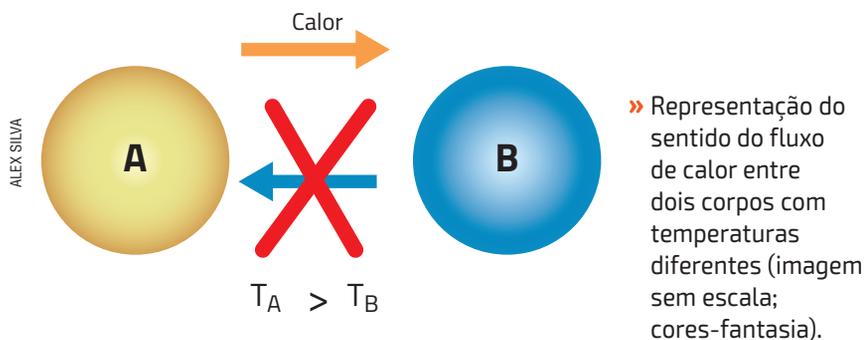
Segunda lei da Termodinâmica

Se dois corpos, A e B, com temperaturas diferentes, T_A e T_B , sendo $T_A > T_B$, entrarem em contato, a energia térmica fluirá no sentido do corpo (A), com maior temperatura, para o corpo (B), com menor temperatura, até que ocorra o equilíbrio térmico entre eles. Mas seria possível que o fenômeno inverso acontecesse? Ou ainda, seria possível que o fluxo de calor ocorresse de B para A?

Para essas duas perguntas a resposta é não, pelo menos não espontaneamente.

Espaços de aprendizagem

O livro a seguir apresenta a evolução histórica dos conceitos da Termodinâmica que possibilitaram a invenção das máquinas térmicas. Caso queira conhecê-la, leia-o. QUADROS, Sérgio. **A termodinâmica e a invenção das máquinas térmicas**. 1. ed. São Paulo: Ed. Scipione, 2006. 96p.



Em 1850, o físico alemão Rudolf Julius Emanuel Clausius (1822 – 1888) publicou um artigo sobre a teoria mecânica do calor, no qual expôs pela primeira vez, as ideias básicas que deram origem à Segunda lei da Termodinâmica, que afirma: “É impossível para uma máquina auto atuante, sem auxílio de um agente externo, transferir calor de um determinado corpo a outro de maior temperatura.”

Que pode ser simplificado para:

O calor não passa espontaneamente de um corpo com menor temperatura para outro de temperatura mais alta.

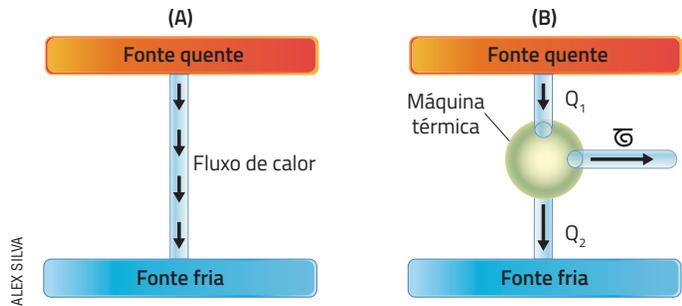
Os físicos Lord Kelvin (1824 – 1907) e Max Planck (1858 – 1947) propuseram outro enunciado para a Segunda lei da Termodinâmica:

É impossível que uma máquina térmica, operando em ciclos, tenha como único efeito a transformação integral de calor em trabalho.

Máquinas térmicas

Máquinas térmicas são equipamentos que se utilizam do fluxo de calor para produzir trabalho, ou seja, transformam calor em trabalho mecânico. Motores à explosão, presentes em veículos que utilizam combustíveis como gasolina ou etanol, locomotivas a vapor e turbinas a vapor, utilizadas em usinas de geração de energia elétrica, são exemplos de máquinas térmicas.

» Máquina térmica que funciona entre duas temperaturas diferentes (imagem sem escala; cores-fantasia).



Em (A) temos o fluxo de calor provocado pela diferença de temperatura entre a chamada fonte quente (temperatura mais alta) e a fonte fria (temperatura mais baixa). A máquina térmica (B) é construída de modo a aproveitar esse fluxo de calor para a realização de trabalho mecânico.

Para isso, ela retira da fonte quente uma quantidade Q_1 de calor, rejeitando uma quantidade de calor Q_2 para a fonte fria, realizando, nesse processo, um trabalho mecânico τ .

Pelo princípio da conservação de energia, o trabalho realizado (τ) corresponde à diferença entre as quantidades de calor Q_1 e Q_2 . Assim:

$$\tau = Q_1 - Q_2$$

Importante destacar que a quantidade de calor Q_2 não pode ser nula, pois isso violaria a Segunda lei da Termodinâmica.

A máquina térmica será mais eficiente quanto maior for a quantidade de energia transformada em trabalho em relação à quantidade de calor Q_1 . Assim, define-se a grandeza rendimento da máquina térmica, que é dada pela razão entre a energia aproveitada (trabalho) em relação ao total de energia disponível (Q_1):

$$\eta = \frac{\tau}{Q_1}$$

Quanto maior o valor de η , mais eficiente é a máquina térmica para a realização de trabalho, dissipando menos energia (Q_2) para o meio exterior.

Essa expressão do rendimento pode ser escrita apenas em função do calor retirado da fonte quente (Q_1) e do calor rejeitado para a fonte fria (Q_2):

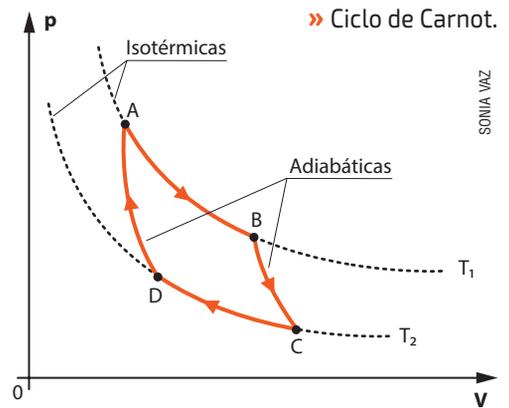
$$\eta = \frac{\tau}{Q_1} \Rightarrow \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \quad \eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Nessa expressão, é possível ver que o rendimento sempre será menor que 1, ou seja, é sempre menor do que 100%. Isso produz um importante questionamento: Qual é o máximo rendimento de uma máquina térmica? Para responder, devemos estudar o ciclo de Carnot.

Ciclo de Carnot

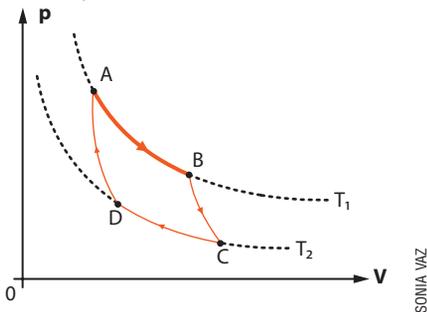
Em 1824, o engenheiro francês Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796 – 1832) demonstrou que uma máquina térmica idealizada que funcionasse entre duas fontes térmicas de temperaturas diferentes e que seguisse determinada sequência de transformações gasosas teria o máximo rendimento.

O **ciclo de Carnot** é composto por duas transformações isotérmicas, intercaladas com duas transformações adiabáticas.



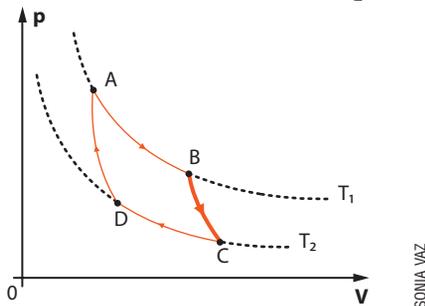
Considere uma máquina térmica funcionando entre as temperaturas T_1 (fonte quente) e T_2 (fonte fria).

1. Partindo de A, o sistema gasoso passa por uma expansão isotérmica, na temperatura T_1 , até atingir o estado B.



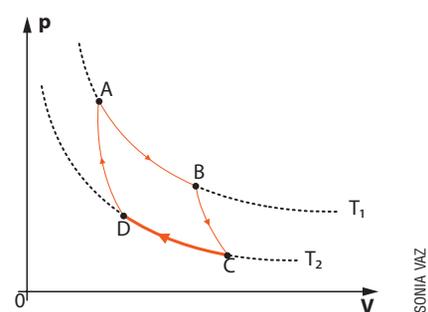
» Ciclo de Carnot com destaque para a expansão isotérmica AB.

2. Em seguida, o sistema sofre uma expansão adiabática, saindo de B e atingindo o estado C, situado na isoterma T_2 .



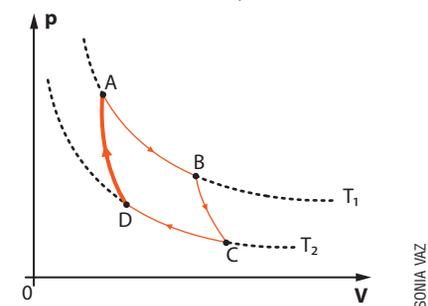
» Ciclo de Carnot com destaque para a expansão adiabática BC.

3. Inicia o processo de retorno, sofrendo compressão isotérmica, na temperatura T_2 , até atingir o estado D.



» Ciclo de Carnot com destaque para a compressão isotérmica CD.

4. Por fim, o gás sofre uma compressão adiabática, partindo de D e atingindo o estado inicial A, na isoterma T_1 , completando o ciclo.



» Ciclo de Carnot com destaque para a compressão adiabática DA.

Carnot demonstrou que, na situação em que o rendimento é máximo, as temperaturas absolutas T_2 (da fonte fria) e T_1 (da fonte quente) são proporcionais às quantidades de calor rejeitada para a fonte fria (Q_2) e a retirada da fonte quente (Q_1). Assim:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

Como o rendimento das máquinas térmicas é calculado por: $\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$, no caso das máquinas de Carnot, pode-se escrever:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Onde T_1 e T_2 são as temperaturas absolutas (na escala Kelvin) das fontes quente e fria, respectivamente.

Conceito de entropia

As transformações naturais têm um sentido preferencial, caracterizando-se, assim, pela irreversibilidade, em que mesmo não sendo absolutamente impossível o sentido inverso, tem uma probabilidade quase nula.

Por exemplo, considere um baralho no qual suas cinquenta e duas cartas estejam ordenadas por naipe e por valores. Embaralhando-as de maneira a desorganizar todas as sequências anteriores (e sem vê-las), elas irão se distribuir ao acaso.

É possível refazer o processo de embaralhamento de forma a colocar as cartas novamente na sequência anterior? Apesar de não ser impossível, a probabilidade é extremamente pequena, se aproximando, no limite, de zero.

O exemplo mostra que o processo inverso é extremamente improvável, caracterizando uma transformação irreversível.

Voltando às transformações naturais, embora a energia total do sistema sempre se conserve, a possibilidade de sua utilização para realizar trabalho diminui à medida que o Universo evolui. Isso se explica porque uma parte dessa energia se degrada em outras formas de energia principalmente, energia de agitação térmica, que não podem ser utilizadas diretamente. As transformações de energia em um sistema ocorrem sempre no sentido de atingir os estados mais prováveis, a passagem espontânea acontece do estado mais ordenado para o menos ordenado.

Essa tendência de os sistemas buscarem os níveis mais baixos de energia e, conseqüentemente, de ordenação, recebe o nome de **entropia**, sendo uma propriedade dos sistemas, caracterizada pela tendência de, espontaneamente, aumentar a desordem nos processos naturais. Pode ser enunciada por:

A entropia é uma função de estado cuja medida sempre cresce durante processos naturais em sistemas isolados, ou seja, em sistemas onde não ocorre a atuação de um agente externo.

Isso significa que as transformações naturais sempre levam a um aumento da entropia do Universo. Ela não é a medida do grau de desordem do universo, mas quanto mais desorganizado ele for, maior sua entropia.



LEE WALKER/SHUTTERSTOCK.COM

A probabilidade do baralho voltar à sequência original é praticamente nula.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

2 Volte agora à questão proposta no início do tema e, em grupo, retome a discussão inicial. Redijam, em seu caderno, um texto para sistematizar os argumentos para a discussão sobre a possibilidade ou não da existência de uma máquina de moto-contínuo.

Não escreva no livro

Funcionamento do motor a combustão interna

Também chamado de motor de explosão (apesar de não ser uma nomenclatura tecnicamente correta), o motor de combustão interna é uma máquina térmica que transforma a energia proveniente da queima do combustível (reação de combustão) em energia mecânica. O processo de conversão ocorre por meio de ciclos termodinâmicos que envolvem expansão, compressão e mudança de temperatura dos gases no interior de uma câmara de combustão.

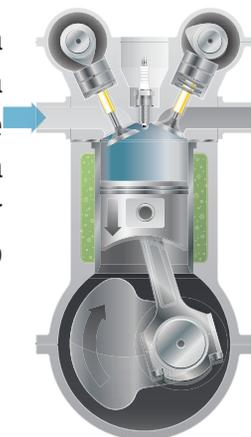
A combustão ocorre no interior de câmaras próprias, impulsionando os pistões que realizarão os processos de compressão e expansão da massa gasosa.

O motor a combustão dos automóveis também é chamado de “motor de quatro tempos” porque seu funcionamento ocorre em quatro estágios ou tempos diferentes. São eles: admissão, compressão, combustão e escape.

1º estágio – Admissão:

a câmara de combustão está a baixa pressão e “aspira” a mistura de ar e vapor de combustível que entra pela válvula de admissão. A seguir a válvula se fecha, finalizando o estágio.

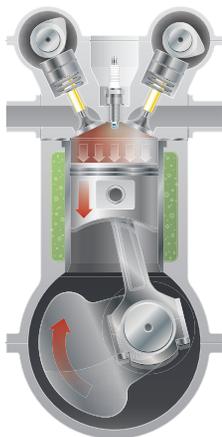
- » O pistão desce, diminuindo a pressão na câmara. O combustível entra pela válvula.



3º estágio – Combustão:

a vela de ignição solta uma faísca e dá início à combustão da mistura de ar e combustível que está comprimida. A combustão causa a expansão da massa gasosa empurrando o pistão para baixo.

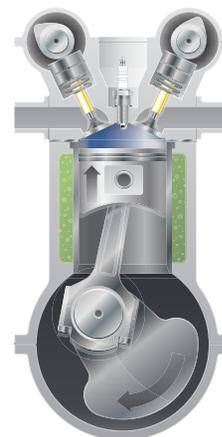
- » A faísca salta da vela de ignição, provocando a combustão e a expansão da mistura gasosa.



2º estágio – Compressão:

o pistão sobe e comprime a mistura de ar e vapor de combustível. Esse estágio finaliza quando o pistão sobe totalmente.

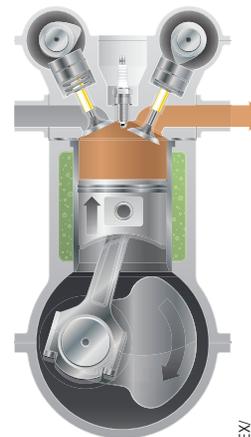
- » O pistão sobe, comprimindo a mistura de ar e combustível.



4º estágio – Escape:

após a combustão, a válvula de escape se abre, permitindo que resíduos sejam retirados de dentro do motor. Quando o pistão sobe, a válvula de escape abre e os gases residuais são expulsos da câmara.

- » O pistão sobe e libera os gases formados na combustão.

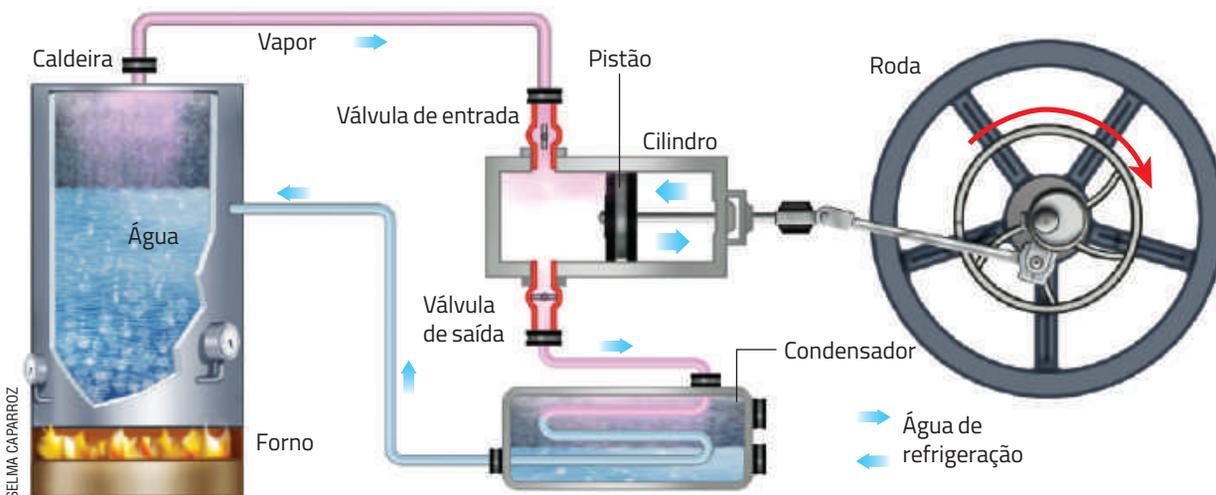


As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Espaços de aprendizagem

Junto com seu professor, organize uma visita a uma fábrica de motores de veículos, escola profissionalizante com curso na área de mecânica, ou oficina mecânica, e verifique a possibilidade de um profissional apresentar o funcionamento de um motor. Aproveite a oportunidade e questione-o sobre as competências que envolvem a profissão de mecânico.

1. A ilustração é uma representação artística que mostra o princípio de funcionamento de uma máquina térmica, utilizada para realizar trabalho mecânico.



Em relação a essa máquina:

- a) Qual é a substância de operação?
 - b) Onde estão localizadas a fonte quente e a fonte fria?
 - c) Qual o trabalho realizado pela substância de operação da máquina? Onde ocorre?
 - d) Como essa máquina térmica tem seu funcionamento alimentado? Por qual processo?
2. Uma caldeira à temperatura de $327\text{ }^{\circ}\text{C}$ fornece, a cada segundo, 4.000 cal de energia térmica a uma turbina, rejeitando, nesse tempo, 3.200 cal em sua operação. Considere $1\text{ cal} = 4\text{ J}$.
 - a) Esquematize a máquina térmica, indicando o fluxo de calor e trabalho que ocorre em seu funcionamento.
 - b) Calcule o trabalho realizado em um ciclo de funcionamento dessa máquina.
 - c) Determine o rendimento dessa máquina.
 - d) Qual a potência dessa máquina, em watts (W)?
 3. Um inventor de determinada máquina térmica afirma que seu produto oferece um rendimento de 60% quando opera entre as temperaturas de 27°C e 227°C .
Suponha que um possível comprador consulte você sobre maneiras de verificar a veracidade dessa informação, antes de efetuar a compra. Como você poderia ajudá-lo?
 4. Uma máquina térmica que tem seu funcionamento aproximado para uma máquina de Carnot opera recebendo 1000 kcal de energia da fonte quente e rejeitando, a cada ciclo, 640 kcal . Sabendo-se que a temperatura da fonte quente é de $227\text{ }^{\circ}\text{C}$, determine a temperatura em que a fonte fria deve operar.

» Funcionamento de uma máquina térmica e seu trabalho mecânico (imagem sem escala; cores-fantasia).

Termoquímica – reações exotérmicas e endotérmicas

Observe as imagens a seguir:



As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

1

É possível relacionar as duas situações mostradas nas fotografias com reações químicas e calor? Por quê?

Não escreva no livro

» Comida sendo preparada no fogão a lenha (à esquerda) e pessoas fazendo refeição (à direita).

A todo o momento em nosso cotidiano estamos em contato com reações químicas que liberam calor. Podemos citar, como exemplos, a queima de um combustível ou o processo de digestão de alimentos. Além disso, nosso corpo libera constantemente calor devido às reações químicas que ocorrem com diversas substâncias.

Em outro tipo de reação, também muito presente em nosso dia a dia, ocorre absorção de calor. O cozimento de alimentos constitui um exemplo dessa reação, pois é necessário fornecer energia a eles para que fiquem cozidos. Essa energia pode ser obtida da chama formada na boca de um fogão a gás.

As reações que **liberam** calor são denominadas **exotérmicas** e as que o **absorvem** são chamadas de **endotérmicas**.

Observe, no esquema a seguir, outros exemplos de transformações que liberam e que absorvem calor.

» Processos exotérmicos

	Queima de velas
	Combustão de álcool ou derivados de petróleo, como gasolina, óleo diesel e propano
	Digestão de alimentos
	Liquefação ou condensação da água

» Processos endotérmicos

	Ebulição da água (água fervendo)
	Fusão da água (gelo derretendo)
	Fotossíntese
	Bolsa de gelo instantâneo

» Processos endotérmicos e exotérmicos.

Saiba mais

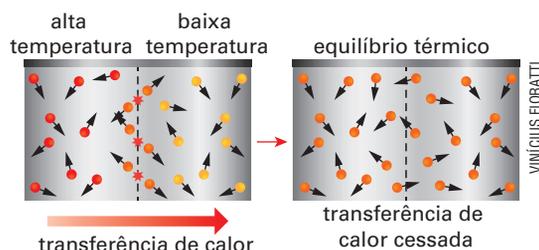
Calor: é uma forma de energia em movimento que passa do corpo com maior quantidade de calor para o de menor quantidade de calor, podendo atingir o equilíbrio térmico.

Temperatura: mede a energia cinética das moléculas. Quanto maior for o calor de uma substância ou mistura, maior será a energia cinética de suas moléculas.

Calorímetro: aparelho usado para medir a quantidade de calor.

Unidade de medida de calor: quilocaloria (kcal) ou quilojoule (kJ).

Relação entre caloria e joule: 1 caloria = 4,18 J, portanto, 1 kcal = 4,18 kJ.



» Troca de calor (imagem sem escala; cores-fantasia).

Equações termoquímicas

A termoquímica é a área da termodinâmica que estuda as trocas de energia, em forma de energia calorífica, que ocorrem nas reações químicas, bem como as mudanças de estado físico. Em termoquímica, costuma-se utilizar o conceito de entalpia (H), que nos informa a quantidade de calor liberado ou absorvido em determinada reação. A variação de entalpia (ΔH), por sua vez, será igual ao calor envolvido na reação, à pressão constante.

O símbolo (H) remete a *Heat*, termo inglês que significa calor, e as entalpias dos processos químicos, seus reagentes e produtos, devem ser representados por meio de equações termoquímicas, conforme exemplos a seguir.

Reação endotérmica

Considere que a energia armazenada nos reagentes seja igual a 50 kcal e nos produtos, igual a 100 kcal. Isto significa que a reação absorve calor:

Reagentes + fornecimento de calor \rightarrow Produtos

A quantidade de calor presente nos reagentes é insuficiente para formar os produtos, portanto, conclui-se que eles são mais energéticos, ou seja, têm mais calorias armazenadas que os reagentes.

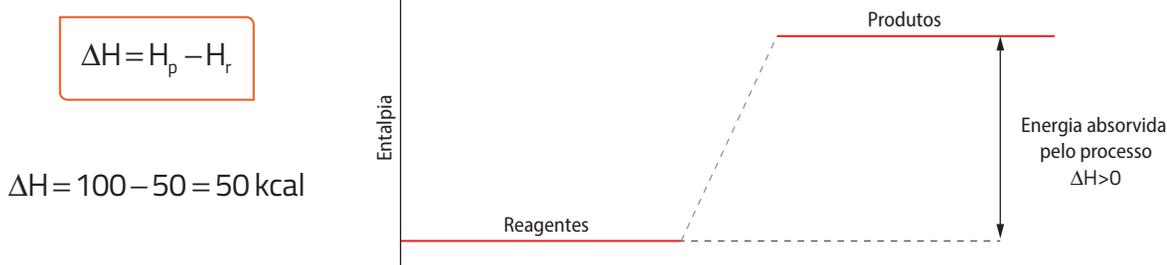
Formas de escrever a equação:

Reagentes + 50 kcal \rightarrow Produtos

ou

Reagentes \rightarrow Produtos $\Delta H = +50$ kcal

Representação gráfica



O gráfico nos informa que devemos fornecer 50 kcal de energia para que os reagentes se transformem em produtos. Como a variação de entalpia é maior que zero ($\Delta H > 0$), essa reação absorve energia e, portanto, é **endotérmica**.

Reação exotérmica

Considere que a energia armazenada nos reagentes seja igual a 80 kcal e nos produtos igual, a 20 kcal. Isto significa que a reação libera calor:

Reagentes \rightarrow Produtos + calor

A quantidade de calor presente nos reagentes é suficiente para formar os produtos, portanto, conclui-se que eles são menos energéticos do que os reagentes, sendo que o excesso de calor vai para o ambiente.

Formas de escrever a equação:

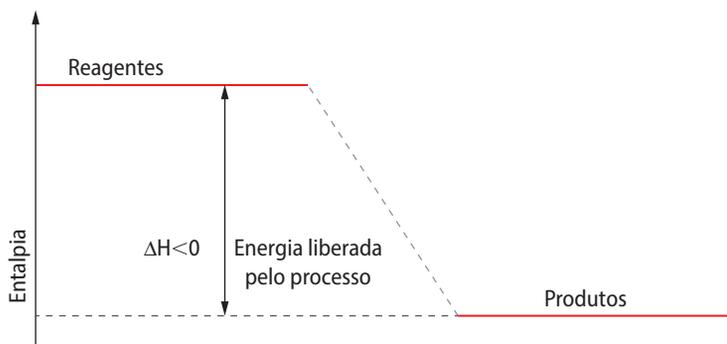
Reagentes \rightarrow Produtos + 60 kcal

Reagentes \rightarrow Produtos $\Delta H = -60$ kcal

Representação gráfica

$$\Delta H = H_p - H_r$$

$$\Delta H = 20 - 80 = -60 \text{ kcal}$$



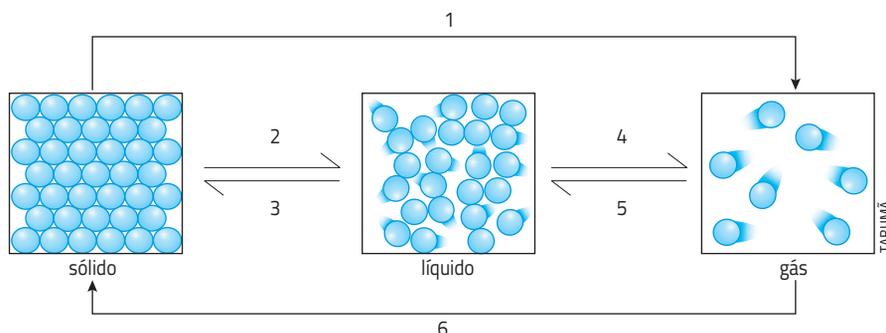
Por meio da análise do gráfico, constatamos que, além do produto desejado, temos também uma oferta de calor. Como a variação de entalpia é menor que zero ($\Delta H < 0$), essa reação libera energia e, portanto, é **exotérmica**.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

2 Esboce o gráfico que representa a reação de combustão do carvão (C):



3 Observe a imagem de transformações de estados físicos para determinar as etapas exotérmicas e endotérmicas, bem como a representação das variações de entalpia.



» Mudanças de estado físico (imagem sem escala; cores-fantasia).

Não escreva no livro

Cálculo de ΔH por energia de formação

As energias de formação das substâncias são determinadas experimentalmente e fornecidas em tabelas. Energia de formação (ΔH_f°) é a energia absorvida ou liberada necessária para formar 1 mol de uma substância. As entalpias de formação das substâncias simples, quando no estado padrão, são sempre zero.

Podemos calcular a variação de entalpia de uma reação quando conhecemos as entalpias de formação das substâncias nela envolvidas. Para esse cálculo, devemos usar a seguinte fórmula:

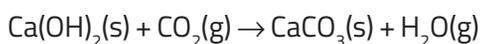
$$\Delta H_{\text{reação}} = H_{\text{produtos}} - H_{\text{reagentes}}$$

onde H_p e H_r são, respectivamente, a somatória das energias de formação dos produtos e dos reagentes da reação.

Atenção: As tabelas de energia de formação fornecem os valores para 1 mol da substância. Por isso, devemos multiplicar os valores da tabela pelo coeficiente estequiométrico considerando os valores do balanceamento de cada substância.

Atividade resolvida

1. Calcule a variação de entalpia da reação a seguir. Para esse cálculo, use os dados da tabela de energia de formação.



Resolução

$$\Delta H = H_p - H_r$$

$$\Delta H = (H_{\text{CaCO}_3} + H_{\text{H}_2\text{O}}) - (H_{\text{Ca(OH)}_2} + H_{\text{CO}_2})$$

$$\Delta H = (-1206,9 - 241,8) - (-986,1 - 393,5)$$

$$\Delta H = -1448,7 - (-1379,6)$$

$$\Delta H = -1448,7 + 1379,6$$

$$\Delta H = -69,1 \text{ kJ/mol}$$

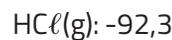
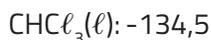
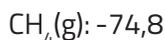
Entalpias-padrão de formação (25 °C, 100 kPa)

Substância	ΔH_f (kJ/mol)
Ca(OH) ₂ Sólido	-986,1
CaCO ₃ Sólido	-1 206,9
CO ₂ Gasoso	-393,5
H ₂ O Gasoso	-241,8

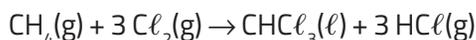
Fonte dos dados: LIDE, D. R. (Ed.). Standard Thermodynamic Properties of Chemical Substances. In: **CRC Handbook of Chemistry and Physics**. 89th ed. (Internet Version). Boca Raton, FL: CRC: Taylor and Francis, 2009.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

- 4 Observe, a seguir, a entalpia-padrão de formação, em $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ e a 25 °C, de três substâncias:



Calcule o valor da variação de entalpia do processo de cloração do metano.



Não escreva no livro

Cálculo de ΔH por energia de ligação

Uma reação ocorre quando as ligações dos reagentes são rompidas para formar um novo rearranjo dos átomos e de ligações nos produtos.

As energias de ligação das substâncias são determinadas experimentalmente e fornecidas em tabela. Embora nessas tabelas constem apenas energias de ligação positivas, o sinal de cada ligação é definido na reação.

O reagente apresenta energia de ligação com sinal positivo porque ligações são rompidas na reação (processo endotérmico). Os produtos possuem energias de ligação com sinal negativo porque as ligações formadas liberam energia (processo exotérmico), pois atingem um estado mais estável que os átomos livres em estado excitado de energia.

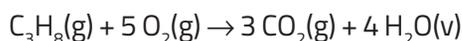
O cálculo da variação de entalpia por energia de ligação é uma somatória das energias de ligação dos reagentes e dos produtos, considerando os sinais de ambos os lados.

$$\Delta H = H_r + H_p$$

← valores positivos
↓ valores negativos

Atividade resolvida

2. Determine a variação de entalpia de combustão de 1 mol de gás propano (C_3H_8).



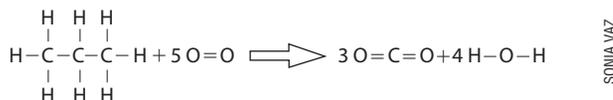
Dados:

Entalpia de ligação (ΔH_L) (valores em módulo)	Ligação	C—H	O=O	C=O	C—C	O—H
		Energia de ligação ($kJ \cdot mol^{-1}$)	413	498	744	348

Fonte dos dados: ATKINS, P.; DE PAULA, J. **Physical Chemistry**. 8th ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2006.

Resolução

1º passo: Escreva a equação representando a fórmula estrutural de cada participante da equação:



2º passo: Calcule a energia total das ligações nos reagentes, multiplicando o valor da energia da ligação entre os átomos envolvidos pelo coeficiente estequiométrico na equação e pelo número de vezes que ela se repete na estrutura, somando todos os valores.

$$H_{\text{reagentes}} = 2 \cdot (C-C) + 8 \cdot (C-H) + 5 \cdot (O=O)$$

$$H_{\text{reagentes}} = 2 \cdot (348) + 8 \cdot (413) + 5 \cdot (498)$$

$$H_{\text{reagentes}} = 696 + 3\,304 + 2\,490$$

$$H_{\text{reagentes}} = 6\,490 \text{ kJ} \cdot \text{mol}$$

Observação: Nos reagentes, os valores são sempre positivos.

3º passo: Calcule a energia total das ligações nos produtos seguindo o mesmo procedimento realizado nos reagentes.

$$H_{\text{produtos}} = 6 \cdot (C=O) + 8 \cdot (O-H)$$

$$H_{\text{produtos}} = 6 \cdot (-744) + 8 \cdot (-462)$$

$$H_{\text{produtos}} = -4\,464 + (-3\,696)$$

$$H_{\text{produtos}} = -8\,160 \text{ kJ} \cdot \text{mol}$$

Observação: Nos produtos, os valores são sempre negativos.

4º passo: Utilize os valores encontrados para reagentes e produtos:

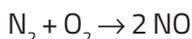
$$\Delta H = H_{\text{produtos}} + H_{\text{reagentes}}$$

$$\Delta H = -8\,160 + 6\,490$$

$$\Delta H = -1\,670 \text{ kJ} \cdot \text{mol}$$

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

- 5 Calcule o valor da energia de ligação entre os átomos de nitrogênio e oxigênio no óxido nítrico (NO), cuja fórmula estrutural é $N=O$.



$$\Delta H = +90 \text{ kJ} \cdot \text{mol}$$

Dados: Energias de ligação entre os átomos $N \equiv N$ e $O=O$ valem, respectivamente, $950 \text{ kJ} \cdot \text{mol}$ e $500 \text{ kJ} \cdot \text{mol}$.

Não escreva no livro

Cálculo do ΔH pela lei de Hess

Em 1840, o químico Germain Henry Hess estabeleceu que a variação da entalpia de uma reação está vinculada às etapas inicial e final da reação independente de quantas etapas intermediárias ocorram.

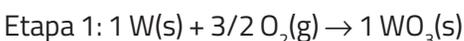
Na ausência de energias de formação e de ligação, reações parciais, em que já conhecemos as variações de entalpia, podem ser ajustadas para determinarmos uma reação global. Por meio da soma-tória das variações de entalpia das reações parciais, obtemos a variação de entalpia da reação final.

Atividade resolvida

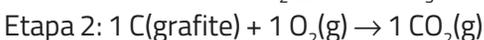
3. Determine a variação de entalpia da formação do carbeto de tungstênio (WC):



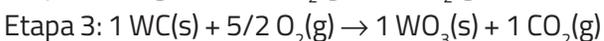
Dados:



$$\Delta H_{\text{Combustão}} = -840 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H_{\text{Combustão}} = -394 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H_{\text{Combustão}} = -1 \text{ 196 kJ/mol}$$

► Resolução

Reação a que desejamos chegar:



Devemos subtrair as substâncias de lados opostos e somar as que se encontram do mesmo lado:



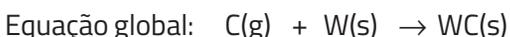
$$\Delta H = -394 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = -840 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H = +1 \text{ 196 kJ/mol}$$



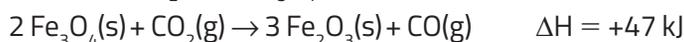
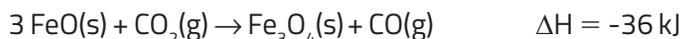
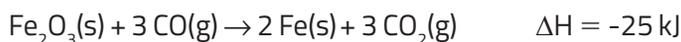
$$\Delta H = -38 \text{ kJ}$$

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

- 6 A obtenção de Fe(s) a partir do óxido ferroso FeO(s) é dada pela equação:



Calcule a variação de entalpia da reação de obtenção do ferro considerando as equações a seguir.



Não escreva no livro

Calorias nos alimentos

A todo momento, o nosso organismo realiza reações que permitem mantê-lo vivo. Para que essas reações ocorram, precisamos, essencialmente, ingerir alimentos e captar o oxigênio presente no ar atmosférico. Observe, na tabela ao lado, os valores aproximados das energias de alguns macronutrientes que necessitamos consumir diariamente.

► Relação entre energia e massa de alguns nutrientes

Nutriente (1 g)	kJ	kcal
Carboidratos	17	4
Proteínas	17	4
Gorduras	38	9

Fonte de dados: ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. U.S. Department of Agriculture (USDA). **How many calories are in one gram of fat, carbohydrate, or protein?** Disponível em: <https://www.nal.usda.gov/fnic/how-many-calories-are-one-gram-fat-carbohydrate-or-protein>. Acesso em: 4 set. 2020.

Por meio da análise dos rótulos dos alimentos, podemos analisar o valor calórico neles presentes, por classe de nutrientes, e refletir um pouco melhor sobre a composição dos alimentos que ingerimos.



» Rótulo fictício em embalagem de biscoitos recheados.

INFORMAÇÕES NUTRICIONAIS	
Porções de 30 g ou 3 biscoitos	
	Quantidade por porção
VALOR ENERGÉTICO	123 kcal
CARBOIDRATOS	17 g
PROTEÍNAS	3 g
GORDURAS TOTAIS	5 g
FIBRA ALIMENTAR	1 g
SÓDIO	178 mg
CÁLCIO	300 mg
FERRO	4 mg

MARCOS MACHADO

Para determinar o valor calórico dos carboidratos, gorduras e proteínas presentes em 3 biscoitos, devemos proceder do seguinte modo:

Carboidratos:

1 g _____ 4 kcal
17 g _____ $x \Rightarrow x = 68$ kcal

Gorduras:

1 g _____ 9 kcal
5 g _____ $x \Rightarrow x = 45$ kcal

Proteínas:

1 g _____ 4 kcal
3 g _____ $x \Rightarrow x = 12$ kcal

125 kcal em 3 biscoitos (30 gramas)

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

7 Observe, na tabela ao lado, a porcentagem aproximada de gorduras em alguns alimentos.

- Calcule a quantidade de gordura armazenada em um recipiente que contém 500g de manteiga de amendoim.
- Determine a quantidade de calorias em gordura presente nesse mesmo recipiente. Considere gordura 9Kcal/g.

» Porcentagem de gordura de alimentos

Alimentos	% de gordura
Óleo de cozinha	100
Manteiga e margarina	80
Manteiga de amendoim	50

Fonte: dados fictícios.

Não escreva no livro

Oficina científica

Variação de calor nas reações químicas

» **Objetivo**

Reconhecer processos exotérmicos e endotérmicos.

- recipiente plástico
- termômetro

» **Materiais**

- metade de uma batata inglesa (comum) picada em cubos
- 20 mL de água (equivalente a 1/3 de xícara)
- 100 mL de água oxigenada comercial (1 frasco)

» **Procedimentos**

- Coloque a água no recipiente plástico e meça a temperatura dela.
- Em seguida, acrescente a água oxigenada e as batatas no mesmo recipiente e tampe-o. Depois de aproximadamente 1 minuto, meça a temperatura dessa mistura.

Não escreva no livro

1. A reação da água oxigenada com as batatas é endotérmica ou exotérmica?

2. Faça uma pesquisa na internet para obter informações que expliquem o aparecimento de bolhas na reação da água oxigenada com a batata. Determine também a equação da reação envolvida nesse processo.

1. Os pães constituem um dos alimentos mais consumidos pelos brasileiros no café da manhã. Uma unidade de pão francês apresenta as seguintes informações nutricionais:

» Informação Nutricional - porção de 50g (1 unidade)

	Quantidade por porção	% VD (*)
Valor energético	115 kcal – 482 kJ	5
Carboidratos	24 g	8
Proteínas	3,8 g	5
Gorduras totais	0 g	0
Gorduras saturadas	0 g	0
Gorduras <i>trans</i>	0 g	**
Fibra alimentar	2,2 g	9
Sódio	247 mg	10

* % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menos dependendo de suas necessidades energéticas.

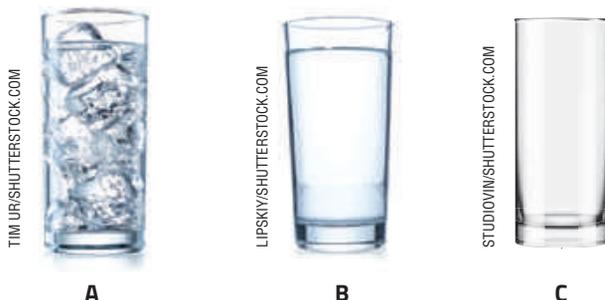
** VD não estabelecido.

Fonte: dados fictícios.

a) Ao término de seu treino matinal, um corredor consultou o dispositivo eletrônico em seu pulso e constatou o consumo de 1 650 kJ. Quantos pães do tipo francês correspondem à energia consumida pela corrida?

b) Elabore uma tabela na qual constem os valores calóricos dos alimentos consumidos por você em um dia. Verifique se esses valores, quando somados, estão dentro dos parâmetros de consumo estabelecidos diariamente pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que é de 2 500 kcal.

2. Observe as imagens a seguir.

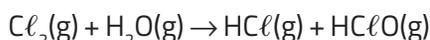


a) Considerando que as imagens representam uma sequência de eventos, as mudanças de estados da água nelas observadas são endotérmicas ou exotérmicas? Justifique sua resposta.

b) Qual processo de mudança de estado físico da água ocorre de A para B? e de B para C?

3. A percepção da temperatura pela pele, que pode ou não ser diferente da temperatura registrada em um termômetro, é chamada de sensação térmica, e está relacionada ao sentido do tato. Em dias quentes, por exemplo, quando o suor é evaporado, calor é retirado da pele, a sensação térmica é captada pelos receptores de temperatura presentes na pele, que enviam impulsos nervosos até a parte central do sistema nervoso, onde pode ser interpretada uma sensação de frescor. O exemplo citado é um processo endotérmico ou exotérmico? Por quê?

4. Quando inalado, o gás cloro provoca irritação e ressecamento das vias respiratórias. Observe, a seguir, a equação da reação desse gás com a água:



a) Escreva a fórmula estrutural dessa reação.

b) Com base nos dados da tabela fornecida, determine a variação de entalpia da reação.

» Tabela de energia de ligação

Ligação	Energia de ligação (kJ/mol; 25 °C e 1 atm)
Cl — Cl	243
H — O	464
H — Cl	431
Cl — O	205

Fonte dos dados: ATKINS, P.; DE PAULA, J. **Physical Chemistry**. 8th ed. New York: W. H. Freeman and Company, 2006.

Atividades extras

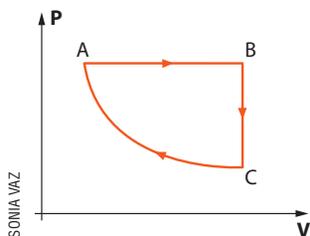
As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

- Um balão meteorológico de 8 m^3 é preenchido com gás hélio ao nível do mar ($p = 1 \text{ atm}$) a uma temperatura de $27 \text{ }^\circ\text{C}$. Ao chegar na estratosfera, onde as temperaturas chegam à casa dos $-35 \text{ }^\circ\text{C}$, a pressão diminui para aproximadamente 1 centésimo de atm. Estime o volume do balão na estratosfera.



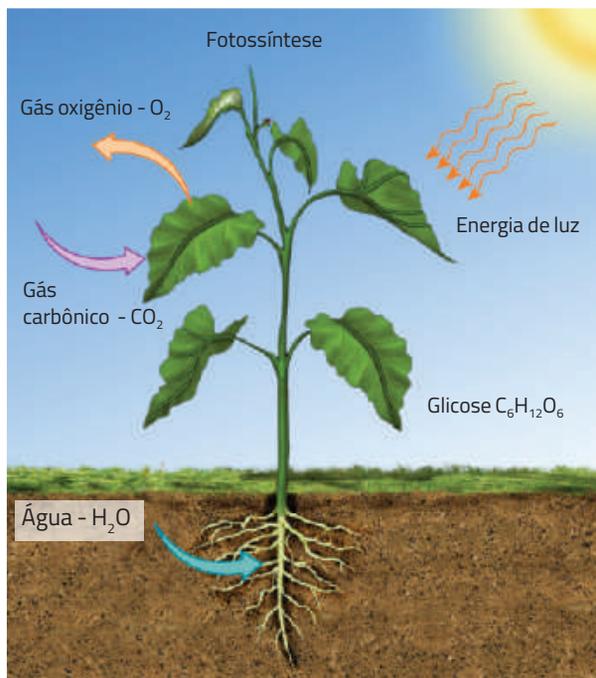
CLAUS LUNAU/SCIENCE PHOTO LIBRARY/FOTARENA

- Um recipiente de massa 225 g, hermeticamente fechado, foi preenchido com gás hélio ($M = 4 \text{ g}$) a uma temperatura de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ e pressão de 2 atm. Após esse processo, mediu-se a massa do recipiente e obteve-se o valor de 233 g. Considerando que $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} / \text{mol} \cdot \text{K}$, estime o número de mols do gás e o volume do recipiente.
- “Um gás pode se aquecer ou se resfriar sem trocar calor com o ambiente”. Ao ouvir esta frase, um estudante de Física recordou os conceitos explicados por seu professor relacionados com esse tema. Pesquise com seus colegas a veracidade dessa frase e explique os conceitos físicos a ela associados.
- Uma máquina térmica realiza o ciclo apresentado no diagrama $P \times V$ mostrado, em que $T_A = T_C < T_B$



- Por meio da análise do gráfico, explique o que ocorre em cada um dos ramos (AB, BC e CA) dessa transformação gasosa.
- Descreva o que ocorre com a energia interna do gás em cada ramo do ciclo.

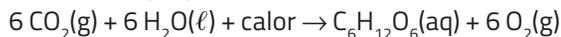
- A fotossíntese é importante para a vida na Terra, pois esse processo transforma matéria inorgânica em orgânica — fonte de energia tanto para as plantas quanto para os animais que delas se alimentam.



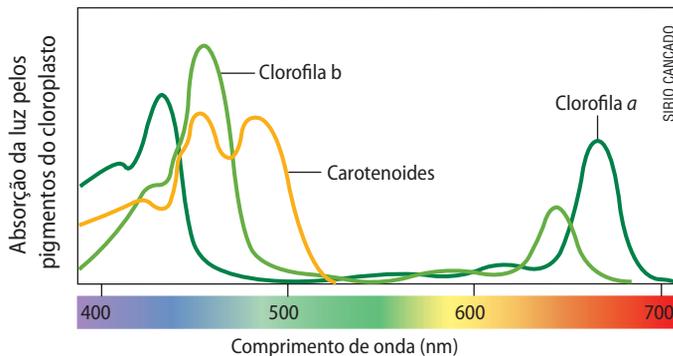
STUDIO CAPARROZ

- » Esquema do processo de fotossíntese (imagem sem escala; cores-fantasia).

Observe a equação:



- A fotossíntese é uma reação que se caracteriza como endotérmica ou exotérmica?
- A quantidade de luz ofertada para uma planta é fator preponderante para a realização da fotossíntese. Observe o gráfico que mostra o espectro de cores visíveis absorvidas pelas plantas.



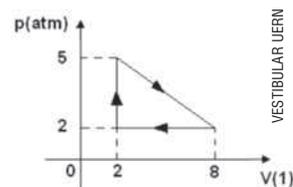
SIRIO CANÇADO

- » Taxa de absorção de luz de uma planta.

Por meio da análise desse gráfico, o que podemos afirmar sobre a eficiência da realização da fotossíntese no espectro visível das cores?

6. (Enem/MEC) Uma pessoa abre uma geladeira, verifica o que há dentro e depois fecha a porta dessa geladeira. Em seguida, ela tenta abrir a geladeira novamente, mas só consegue fazer isso depois de exercer uma força mais intensa do que a habitual. A dificuldade extra para reabrir a geladeira ocorre porque o(a): **Alternativa d.**
- volume de ar dentro da geladeira diminuiu.
 - motor da geladeira está funcionando com potência máxima.
 - força exercida pelo ímã fixado na porta da geladeira aumenta.
 - pressão no interior da geladeira está abaixo da pressão externa.
 - temperatura no interior da geladeira é inferior ao valor existente antes de ela ser aberta.
7. (PUC-RJ) Um gás ideal, inicialmente a 300 K e a 1 atm, é aquecido a pressão constante até que seu volume seja o triplo do original. O gás é, então, comprimido de volta ao seu volume inicial, e sua pressão final é de 2 atm. Qual é a temperatura final do gás, em K?
- 600
 - 300
 - 900
 - 100
 - 450
- Alternativa a.**
8. (Vunesp-SP) Antes de partir para uma viagem, Arnaldo calibra um dos pneus de seu carro com ar à temperatura de 27 °C, sendo n_i o número de mols de ar dentro dele no momento da partida. Quando chegou ao seu destino, agora com o ar dentro do pneu à temperatura de 51 °C, Arnaldo observa que a pressão do ar dentro dele está acima daquela com que iniciara a viagem. Pretendendo que a pressão voltasse ao valor do início da viagem, Arnaldo esvazia um pouco o pneu, de modo que o número de mols de ar dentro dele, agora, seja n_f . Considerando o ar um gás ideal e o volume do pneu constante durante todo o processo, a razão é igual a:
- 1,02
 - 1,10
 - 1,04
 - 1,06
 - 1,08
- Alternativa e.**
9. (Unicamp-SP) Um gás ideal sofre uma compressão isobárica sob a pressão de $4 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ e o seu volume diminui $0,2 \text{ m}^3$. Durante o processo, o gás perde $1,8 \times 10^3 \text{ J}$ de calor. A variação da energia interna do gás foi de:
- $1,8 \times 10^3 \text{ J}$
 - $1,0 \times 10^3 \text{ J}$
 - $-8,0 \times 10^2 \text{ J}$
 - $-1,0 \times 10^3 \text{ J}$
 - $-1,8 \times 10^3 \text{ J}$
- Alternativa d.**

10. (UERJ) Considere a transformação cíclica de um gás perfeito representada no gráfico.



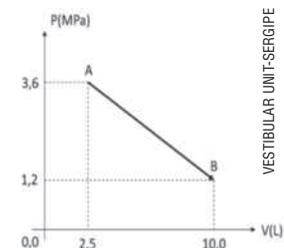
A variação da energia interna e o trabalho em cada ciclo são, respectivamente, iguais a:

- 0 e 900 J.
 - 900 J e 0.
 - 900 J e 0.
 - 0 e -900 J.
- Alternativa a.**

11. (UFMA) Uma máquina térmica funciona realizando o ciclo de Carnot. Em cada ciclo, o trabalho útil fornecido pela máquina é de 2 000 J. As temperaturas das fontes térmicas são 227 °C e 27 °C, respectivamente. O rendimento da máquina, a quantidade de calor retirada da fonte quente e a quantidade de calor rejeitada para a fonte fria são, respectivamente:
- 60%, 4 000 J e 6 000 J.
 - 40%, 3 000 J e 5 000 J.
 - 40%, 5 000 J e 3 000 J.
 - 40%, 4 000 J e 1 000 J.
 - 30%, 6 000 J e 4 000 J.
- Alternativa c.**

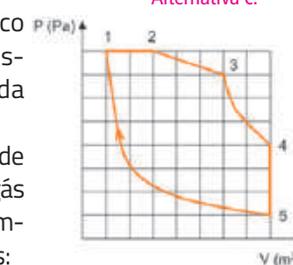
12. (UFV-MG) Um folheto explicativo sobre uma máquina térmica informa que ela, ao receber 1 000 cal de uma fonte quente, realiza 4 186 J de trabalho. Sabendo que 1 cal equivale a 4,186 J, e com base nos dados fornecidos pelo folheto, você pode afirmar que essa máquina:
- viola a 1ª lei da termodinâmica.
 - possui um rendimento nulo.
 - possui um rendimento de 10%.
 - viola a 2ª lei da termodinâmica.
 - funciona de acordo com o ciclo de Carnot.

13. (Unit-SE) O hélio é um gás ideal que pode ser utilizado para melhorar a capacidade de respiração de asmáticos, enquanto o gás xenônio é eficaz como anestésico, devido à sua alta solubilidade em lipídios e rápida eliminação pelo organismo. Considerando-se que a pressão e o volume de um mol de gás hélio variam em uma transformação termodinâmica, como demonstra o gráfico, então o trabalho realizado no processo AB, em kJ, é igual a:



- 20,3
 - 19,7
 - 18
 - 17,3
 - 16,8
- Alternativa c.**

14. (UEA-AM) Analise o gráfico que representa uma transformação cíclica realizada por uma máquina. O intervalo que corresponde aos momentos em que o gás não realiza trabalho está compreendido entre os pontos:



- a) 1 e 2. d) 4 e 5.
b) 2 e 3. e) 5 e 1. Alternativa d.
c) 3 e 4.

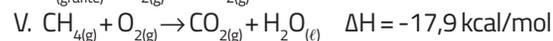
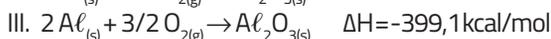
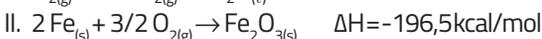
15. (PUC-PR) Um gás, contido em um cilindro provido de um êmbolo, expande-se ao ser colocado em contato com uma fonte térmica. Se nessa transformação a variação da energia interna do gás é desprezível, pode-se afirmar que: Alternativa b.

- a) o gás não realizou trabalho.
b) o trabalho realizado pelo gás é igual à quantidade de calor que ele absorveu.
c) o trabalho realizado pelo gás é menor do que a quantidade de calor que ele absorveu.
d) o gás não absorveu calor da fonte térmica.
e) o trabalho realizado pelo gás é maior do que a quantidade de calor que ele absorveu.

16. (Enem/MEC) Em nosso cotidiano, utilizamos as palavras "calor" e "temperatura" de forma diferente de como elas são usadas no meio científico. Na linguagem corrente, calor é identificado com "algo quente" e temperatura mede a "quantidade de calor de um corpo". Esses significados, no entanto, não conseguem explicar diversas situações que podem ser verificadas na prática. Do ponto de vista científico, que situação prática mostra a limitação dos conceitos corriqueiros de calor e temperatura?

- a) A temperatura da água que pode ficar constante durante o tempo em que estiver fervendo.
b) Uma mãe coloca a mão na água da banheira do bebê para verificar a temperatura da água.
c) A chama de um fogão pode ser usada para aumentar a temperatura da água em uma panela.
d) A água quente que está em uma caneca é passada para outra caneca a fim de diminuir sua temperatura.
e) Um forno pode fornecer calor para uma vasilha de água que está em seu interior com menor temperatura do que a dele. Alternativa a.

17. (PUC-MG) Sejam dadas as equações termoquímicas, todas a 25 °C e 1 atm:

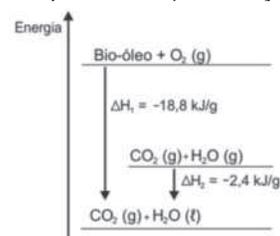


Exclusivamente sob o ponto de vista energético, das reações acima, a que você escolheria como fonte de energia é: Alternativa c.

- a) I b) II c) III d) IV e) V

18. (Enem/MEC) O aproveitamento de resíduos florestais vem se tornando cada dia mais atrativo, pois eles são uma fonte renovável de energia. A figura representa a queima de um bio-óleo extraído do

resíduo de madeira, sendo ΔH_1 a variação de entalpia devido à queima de 1 g desse bio-óleo, resultando em gás carbônico e água líquida, e ΔH_2 a variação de entalpia envolvida na conversão de 1 g de água no estado gasoso para o estado líquido.



A variação de entalpia, em kJ, para a queima de 5 g desse bio-óleo resultando em CO_2 (gasoso) e H_2O (gasoso) é:

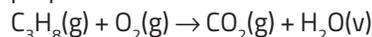
- a) -106 c) -82,0 e) -16,4
b) -94,0 d) -21,2

19. (UFRR) Biodigestor é uma espécie de câmara isolada, que possibilita a transformação e o aproveitamento de certos detritos orgânicos para a geração de gás e adubo, conhecidos como biogás e biofertilizante. Do ponto de vista ambiental, o biogás constitui uma importante fonte de energia alternativa para produção de combustível para fogões, motores e geração de energia elétrica. O processo de combustão do principal componente do biogás, o metano, corresponde a: Alternativa c.

- a) uma reação não espontânea.
b) uma reação endotérmica.
c) uma reação exotérmica.
d) uma transformação física.
e) uma reação que ocorre sem troca de calor.

20. (Mack-SP) O gás propano é um dos integrantes do GLP (gás liquefeito de petróleo) e, desta forma, é um gás altamente inflamável.

Abaixo está representada a equação química não balanceada de combustão completa do gás propano.



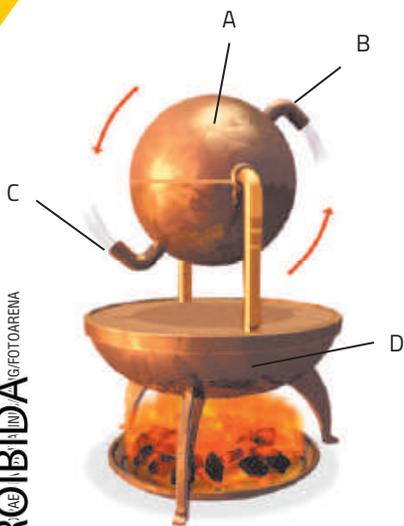
Na tabela, são fornecidos os valores das energias de ligação, todos nas mesmas condições de pressão e temperatura da combustão.

Ligação	Energia de Ligação (kJ · mol ⁻¹)
C – H	413
O = O	498
C = O	744
C – C	348
O – H	462

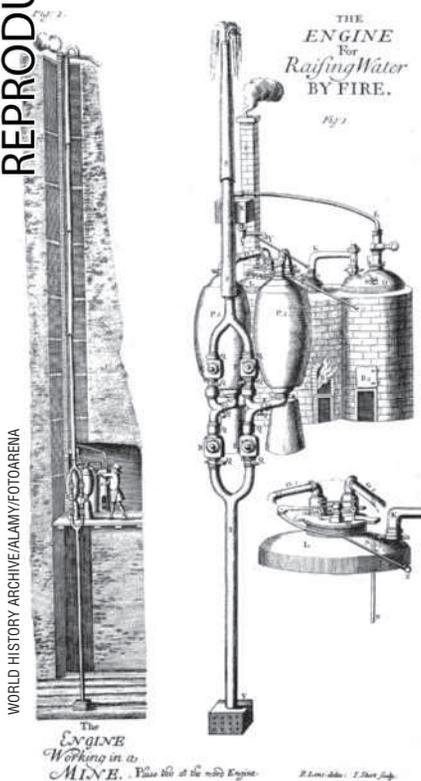
Assim, a variação de entalpia da reação de combustão de um mol de gás propano será igual a:

- a) -1670 kJ c) +1670 kJ e) +4160 kJ
b) -6490 kJ d) -4160 kJ Alternativa a.

Evolução das máquinas térmicas



» Representação da máquina de Heron.



» Máquina térmica de Thomas Savery.

Uma das primeiras máquinas térmicas que se tem relato foi construída no século I a.C. na Grécia, por Heron, um estudioso grego dedicado à Matemática e à Engenharia. A máquina de Heron, como ficou conhecida, era composta de uma esfera metálica contendo dois tubos abertos e dois tubos conectados a um recipiente, que ficava cheio de água. A esfera apoiava-se em duas hastes laterais, de modo que ficasse livre para girar. Abaixo do recipiente colocava-se carvão.

A máquina de Heron não tinha nenhuma aplicação prática, porém apresentou resultados que contribuíram para os estudos da energia térmica.

Séculos depois começaria um importante período de desenvolvimento tecnológico, que provocaria diversas mudanças sociais e ambientais, afetando o cotidiano das pessoas. Esse período, chamado de Revolução Industrial, iniciou-se na Inglaterra, no início do século XVIII, e suas consequências se espalharam pelo mundo e se estendem até os dias atuais.

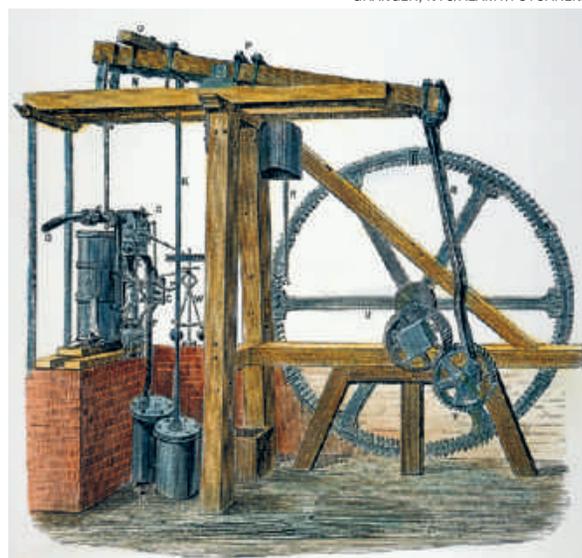
Naquele período, ocorreu o aperfeiçoamento de máquinas térmicas já existentes, que eram utilizadas para tornar a produção maior e mais eficiente.

Um pouco antes do início da Revolução Industrial, em 1698, o engenheiro militar inglês Thomas Savery (1650-1715) desenvolveu uma máquina a vapor de interesse industrial. Sua função era a de retirar água dos poços de minas de carvão. No entanto, mesmo utilizando uma válvula de segurança, a pressão do vapor era tão alta que resultou em muitos acidentes, tornando inviável a sua utilização.

Por volta de 1712, o inventor inglês Thomas Newcomen (1663-1729) criou uma máquina térmica aperfeiçoada a partir da máquina de Savery. Esta máquina, além de ser utilizada no fundo das minas e gerar menor risco de explosões, era capaz de elevar cargas das minas de carvão. No entanto, dois fatores contribuíam para deixá-la pouco vantajosa: ela levava muito tempo para ser resfriada e consumia uma grande quantidade de carvão, ou seja, sua eficiência em transformar energia térmica em energia mecânica era baixa.

O cientista escocês James Watt (1736-1819) aumentou consideravelmente o rendimento da máquina de Thomas Newcomen. Ele conseguiu fazer com que grande parte da energia térmica liberada pela queima do carvão mineral fosse convertida em movimento por sua máquina térmica (até então, a energia térmica era desperdiçada ao ser usada para aquecer e resfriar a máquina), tornando possível reduzir em ao menos três vezes a quantidade de carvão necessária para o seu funcionamento.

No início da Revolução Industrial, o carvão de origem mineral era o combustível mais usado. Com o desenvolvimento de novas e modernas máquinas, outras fontes de energia começaram a ser exploradas.

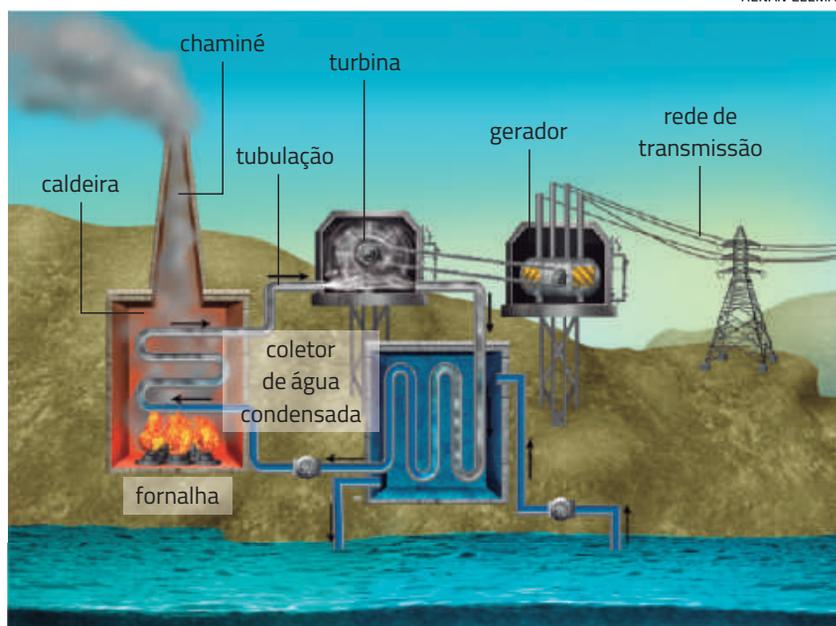


» Máquina térmica de James Watt.

RENAN LEEMA

Atualmente, parte da energia que utilizamos é produzida por máquinas térmicas instaladas em usinas termelétricas, termonucleares, solar de espelhos e geotérmicas. Independentemente do combustível usado, essas usinas possuem turbinas a vapor, que transformam energia térmica em energia mecânica, a qual, por sua vez, é transformada em energia elétrica.

Em relação aos combustíveis utilizados para a produção de energia elétrica, os pesquisadores continuam em busca de estratégias que melhorem a eficiência de fontes limpas, como a energia solar e a eólica.



COMO funcionam usinas térmicas? **Centro Brasileiro de Infraestrutura**, 10 jan. 2020. Disponível em: <https://cbie.com.br/artigos/como-funcionam-usinas-termicas>. Acesso em: 1 set. 2020.

» Representação de uma usina termelétrica (imagem sem escala; cores-fantasia).

Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

1. Proponha uma explicação de como funcionava a máquina de Heron.
2. Forme um grupo e pesquisem sobre as principais mudanças sociais e impactos ambientais provocados durante a Revolução Industrial até os dias atuais. Escolham um tipo de máquina térmica e elaborem soluções sustentáveis para reduzir o impacto ambiental que por ela possa ser gerado. Divulguem os resultados de sua pesquisa e as soluções propostas de maneira sintetizada e criativa.

Proteção da natureza e sustentabilidade

Mais plásticos no mar do que peixes até 2050. Este é o alerta de um estudo feito em 2016 que chama atenção para o fato de que, caso o consumo e o descarte de plásticos continuem nos padrões atuais, em 2050 haverá uma tonelada de plástico para uma de peixe. Em 2014 era uma tonelada de plástico para cada cinco de peixe. Um dos maiores problemas da poluição dos oceanos por plástico é a contaminação da cadeia alimentar. Diversos animais confundem plásticos com alimentos, ou simplesmente ficam presos nos resíduos, situações que podem levar a grande sofrimento e morte. Além disso, um estudo revelou que 90% do sal marinho consumido no mundo contém microplásticos, pedaços de plástico menores que 5 mm.

Diante deste cenário, os canudos plásticos ganharam destaque. Há alguns anos, governos de diversos estados e municípios brasileiros têm promulgado leis que impedem a fabricação e a comercialização dos canudos de plástico. Estes podem ser substituídos por canudos biodegradáveis, feitos de papel ou palha, canudos comestíveis, ou canudos reutilizáveis de alumínio, vidro ou bambu, entre outros materiais. Um dos principais motivos para estas medidas é a maneira como os canudos são utilizados, eles têm uso único, ou seja, são usados uma vez e depois descartados, e nem sempre no local correto. Outro motivo é que, por ser um objeto de uso cotidiano, oportuniza diálogos que podem levar a conscientização das pessoas para a importância de se adotar atitudes sustentáveis para proteção do ambiente, assuntos que serão debatidos nesta Unidade.

Afinal, é uma boa oportunidade de conversar com uma pessoa sobre a importância da proteção ambiental quando ela pede ao garçom um canudo, e este responde: "Não temos!".

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

» Não escreva no livro

1. Sua cidade possui uma lei que proíbe a utilização de canudos plásticos? Se necessário, faça uma pesquisa.
2. Além dos canudos plásticos, cite outros objetos plásticos descartáveis de uso cotidiano que poderiam ser substituídos por versões menos prejudiciais ao ambiente.
3. O que são ações sustentáveis? Você as pratica?

» Resíduos plásticos no oceano.

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC:

O texto integral das competências e das habilidades encontra-se no final do livro.

Competências gerais

4, 5, 7 e 10

Competências da Natureza e

Das Tecnologias

Competências específicas: 1, 2 e 3

Habilidades: EM13CNT104,

EM13CNT202, EM13CNT203,

EM13CNT206, EM13CNT301,

EM13CNT302, EM13CNT303

EM13CNT310

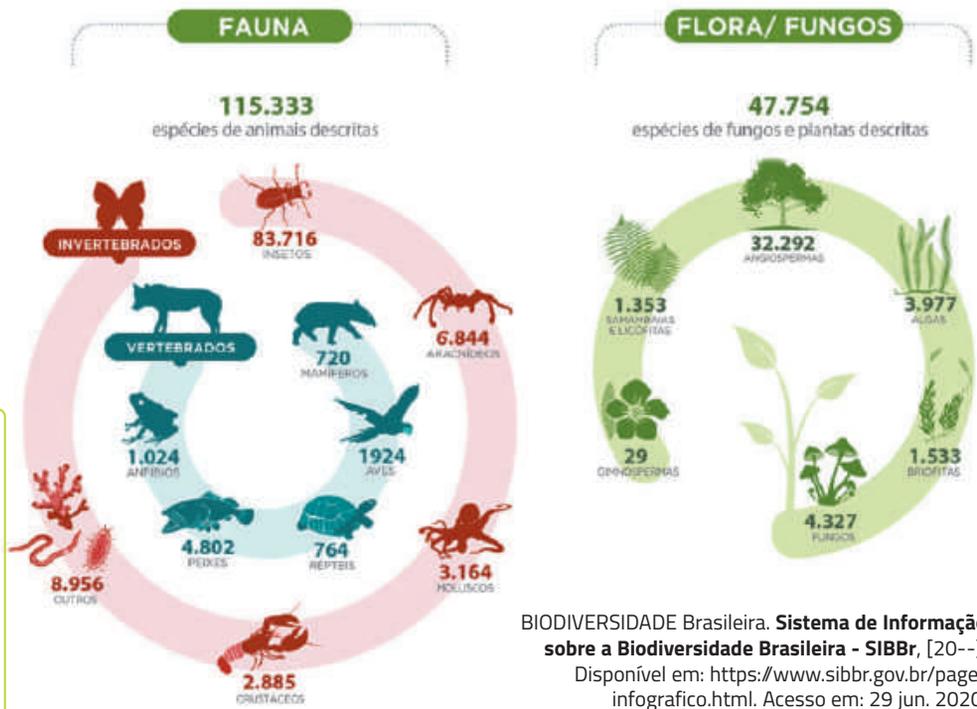
MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD
REPRODUÇÃO PROIBIDA



RICHAREY/GETTY IMAGES

Biodiversidade

Analise os dados a seguir que se referem ao número de espécies de animais e de plantas descritas no Brasil, ou seja, espécies conhecidas pela comunidade científica.



» Número de espécies de animais, de plantas e de fungos descritas no Brasil (imagens sem escala; cores-fantasia).

Respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

No Brasil, qual grupo animal apresenta a maior diversidade de espécies? E a menor?

No Brasil, qual grupo de plantas apresenta a maior diversidade de espécies? E a menor?

No Brasil, existem mais espécies de animais ou de plantas já descritas?

No Brasil, qual o percentual de invertebrados já descritos, em relação ao número de espécies animais?

Cite representantes dos grupos de animais e de plantas listados.

Não escreva no livro

BIODIVERSIDADE Brasileira. **Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira - SIBBr**, [20--]. Disponível em: <https://www.sibbr.gov.br/page/infografico.html>. Acesso em: 29 jun. 2020.

A **biodiversidade** diz respeito à variedade de formas de vida existentes em uma região e em um determinado tempo. O termo considera desde a diversidade genética entre organismos da mesma espécie e as relações que estabelecem com o ambiente, até a diversidade de ecossistemas.

O Brasil apresenta uma vasta biodiversidade, considerando as espécies de animais e de plantas identificadas em nosso país. Como mostram os dados, a fauna e a flora brasileira, juntamente com os fungos, contam com mais de 160 mil espécies descritas. Esses números aumentam em grande proporção quando são incluídas espécies de microrganismos. De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), entre 15% e 20% da diversidade biológica conhecida no mundo está no Brasil.

A presença de uma espécie em determinado local envolve as relações que ela estabelece com as condições do ambiente (umidade, insolação, temperatura, por exemplo) e também com as espécies ali presentes, conforme veremos neste Tema.

Ecosistemas

O conjunto de espécies existente em uma determinada área e os fatores abióticos com os quais interage, como a água, o solo, o ar e as condições de temperatura e de pressão, constituem um **ecossistema**.

Os fatores abióticos atuam, em conjunto, como condições limitantes à existência e à distribuição de espécies nos ecossistemas. Por exemplo, vejamos a temperatura. Muitas das espécies encontradas em locais com temperaturas muito baixas, como nos polos, não são as mesmas que aquelas encontradas em locais com temperaturas elevadas, como em algumas regiões equatoriais. Em cada ambiente, os organismos têm características que lhes permitem sobreviver em intervalos de temperatura distintos, o que, em muitos casos, dificulta, ou até impossibilita, a existência da espécie em locais com outras faixas de temperatura. Por exemplo, os ursos-polares, encontrados no Ártico, apresentam uma camada de gordura revestindo o corpo que atua como isolante térmico, minimizando sua perda de calor ao ambiente. Essa e outras características dificultam a sobrevivência do urso-polar em locais com temperaturas muito elevadas ao longo do ano, como nas regiões intertropicais.

Outro exemplo é a luminosidade. Nos oceanos, a luz solar se torna menos intensa conforme aumenta a profundidade, existindo locais em que a luz não chega. As espécies que fazem fotossíntese, processo que depende da luz para ocorrer, ocorrem principalmente nas camadas superficiais dos oceanos, onde a luz se faz presente.

Os organismos que vivem em um ecossistema também estabelecem relações entre si. Essas relações podem ocorrer entre indivíduos de uma mesma espécie ou entre indivíduos de espécies diferentes. O modo como essas relações se manifestam, somadas às relações com as condições abióticas, garante um certo equilíbrio dinâmico nos ecossistemas, ao que denominamos, equilíbrio ecológico.

Um grupo de organismos da mesma espécie vivendo em um determinado local, constitui uma **população**. As diferentes populações existentes em uma região constituem as **comunidades**.

As comunidades presentes nos ecossistemas são formadas por representantes dos mais diversos grupos de seres vivos, incluindo as bactérias, os protozoários, as algas, os fungos, os animais e as plantas, os quais estudaremos a seguir.

Espaços de aprendizagem

Faça o *download* do livro a seguir para conhecer receitas gastronômicas que valorizam espécies nativas da flora brasileira, encontradas em cada região de nosso país. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade. **Biodiversidade brasileira: sabores e aromas**. Brasília, DF: MMA, 2018. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/142-serie-biodiversidade.html>. Acesso em: 15 set. 2020.

Uma **espécie** é um grupo de populações capazes de compartilhar informações genéticas durante o processo de reprodução.



» O urso-polar apresenta características que lhe permite viver em regiões frias.

Bactérias

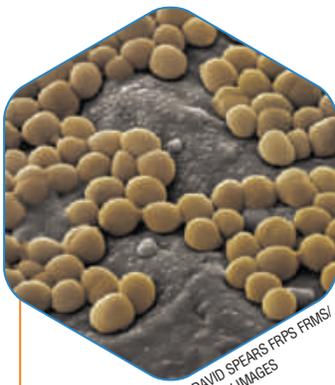
As **bactérias** são seres **procariontes** e **unicelulares**. Elas são encontradas nos mais diversos ambientes, como em corpos-d'água, no solo, no ar, e em associação a outros organismos. Essas associações podem ser benéficas para ambos, como no caso de bactérias que se associam a raízes de plantas leguminosas, como o feijão, e disponibilizam nitrogênio atmosférico em formas que podem ser utilizadas pelas plantas, que por sua vez, fornecem compostos orgânicos para as bactérias; ou podem ser benéficas apenas para uma das espécies envolvidas, prejudicando a outra, como no caso de relações de parasitismo, nas quais a bactéria se beneficia de um hospedeiro, que é prejudicado pela relação.

O formato das bactérias é variável, sendo os mais comuns o formato esférico (denominadas cocos), formato de bastonete (denominadas bacilos) e formato espiral (denominadas espiros e espiroquetas).

Saiba mais

Seres **unicelulares** são aqueles formados por uma célula. Seres **pluricelulares** são formados por várias células, que se agrupam em tecidos.

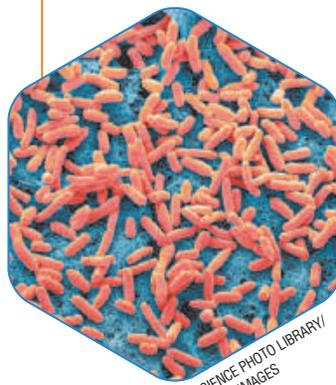
Seres **procariontes** são aqueles cujo material genético celular não está envolto por membranas nucleares. Seres **eucariontes** são aqueles cujo material genético celular está localizado no núcleo, envolto por membranas nucleares.



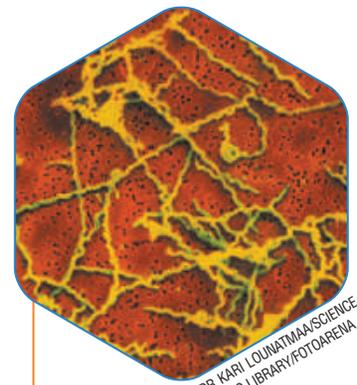
(Imagem de microscopia eletrônica, aumento aproximado de 5 700 vezes; colorida artificialmente.)

DAVID SPEARS FRPS FRMS/
GETTY IMAGES

(Imagem de microscopia eletrônica, aumento aproximado de 1 800 vezes; colorida artificialmente.)



SCIENCE PHOTO LIBRARY/
GETTY IMAGES



(Imagem de microscopia eletrônica, aumento aproximado de 2 100 vezes; colorida artificialmente.)

DR. KARI LOUNATMAA/SCIENCE
PHOTO LIBRARY/FOTOARENA

» Bactérias de formato esférico (à esquerda), de bastonete (ao centro) e espiral (à direita).

As bactérias exercem papel importante nos ecossistemas, pois auxiliam na decomposição da matéria orgânica. Nesse sentido, contribuem para a ciclagem da matéria. Além disso, algumas realizam fotossíntese, liberando gás oxigênio para a atmosfera.

Parte das bactérias é capaz de tolerar condições extremas de temperatura, de salinidade, de pH, podendo ocupar locais em que grande parte dos demais seres vivos não sobrevive. Essas bactérias são muito estudadas por pesquisadores que buscam por indícios de vida fora de nosso planeta, em locais cujas condições se assemelhem a essas encontradas na Terra.

Protozoários

Os protozoários são seres eucariontes e unicelulares. Eles são encontrados em ambientes aquáticos e terrestres, e em associação com alguns organismos.

Os protozoários apresentam diferentes estruturas para locomoção. Algumas espécies apresentam flagelos, estruturas alongadas que realizam movimentos ondulatórios; outras podem apresentar cílios, estruturas de menor extensão, curtas, arranjadas em filas; outras, prolongamentos do citoplasma celular, denominados pseudópodes.

Algas

As algas são seres eucariontes, unicelulares ou pluricelulares e autotróficos. Elas ocupam, principalmente, ambientes aquáticos, sendo os principais organismos **produtores** das cadeias alimentares de tais ambientes. Muitas delas realizam fotossíntese, contribuindo para a manutenção da concentração de gás oxigênio na atmosfera terrestre.

Saiba mais

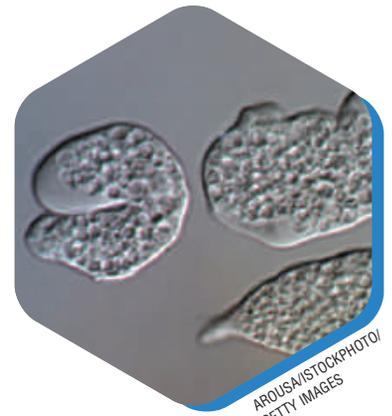
Os **produtores** das cadeias alimentares são seres autótrofos, capazes de sintetizar o próprio alimento. Eles podem realizar a fotossíntese ou a quimiossíntese. Em ambos os processos, moléculas simples (menos energéticas) são transformadas em moléculas complexas (mais energéticas), utilizando uma fonte de energia. A fonte de energia utilizada na fotossíntese é a luz solar, enquanto a fonte de energia utilizada na quimiossíntese provém da oxidação de substâncias inorgânicas.

Fungos

Os fungos são seres eucariontes, unicelulares ou pluricelulares e heterótróficos. Eles podem ser encontrados em diversos ambientes, aquáticos e terrestres. Suas células apresentam um revestimento externo de quitina, um polissacarídeo que confere resistência. A quitina também está presente no esqueleto externo, conhecido por exoesqueleto, de artrópodes (animais invertebrados).

Assim como as bactérias, os fungos atuam na decomposição da matéria orgânica. Para tanto, lançam enzimas digestivas sobre o substrato onde estão fixos, e os nutrientes resultantes da digestão são absorvidos.

Os bolores, os cogumelos e as leveduras são exemplos de fungos.



» Protozoário com pseudópodes, da espécie *Entamoeba histolytica*. (Imagem de microscopia óptica, aumento aproximado de 500 vezes; colorida artificialmente.)



» Algas vermelhas, da espécie *Asparagopsis* sp.



» Os bolores podem se desenvolver sobre os alimentos, caso sejam indevidamente armazenados.

Animais

Os animais são seres eucariontes, pluricelulares e heterotróficos. Eles são muito diversificados, podendo ser encontrados em ambientes aquáticos e terrestres. Nas cadeias alimentares, eles atuam como consumidores, ao ingerirem alimentos de origem vegetal e/ou animal como fonte de carbono e de energia. Nos ecossistemas, os animais podem desempenhar diversos papéis que garantem o equilíbrio ecológico.

Muitos animais realizam a **polinização**, etapa importante para a reprodução das plantas que apresentam flores. As abelhas são exemplos de polinizadores de diversas espécies de plantas, assim como algumas formigas, borboletas, besouros, aves e morcegos.

Alguns animais fazem a **dispersão** de sementes, etapa importante para ampliar a ocupação das plantas no ambiente. As sementes contêm o embrião das plantas, que, ao germinar, irá se desenvolver em um novo indivíduo.

TAMBAKO THE JAGUAR/GETTYIMAGES

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD

REPRODUÇÃO PROIBIDA



Araraçari (*Pteroglossus* sp.) se alimenta de frutos e elimina algumas sementes nas fezes, contribuindo para a dispersão espécie de planta da qual se alimentou.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

6 Forme um grupo com seus colegas e pesquisem a respeito das principais características de um grupo de invertebrados e de um grupo de vertebrados. Elaborem uma apresentação de *slides* em meio digital com os resultados encontrados e os exponha à turma.

Não escreva no livro

Os animais também auxiliam no controle populacional das espécies das quais se alimentam ou daquelas que parasitam, evitando, assim o crescimento excessivo do número de indivíduos o que poderia levar a escassez de recursos.

De modo geral, os animais podem ser divididos em dois grandes grupos: os invertebrados, que não apresentam coluna vertebral; e os vertebrados, que apresentam coluna vertebral. O quadro a seguir sintetiza representantes dos animais.

INVERTEBRADOS	
Grupo	Representantes
Poríferos	Esponjas-do-mar
Cnidários	Águas-vivas, anêmonas-do-mar
Platelmintos	Planárias, esquistossomos
Nematódeos	Lombrigas, ancilóstomos
Anelídeos	Minhocas, sanguessugas
Moluscos	Caramujos, caracóis, lesmas, polvos, lulas, mariscos, mexilhões, ostras
Artrópodes	Caranguejos, camarões, tatuzinhos-de-jardim, formigas, abelhas, besouros, borboletas, vespas, moscas, aranhas, escorpiões, piolhos-de-cobra
Equinodermos	Estrelas-do-mar, pepinos-do-mar, bolachas-do-mar, ouriços-do-mar, lírios-do-mar

VERTEBRADOS	
Grupo	Representantes
Peixes	Tubarões, raias, lambaris, dourados, pintados
Anfíbios	Sapos, rãs, pererecas, salamandras, cecílias
Répteis	Tartarugas, jabutis, cágados, jacarés, crocodilos, serpentes
Aves	Araras, papagaios, avestruzes, galinhas, pombas, beija-flores
Mamíferos	Bois, cavalos, camelos, onças, macacos, baleias, morcegos

Plantas

As plantas são seres eucariontes, pluricelulares e autotróficos. Elas são encontradas nos mais diversos ambientes terrestres, além de ambientes aquáticos. Elas atuam como produtores das cadeias alimentares, pois realizam a síntese de açúcares, moléculas orgânicas complexas, por meio da fotossíntese. Também contribuem, portanto, para a manutenção do gás oxigênio na atmosfera do planeta.

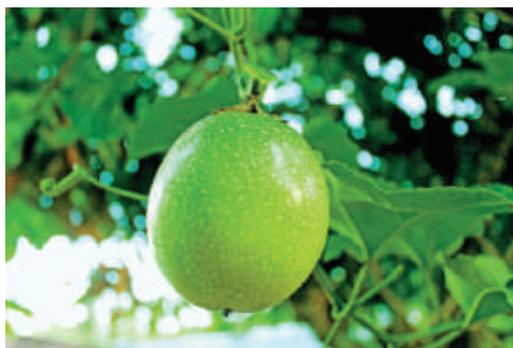
Em grande parte das plantas, podemos reconhecer raízes, caule e folhas. De modo geral, as **raízes** são responsáveis pela fixação das plantas e pela absorção de água e de sais minerais presentes no solo ou no ambiente ao seu redor. Os **caules** ligam as raízes às demais partes das plantas, realizando seu suporte e sustentação. Além disso, possibilitam a condução da água e dos sais absorvidos, e dos produtos da fotossíntese, pelo corpo das plantas. As **folhas** estão ligadas aos caules, e, na maioria das plantas, é o principal local de ocorrência da fotossíntese.

Em muitas plantas, além desses órgãos, verificamos a existência de sementes, flores e frutos. As **sementes**, como vimos, são estruturas que protegem o embrião das plantas, que irá se desenvolver em um novo indivíduo. As **flores** são órgãos reprodutivos de um grupo específico de plantas, as angiospermas, que veremos a seguir. Elas apresentam as estruturas reprodutivas femininas e/ou masculinas, produtoras de gametas – cuja união depende da polinização. Os **frutos** também estão presentes apenas nas angiospermas e são responsáveis por proteger as sementes.



LUNDEFMED/UNDEFMED/
ISTOCKPHOTO/GETTY IMAGES

» A maior parte das plantas apresenta raízes, caule e folhas.



» Flor de um maracujazeiro (à esquerda) e maracujá (à direita). O desenvolvimento dos frutos se dá a partir de algumas estruturas das flores, após a polinização e fecundação.

As plantas podem ser divididas em quatro grandes grupos: briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. Veja suas principais características e representantes:

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

Grupo	Características	Representantes
Briófitas	Não apresentam raízes, caules e folhas verdadeiros	Musgos e hepáticas
Pteridófitas	Apresentam raízes, caules e folhas	Samambaias, samambaias
Gimnospermas	Apresentam raízes, caules, folhas e sementes	Pinheiros, araucárias
Angiospermas	Apresentam raízes, caules, folhas, sementes, flores e frutos	Maracujazeiros, mangueiras, cajazeiros, goiabeiras, gramíneas, palmeiras

7 Forme um grupo com seus colegas e pesquise a respeito de outras características de um do grupo de plantas. Elaborem uma apresentação digital de slides com os resultados encontrados e os exponha à turma.

» Não escreva no livro

Interações interespecíficas

As diversas espécies de seres vivos existentes em um ecossistema podem interagir entre si. As interações entre diferentes espécies, denominada interações interespecíficas, incluem competição, predação, parasitismo e o mutualismo.



ELENA MASHUTKINA/SHUTTERSTOCK.COM

» Nas hortas e jardins é comum o crescimento de plantas não cultivadas que, geralmente, são retiradas para evitar a competição por recursos com as plantas cultivadas.

As respostas e os comentários das atividades não disponíveis no Manual do Professor.

Além das relações interespecíficas apresentadas nesta página, existem outras. Também existem relações intraespecíficas, ou seja, interações ecológicas entre organismos da mesma espécie. Faça uma pesquisa sobre outros tipos de interações ecológicas interespecíficas e sobre interações intraespecíficas citando exemplos. Faça uma apresentação digital de seus resultados para a turma. Não se esqueça de colocar imagens destas relações para ilustrar sua apresentação.

» Não escreva no livro

A **competição** ocorre entre indivíduos de espécies diferentes que utilizam um mesmo recurso disponível no ambiente. Como os recursos são limitados, eles acabam competindo por esse recurso. Como resultado, a competição entre espécies limita o crescimento e a sobrevivência dos indivíduos que competem. Por exemplo, as plantas cultivadas em um jardim competem por água e nutrientes disponíveis no solo com eventuais plantas que não foram plantadas ou cultivadas.

A **predação** ocorre quando um indivíduo de uma espécie, o predador, se alimenta de um indivíduo de outra espécie, a presa, provocando sua morte. Nesse caso, o predador é beneficiado pela relação, enquanto a presa é prejudicada. Um exemplo é uma onça-pintada (a predadora) se alimentando de uma capivara (a presa).

O **parasitismo** ocorre quando um indivíduo de uma espécie, o parasita, retira seu alimento de um indivíduo de outra espécie, o hospedeiro. Nesse caso, o parasita é beneficiado pela relação, enquanto o hospedeiro é prejudicado. De modo geral, nesse tipo de relação, o hospedeiro é prejudicado pelo parasita, mas deve ser capaz de permanecer vivo; pois, se o hospedeiro morrer, o parasita também morrerá.

O **mutualismo**, também conhecido por simbiose mutualística, é uma interação que beneficia as duas espécies que se relacionam. Essa interação pode ser facultativa, quando as espécies são capazes de viver sozinhas; ou, obrigatória, quando a sobrevivência de ambas as espécies depende da existência da interação. Um exemplo de mutualismo facultativo ocorre entre o caranguejo-eremita e as anêmonas-do-mar. O caranguejo transporta a anêmona-do-mar, enquanto ela o protege contra predadores, devido às substâncias urticantes presentes em seus tentáculos.

Um exemplo de mutualismo obrigatório ocorre entre o protozoário triconinfa e os cupins. Esse protozoário vive em associação com células do intestino de cupins, auxiliando-os na digestão da celulose, carboidrato constituinte da parede celular de plantas, utilizadas como fonte de alimento por esses animais.

» Caranguejo-eremita carregando anêmona-do-mar.



TAKAYUKI OHAMA/SHUTTERSTOCK.COM

1. Explique o que é biodiversidade.
2. Analise as afirmativas a seguir e corrija as falsas.
 - I- Um ecossistema é formado por um conjunto de fatores abióticos e bióticos, que interagem entre si.
 - II- O parasitismo é uma relação que pode existir entre indivíduos de uma mesma espécie.
 - III- As relações existentes em um ecossistema garantem um certo equilíbrio dinâmico.
 - IV- Um ecossistema é formado por um conjunto de comunidades, que se referem a um grupo de indivíduos de mesma espécie.
 - V- As condições ambientais não limitam a existência de espécies nos ecossistemas, que podem existir de modo indefinido.
3. Um grupo de pesquisadores realizou um experimento com duas espécies de gramíneas: *Spartina patens*, que é uma espécie amplamente distribuída em marismas, que são ambientes de água salgada; e, *Typha angustifolia*, que é uma espécie amplamente distribuída em ambientes de água doce. No experimento, eles cultivaram indivíduos das duas espécies de planta em seis níveis de salinidade distintos por oito semanas. Após o período, eles mediram a biomassa das plantas, isto é, a quantidade de matéria orgânica que constitui um ser vivo, em cada nível. Veja os resultados do experimento no quadro a seguir.

Salinidade (partes por mil)	0	20	40	60	80	100
% de biomassa máxima (<i>Spartina patens</i>)	74	40	29	17	9	0
% de biomassa máxima (<i>Typha angustifolia</i>)	80	20	10	0	0	0

REECE, J. B. et al. **Biologia de Campbell**, 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015. p. 1181.

- a) Utilize um programa digital de elaboração de planilhas e gráficos e construa um gráfico de barras a partir dos resultados do experimento.
- b) Analise o gráfico construído no item (a) e indique qual das espécies de planta apresenta maior tolerância à variação da salinidade do ambiente, justificando sua resposta.

c) A partir desse experimento, é possível dizer que a salinidade é um fator limitante à distribuição e à existência de qual das espécies de planta? Justifique sua resposta.

4. Identifique os tipos de relação presentes nos itens a seguir.

a) As micorrizas são associações formadas por fungos e raízes de plantas: as plantas fornecem açúcares aos fungos; os fungos, por sua vez, auxiliam as plantas a absorverem alguns nutrientes do solo.

b) Os leões caçam grandes mamíferos, como zebras e antílopes, para se alimentar.

c) Os carrapatos vivem sobre a superfície da pele de alguns animais e se alimentam de seu sangue.

5. Um estudo realizado por pesquisadores apontou que a extinção de mamíferos gigantes, como as preguiças-gigantes, que viviam sobre o planeta há milhares de anos, refletiu na dispersão de sementes de grandes dimensões, como do pequi, por exemplo. No caso, as sementes de grandes dimensões passaram a não contar com seres dispersores naturais, que foram extintos. Atualmente, os animais vivos que se alimentam de frutos não são capazes de engolir uma semente desse tamanho, transportá-la ao longo de seu trato digestivo e eliminá-la no ambiente.



ANDRE DIBPULSAR IMAGENS

» Pequi aberto, com uma semente.

a) Explique como a extinção dos mamíferos gigantes refletiu na dispersão de sementes de tamanhos maiores.

b) A partir de sua resposta ao item (a), explique o que isso significa para a distribuição das plantas que possuem sementes de grandes dimensões.

c) A partir de sua resposta ao item (b), é possível afirmar que as relações estabelecidas com outros seres vivos podem afetar a existência e/ou a distribuição de uma espécie no ambiente? Explique sua resposta.

Impactos ambientais

No dia 5 de novembro de 2015, ocorreu o maior desastre ambiental da história do Brasil, no qual a barragem de Fundão, localizada em Mariana (MG), rompeu e despejou mais de 40 milhões de m³ de rejeitos. Veja, a seguir, alguns dados e impactos provocados pelo rompimento dessa barragem.

Desastre ambiental de Mariana



» Após o rompimento da barragem de Fundão, os rejeitos de minérios percorreram mais de 600 km em rios e córregos. A onda de lama encobriu grande parte do município de Bento Rodrigues, destruindo diversas edificações.



Cerca de 1 400 hectares de vegetação foram destruídos.



O solo encoberto por lama se tornou infértil, impedindo o crescimento de vegetação nova.



Milhares de pessoas foram atingidas, pois ficaram sem o abastecimento de água limpa e impossibilitadas de praticar a pesca e o plantio, tanto para consumo próprio quanto para seu sustento econômico. Além disso, 19 pessoas morreram.



Milhares de peixes foram mortos, afetando as cadeias alimentares e o equilíbrio dos ecossistemas onde viviam.



Aproximadamente 600 famílias ficaram desabrigadas.

INFOGRÁFICO – Tragédia de Mariana: entenda os impactos ambientais causados pelo desastre. **Eco debate**, 05 fev. 2018. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2018/02/05/infografico-tragedia-de-mariana-entenda-os-impactos-ambientais-causados-pelo-desastre/>. Acesso em: 24 ago. 2020.

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

- 1 Quais foram os impactos ambientais e sociais provocados pelo rompimento da barragem de Mariana?
- 2 Os impactos mencionados se referem a um desastre ocasionado pelo rompimento da barragem de rejeitos de uma mineradora. Contudo, a mineração pode produzir outros impactos, relacionados à atividade propriamente dita. Quais são eles? Converse com seus colegas a respeito. Se necessário, realize uma pesquisa sobre o assunto.

Não escreva no livro

Diversas atividades humanas, como a agricultura, a pecuária, a mineração, a geração de energia elétrica, os processos industriais, entre outras, trazem diversos benefícios econômicos e sociais. Além de contribuírem com a geração de empregos, essas atividades são importantes para a obtenção de matérias-primas utilizadas em outros setores, ou de alimentos, de origem vegetal e de origem animal.

Contudo, essas atividades provocam diversos impactos ambientais, que prejudicam ou dificultam a sobrevivência dos seres vivos nos ecossistemas, interferindo em suas relações com o ambiente e com outros organismos. Por conseguinte, elas têm ocasionado uma redução na biodiversidade. Neste Tema, estudaremos os principais impactos ambientais decorrentes de atividades humanas.

Queimadas e desmatamento

As **queimadas** podem ocorrer naturalmente em alguns ecossistemas ou serem provocadas pelo ser humano. Neste último caso, elas costumam ser provocadas com o objetivo de remover a cobertura vegetal de uma área que será destinada à agricultura ou à pecuária. Estas atividades também motivam o **desmatamento** sem uso do fogo, mas este também pode ter o objetivo de extração de madeira ou outras matérias-primas para processos industriais, além do desenvolvimento de cidades.



» Região no estado do Mato Grosso em 1985 (à esquerda) e após remoção da cobertura vegetal, frente ao desenvolvimento urbano, em 2000 (à direita).

As queimadas e o desmatamento suprimem a vegetação de uma área, provocando a redução ou até a eliminação das populações das espécies de plantas daquele ambiente. Além disso, provocam a morte ou forçam o deslocamento dos animais que ali vivem para outros locais, aumentando a competição por recursos, como alimento, abrigo ou parceiros para a reprodução. Isso pode interferir nas relações tróficas estabelecidas entre os seres vivos, alterando o equilíbrio das cadeias alimentares.

A remoção da cobertura vegetal pode, ainda, deixar o solo suscetível a processos de erosão. As raízes das árvores estão entrelaçadas às partículas que formam o solo, evitando sua desagregação por agentes, como a chuva e o vento. Sem a presença da vegetação, portanto, o solo fica desprotegido e exposto à ação de agentes erosivos. Além disso, o solo pode ter sua fertilidade reduzida, já que a ciclagem de nutrientes será interrompida. Outro impacto relacionado à remoção da cobertura vegetal é a interferência no ciclo hidrológico, alterando o regime de chuvas da região.

Saiba mais

De modo geral, os nutrientes existentes nos ecossistemas participam de um ciclo. Conforme os seres vivos se desenvolvem, eles incorporam nutrientes em seu organismo. Quando morrem, os nutrientes são devolvidos ao solo devido à decomposição. Ao remover a cobertura vegetal de uma área, os nutrientes que haviam sido incorporados não retornam ao solo, o que reduz sua fertilidade.

As queimadas, especificamente, emitem gases poluentes na atmosfera, entre eles o gás carbônico, um dos principais gases que intensificam o efeito estufa. Além disso, a retirada da vegetação contribui para a diminuição da captura do gás carbônico atmosférico, o que também colabora para o aumento do efeito estufa. A intensificação do efeito estufa tem ocasionado mudanças climáticas, com a elevação da temperatura média do planeta.

Tráfico de animais silvestres, caça e pesca predatórias

O **tráfico de animais silvestres** constitui a remoção de animais do ambiente em que vivem e sua comercialização ilegal. A **caça predatória** se refere à caça e à morte de animais, de modo ilegal. A **pesca predatória** compreende a retirada de peixes do ambiente em períodos ou em locais proibidos, com instrumentos não permitidos e/ou em quantidades exacerbadas, configurando uma atividade ilegal.

Essas atividades ilegais reduzem o tamanho da população das espécies animais no ambiente. Além de interferir no equilíbrio das cadeias alimentares das quais as espécies participam, podem provocar a extinção local de espécies, reduzindo a biodiversidade. Atualmente, diversas espécies estão ameaçadas de extinção em decorrência dessas práticas ilegais, como a arara-azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*), o mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) e o lambari (*Astyanax eremus*).

A retirada de animais pode, ainda, interferir nas relações que eles estabelecem com outros seres vivos, como por exemplo, na dispersão de sementes e na polinização de plantas. Muitos animais atuam como polinizadores ou dispersores de sementes de diversas espécies de plantas, processos importantes para reprodução e ocupação de novos ambientes por esses organismos.

Segundo a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, a retirada, a criação, a venda e a compra de animais silvestres, sem autorização ou licença, além da caça e da pesca predatórias, configuram um crime. Os responsáveis podem receber multas e/ou serem detidos por um período determinado pela justiça.

O combate aos crimes ambientais é um dever compartilhado entre autoridades competentes e a própria população. Quando identificados, é importante que sejam denunciados a órgãos responsáveis.

O combate aos crimes ambientais é um dever compartilhado entre autoridades competentes e a própria população. Quando identificados, é importante que sejam denunciados a órgãos responsáveis.

» Campanha contra o tráfico de animais silvestres do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) de 2014.



ICMBIO

Contaminação por produtos químicos

Para maximizar a produção agrícola, utilizam-se **produtos químicos**, como fertilizantes e agrotóxicos. Os **fertilizantes** são constituídos de nutrientes necessários ao desenvolvimento de plantas e são adicionados no solo para auxiliar o crescimento dos cultivos. Os **agrotóxicos**, por sua vez, são utilizados no combate de seres vivos que podem danificar as plantações, como bactérias, fungos e insetos.

O uso indiscriminado de fertilizantes disponibiliza nutrientes no solo acima da quantidade que as plantas são capazes de absorver, fazendo que cheguem até rios e lagos carregados pela água das chuvas. Isso provoca a eutrofização, processo que resulta na diminuição da quantidade de gás oxigênio dissolvido na água e a conseqüente morte de diversos seres vivos que vivem nesses corpos-d'água.

O uso exacerbado de agrotóxicos, por sua vez, pode contaminar o solo, rios e lagos, ao serem carregados pela água da chuva. Além disso, pode contaminar vegetações nativas próximas às plantações, ao serem carregados pelo vento. O consumo de água ou plantas contaminadas por agrotóxicos contamina outros seres vivos, provocando o acúmulo desses produtos ao longo das cadeias alimentares e causando danos à saúde dos organismos.

Outro problema associado ao uso dos agrotóxicos é o fato de que eles podem ser nocivos a outras espécies de seres vivos que não as espécies que causam danos à plantação, comprometendo a biodiversidade. Um exemplo disso

são as abelhas, animais importantes para a reprodução de muitas espécies de plantas. Nos últimos anos, milhões de abelhas têm sido mortas pelos agrotóxicos utilizados de modo indiscriminado em plantações no Brasil. Com a morte das abelhas, a reprodução das plantas também é comprometida, diminuindo, por conseqüência, a produção de frutos e sementes, muitos dos quais de interesse econômico. Para minimizar esses impactos, é importante que os fertilizantes e os agrotóxicos sejam utilizados com consciência, empregando sempre que possível técnicas de adubação e manejo de espécies indesejadas que não prejudiquem o ambiente, como por exemplo a adubação do solo a partir de restos da colheita anterior.

Outra atividade na qual é comum o uso de produtos químicos é a mineração. Costuma-se realizar a extração de ouro com **mercúrio**, um elemento tóxico que pode contaminar o solo, a água e os seres vivos, se acumulando ao longo das cadeias tróficas.



» Lago eutrofizado em Roterdã (Holanda, 2012). A cor verde da água indica a presença de grande quantidade de algas.



» Avião pulverizando agrotóxicos em uma plantação (Cristalina, GO, 2019).

Produção e descarte de resíduos

Os **resíduos** são materiais e objetos descartados por atividades humanas. Eles podem ter diferentes origens, por exemplo, residências (resíduos domésticos), atividades comerciais, como supermercados, bancos e lojas (resíduos comerciais), processos industriais (resíduos industriais) e serviços de saúde, como laboratórios, hospitais e clínicas (resíduos hospitalares).

De modo geral, os resíduos domésticos e comerciais são compostos por restos de alimentos, embalagens e objetos descartáveis de plástico, papéis, produtos eletroeletrônicos, entre outros. Os resíduos industriais, por sua vez, são constituídos por diversos materiais, os quais podem conter produtos químicos em sua composição que podem ser tóxicos aos seres vivos. Os resíduos hospitalares, por fim, podem apresentar materiais utilizados em procedimentos médicos, como agulhas, seringas e curativos. Os resíduos hospitalares podem estar contaminados por material biológico, como vírus e bactérias, por exemplo, e podem conter substâncias químicas perigosas para o meio ambiente e para a saúde das pessoas.

Os resíduos podem provocar impactos ambientais quando descartados ou destinados de modo inadequado. Nesse caso, eles podem se acumular em ambientes terrestres, favorecendo a proliferação de organismos causadores e/ou transmissores de doenças. Em ambientes aquáticos, os resíduos podem provocar a eutrofização ou ocasionar a morte de diversos seres vivos que os ingerem, ao confundi-los com alimento. Os resíduos também podem contaminar o solo e a água, caso sejam constituídos por elementos tóxicos, e contaminar, por consequência, os seres vivos.

Os resíduos descartados indevidamente podem chegar aos oceanos e prejudicar os ecossistemas marinhos.

Para evitar esses impactos, é preciso que os resíduos sejam descartados adequadamente e tenham destinação correta. Nas residências, é importante separar os resíduos orgânicos, que devem ser destinados a **aterros sanitários**, e os resíduos recicláveis, destinados à coleta seletiva das cidades que os encaminham para centros de reciclagem. Quando não há este serviço no município, ainda é importante separar os resíduos e destiná-los diretamente a pessoas ou organizações que trabalham com sua reciclagem.

Saiba mais

Os aterros sanitários são o destino apropriado para a maior parte dos resíduos domésticos. Neles, o solo é impermeabilizado para evitar a contaminação e os resíduos são depositados em camadas intercaladas com camadas de terra e não ficam expostos, evitando a proliferação de agentes causadores e transmissores de doenças. Nos aterros, os resíduos são decompostos por microrganismos presentes no solo. Normalmente, os aterros sanitários se localizam distante dos centros urbanos.

Também é importante separar pilhas, baterias e produtos eletroeletrônicos, como computadores, celulares, televisões e seus componentes, como carregadores, cabos e antenas, por serem constituídas por elementos tóxicos aos seres vivos. Após a separação, esses materiais devem ser destinados ao fabricante ou a empresas especializadas em sua coleta, os quais irão se responsabilizar pela destinação adequada.

Grande parte dos resíduos industriais precisam ser devidamente tratados antes do descarte, de modo a evitar a contaminação do ambiente. Em alguns casos, como os resíduos radioativos produzidos por usinas termonucleares, eles não chegam a ser descartados. Eles são mantidos em um local isolado e protegido dentro da própria usina, de modo a evitar a contaminação do ambiente por radiação.

Os resíduos hospitalares devem ter destinação especial. De modo geral, aqueles que apresentam risco de contaminação por microrganismos são separados e incinerados. Outros resíduos, como produtos químicos, são entregues aos fabricantes, que se responsabilizarão pela destinação adequada.

Além da destinação adequada, é importante que as pessoas tenham consciência no momento do consumo, evitando a geração exacerbada de resíduos.

Atividades

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

Não escreva no livro

1. O tráfico de animais silvestres é um dos comércios ilegais mais comuns ao redor do mundo. Que impactos essa atividade criminosa pode provocar em um ecossistema?
2. Leia a manchete a seguir, título de uma reportagem de 2019.

Morte de meio bilhão de abelhas é consequência de agrotóxicos

ARAGAKI, C. Morte de meio bilhão de abelhas é consequência de agrotóxicos. **Jornal da USP**, 5 abr. 2019. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/morte-de-meio-bilhao-de-abelhas-e-consequencia-de-agrotoxicos/>. Acesso em: 22 ago. 2020.

A respeito do assunto, responda.

 - a) Qual atividade humana está relacionada à manchete?
 - b) Qual o impacto provocado por essa atividade humana que está indicada na manchete? Avalie esse impacto ao ecossistema e realize previsões a respeito de suas possíveis consequências. Se necessário, realize uma pesquisa a respeito do assunto.
 - c) Quais outros impactos podem ser provocados por essa atividade humana que não foram mencionados na manchete?
 - d) Forme um grupo com seus colegas e proponham soluções que possam minimizar os impactos mencionados nos itens (b) e (c). Se necessário, realizem uma pesquisa em *sites* e fontes confiáveis.

3. Analise a fotografia a seguir.
- O que está representado na fotografia?
 - Quais impactos ambientais podem ser provocados devido à cena representada na fotografia? Realize previsões a esse respeito.

BRUEV/ISTOCKPHOTO/GETTY IMAGES



4. Considerando descarte de pilhas e de baterias, responda.
- Quais os impactos provocados pelo descarte inadequado de pilhas e de baterias?
 - Para evitar esses impactos, as pilhas e as baterias precisam de descarte especial. Como ele é feito?
 - Muitas pessoas ainda não sabem como realizar o descarte adequado de pilhas e de baterias. Forme um grupo com seus colegas e confeccionem panfletos informativos, se possível em meio digital, a respeito do descarte adequado de pilhas e de baterias e compartilhe no *site* ou rede social da escola, buscando a conscientização da comunidade escolar.
5. Uma pesquisa realizada por um grupo de pesquisadores brasileiros verificou que as comunidades de plantas eram mais diversas em ambientes em que a anta (*Tapirus terrestris*) e a queixada (*Tayassu pecari*) ocorrem juntas, dois animais herbívoros, que em locais onde não ocorrem. Esse resultado é um alerta aos possíveis impactos ambientais que podem ser causados nos ecossistemas onde vivem caso sejam extintas, já que a anta e a queixada são duas espécies ameaçadas devido à caça ilegal e ao desmatamento.

Considerando seus conhecimentos, responda.

- Por que a anta e a queixada estão ameaçadas de extinção? Explique sua resposta.
 - A queixada se alimenta de sementes e de plantas jovens, revirando o solo. A anta se alimenta de frutos e atua como dispersora de sementes. A hipótese dos pesquisadores é que as funções que desempenham no ambiente se complementam, aumentando a probabilidade das sementes se desenvolverem em árvores adultas. Diante dessas informações, realize previsões a respeito dos impactos que seriam provocados aos ecossistemas em que vivem, caso a anta e a queixada fossem extintas.
6. Uma concentração de lixo de mais de 1 milhão de quilômetros quadrados está localizada no oceano Pacífico. Ela ficou conhecida como ilha de Lixo do Pacífico e é formada, principalmente, por resíduos plásticos.
- O consumo exacerbado e o descarte inadequado de materiais plásticos, como embalagens, recipientes, sacolas e canudos, contribuem para o aumento da ilha de Lixo do Pacífico. Quais os impactos ambientais associados a esse cenário?
 - Proponha ações individuais e coletivas para minimizar os impactos que você indicou no item (a).
 - Organizem-se em grupos, façam uma pesquisa em fontes confiáveis e elaborem uma palestra com o tema "descarte de resíduos domésticos". Para a palestra, preparem uma apresentação de *slides*. Apresentem para o restante da sala, e verifiquem a possibilidade de apresentá-la à comunidade escolar.

Conservação, preservação e sustentabilidade

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no Manual do Professor.

- 1 O que é informado no texto?
- 2 A partir das informações do texto, estabeleça uma relação entre o desmatamento e a ameaça de extinção de espécies.
- 3 Por que é importante proteger a biodiversidade? Converse com seus colegas utilizando os dados do texto.
- 4 Que ações podem ser realizadas para proteger a biodiversidade? Converse com seus colegas.

Não escreva no livro

» A arara-azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*) é uma ave brasileira que está ameaçada de extinção devido ao tráfico de animais silvestres e ao desmatamento.

WESTEND61/AURORA OPEN/GETTY IMAGES



Leia o texto a seguir.

O Fundo Mundial para a Natureza (WWF, da sigla em inglês), ONG de defesa do meio ambiente, acaba de divulgar a versão 2018 do seu relatório Planeta Vivo. [...]

A análise, feita por 50 pesquisadores em todo o mundo com base em pesquisas de 19 organizações, apontou para um desmatamento intenso, que reduziu, de 1970 para cá, 20% da Floresta Amazônica e 50% do Cerrado, biomas bastante representativos do país.

A redução das áreas verdes acaba trazendo uma implicação direta na vida de espécies, aumentando ainda mais a lista daquelas que estão ameaçadas de extinção.

[...]

De acordo com a WWF, que monitora, desde 1970, 16.704 populações animais, declínio de populações de vertebrados no período em todo o mundo é de 60% - mamíferos, peixes, aves, répteis e anfíbios. De lá para cá, houve um declínio de 83% das populações de água doce. No caso dos mamíferos, a redução total foi de 22%.

[...] Ou seja: não estamos conseguindo conter o estrago, quanto menos recuperá-lo. [...]

VEIGA, E. Desmatamento: Amazônia perdeu 20% e Cerrado, 50%, desde 1970, aponta relatório do WWF. **BBC News**, 30 out. 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-46026334>. Acesso em: 22 ago. 2020.

As atividades humanas provocam impactos ambientais que, de modo geral, comprometem a sobrevivência de diversas espécies de seres vivos. Nos últimos anos, diversas pesquisas têm apontado dados que refletem como a biodiversidade do planeta tem sido afetada negativamente pela interferência humana no ambiente, como mostra o estudo informado no texto.

Para evitar que os dados se agravem, é preciso que exerçamos nosso dever como cidadãos de proteger a biodiversidade remanescente. Isso pode ser feito a partir de atitudes em nosso cotidiano e a partir de políticas ambientais.

Neste tema, estudaremos a importância de se proteger a natureza e como podemos fazê-lo por meio da prática de ações sustentáveis.

Conservação e preservação

A proteção da natureza é importante para garantir o equilíbrio dos ecossistemas, que é mantido pelas relações estabelecidas entre as espécies de seres vivos e delas com os fatores abióticos do ambiente, como água, luz, temperatura e pressão, por exemplo. Proteger a natureza, portanto, engloba a proteção da biodiversidade.

As espécies encontradas em um ecossistema estão inter-relacionadas de tal forma que a extinção de uma delas pode afetar muitas outras. É importante ressaltar que a extinção de espécies é um fenômeno que pode ocorrer devido a fatores e eventos naturais, mas vem sendo intensificado pelas atividades humanas. Além do mais, garantir a existência das outras espécies é uma forma de também garantir a sobrevivência futura da espécie humana, já que dependemos delas, direta ou indiretamente.

O gás oxigênio utilizado no metabolismo energético de nossas células, por exemplo, é produzido pela fotossíntese realizada por plantas, algas e bactérias fotossintetizantes. Em sua maioria, os frutos que comemos são produzidos devido à participação das abelhas na reprodução das plantas. As chuvas que abastecem os rios e os reservatórios de água, além de prover água ao desenvolvimento de plantas e de cultivos da agricultura, são parte integrante do ciclo hidrológico, que é influenciado pela presença de vegetação. São diversos os exemplos que podem evidenciar como nossa sobrevivência é dependente das outras espécies existentes no planeta.

O Brasil apresenta uma grande diversidade de espécies de seres vivos, o que implica uma grande responsabilidade para protegê-la. A proteção ambiental pode ser feita a partir da preservação ou da conservação, que resultam em ações distintas. A **preservação** se refere à proteção integral de um recurso natural ou de um ecossistema, mantendo-os livre da interferência humana. Já a **conservação** se refere ao uso consciente dos recursos naturais existentes em um ecossistema, visando garantir sua disponibilidade para as gerações futuras.

FG TRADE/GETTY IMAGES

Objetivando a proteção da biodiversidade, em 2000, foi homologada a Lei nº 9.985/00, que determina os critérios para a criação e a gestão de áreas protegidas, denominadas **Unidades de Conservação** (UC). As UCs são espaços territoriais que apresentam características naturais relevantes que devem ser protegidas.

Entre os diversos objetivos associados à criação das UCs, estão: a manutenção da biodiversidade, a proteção de espécies ameaçadas de extinção, a recuperação de ecossistemas degradados, a proteção de recursos naturais, a proteção de paisagens, a promoção da educação ambiental, pesquisa científica, entre outros.

Para tanto, as Unidades de Conservação são divididas em dois grupos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável.

As **Unidades de Proteção Integral** são espaços territoriais protegidos que são mantidos livres de ações humanas. Nessas unidades, portanto, não é tolerado qualquer interferência nos recursos naturais, como o consumo e a coleta. Em contrapartida, são permitidas atividades voltadas à pesquisa científica, e à educação ambiental. Um exemplo são os parques nacionais.

As **Unidades de Uso Sustentável** são espaços territoriais protegidos em que se permite o uso sustentável dos recursos. Isto é, uma parcela dos recursos naturais pode ser utilizada, desde que com responsabilidade e de forma economicamente viável, evitando impactos negativos ao ecossistema e seu esgotamento. Nesse sentido, algumas dessas unidades permitem certo grau de ocupação humana. Como exemplos estão as **reservas extrativistas**.

O respeito às determinações e aos limites territoriais das Unidades de Conservação é uma forma por meio da qual podemos contribuir com a proteção da natureza, e, por consequência, da biodiversidade.

Unidade de Proteção Integral



» O Parque Nacional do Itatiaia, localizado entre os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, é um exemplo de Unidade de Proteção Integral.

JOÃO PRUDENTE/PULSAR IMAGENS

Unidade de Uso Sustentável



» A Reserva Extrativista Marinha de Cururupu, localizada no Maranhão, é um exemplo de Unidade de Uso Sustentável. Nela, é permitido o uso sustentável de recursos nativos, como o camarão, mariscos e peixes. Cururupu, Maranhão, 2019.

ANDRE DIB/PULSAR IMAGENS

As respostas e os comentários das atividades estão disponíveis no **Manual do Professor**.

- 5** No Estado onde você mora, existe alguma Unidade de Conservação? Realize uma pesquisa em *sites* e outras fontes confiáveis e produza um texto com informações a respeito dessa UC.

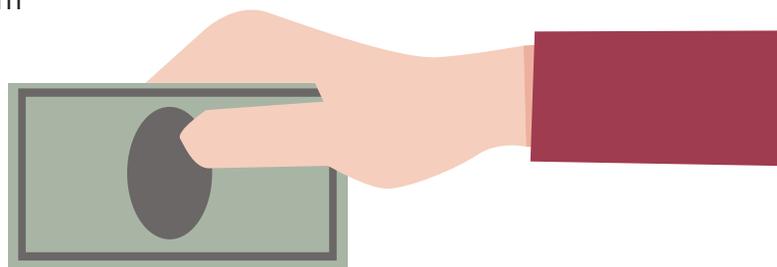
Não escreva no livro

Combate às mudanças climáticas

A proteção da natureza também inclui o combate às mudanças climáticas, atribuídas, principalmente, ao aumento da emissão de gases poluentes na atmosfera pelas atividades humanas, como o setor elétrico e o setor de transportes. Entre as mudanças climáticas, está o aumento da temperatura média global, relacionada à intensificação do efeito estufa. Esse aumento pode prejudicar a sobrevivência de diversas espécies de seres vivos.

Nos últimos anos, diversos países adotaram propostas internacionais que visam minimizar as emissões de gases poluentes na atmosfera, considerando a reversão ou redução dos impactos ambientais destes. Uma delas foi o **Protocolo de Quioto**, que foi negociado e adotado em 1997 e entrou em vigor em 2005, como um tratado internacional em que os países signatários devem cumprir as metas de reduzir as emissões de gases do efeito estufa, e assim minimizar o quadro de mudanças climáticas. Quando os países atingem sua meta, eles podem receber certificações denominadas reduções certificadas de emissões (RCEs). Essas certificações ficaram conhecidas por **créditos de carbono** e podem ser vendidas para países que não conseguiram reduzir suas emissões conforme estipulado pelo Protocolo. Desta forma, os créditos de carbono atribuem valor monetário para a redução da emissão de gases estufa na atmosfera. A redução da emissão de outros gases também pode ser contabilizada e convertida em créditos de carbono. Mas como o gás carbônico é o principal gás estufa, o Protocolo de Quioto tem como foco a diminuição da emissão deste gás.

Para reduzir as emissões dos gases estufa, os países podem lançar mãos de diferentes estratégias, como diminuir o uso dos combustíveis fósseis como fonte de energia, realizar reformas nos setores de transporte, reduzir o desmatamento, aumentar o plantio de árvores etc. Neste último caso, não há redução da emissão de gás carbônico em si, mas de sua concentração na atmosfera, visto que as árvores o absorvem da atmosfera naturalmente durante a fotossíntese.



» Os créditos de carbono podem ser comercializados entre países.

Com a vigência do Protocolo de Quioto, os países assumiram o compromisso de reduzir a emissão dos gases estufa entre os anos de 2008 e 2012. No entanto, como a redução não ocorreu conforme estipulado, seu prazo foi estendido para dezembro de 2020. Até este prazo, os países signatários se propuseram a reduzir em pelo menos 18% as emissões, considerando os níveis de 1990.

A partir de 2020, o **Acordo de Paris**, um tratado estabelecido em 2015, passa a reger as medidas para redução das emissões dos gases estufa. Sua principal finalidade é minimizar os efeitos do aquecimento global, buscando evitar que a temperatura média do planeta aumente em 2 °C até 2100. Para tanto, os países participantes do acordo estabeleceram metas próprias para redução das emissões de gases estufa. Essas metas são denominadas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs).

Entre as NDCs do Brasil, está a redução das emissões de gases estufa em 43% em relação aos níveis de 2005 e o reflorestamento de 12 milhões de hectares de florestas, até 2030. Para cumpri-las, o governo federal deverá planejar ações em conjunto com os governos estaduais e municipais, que envolvem o uso de tecnologias não emissoras de gases estufa no setor industrial, o aumento da eficiência e o investimento na infraestrutura dos setores de transporte público e o fortalecimento do cumprimento das leis que garantem a preservação da natureza.

Além dos acordos internacionais, o combate às mudanças climáticas pode ser feito no cotidiano, ao priorizarmos atitudes que reduzem as emissões de gases poluentes na atmosfera. Uma possibilidade é reduzir a circulação de veículos, optando pelo uso de transportes públicos, pela realização de caminhadas ou pelo uso de bicicletas para o transporte, quando possível.



NAÇÕES UNIDAS

» O estabelecimento do Acordo de Paris se deu em Paris (França), em 2015.

» Ciclovia em São Paulo, 2015.



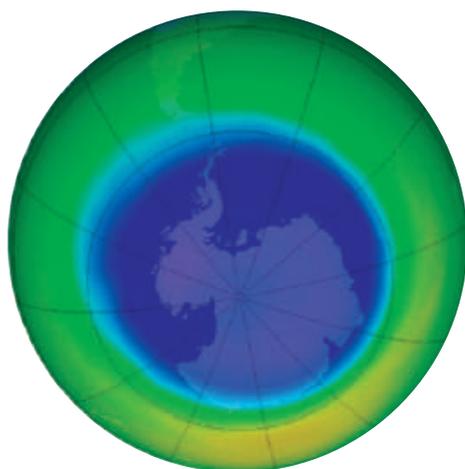
CARLOS ALKIM/GETTY IMAGES

Proteção da camada de ozônio

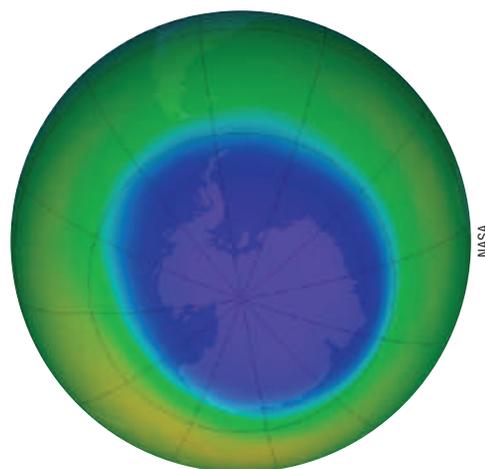
A proteção da natureza também inclui a proteção da camada de ozônio, que filtra parte da radiação ultravioleta que chega à superfície terrestre, a qual poderia ser nociva aos seres vivos. Uma política ambiental bem-sucedida de proteção da camada de ozônio foi o Protocolo de Montreal.

O **Protocolo de Montreal** é um tratado internacional que entrou em vigor em 1989 com o objetivo de, dentro de 10 anos, reduzir a produção e o consumo de substâncias capazes de destruir a camada de ozônio, como os clorofluorcarbonetos (CFCs). Os países signatários comprometeram-se de tal forma que foi constatada a redução da velocidade de destruição da camada de ozônio. Isto é, foi possível notar uma diminuição de fato da área da atmosfera em que havia ocorrido a diminuição da camada de ozônio.

Observe, a seguir, imagens que mostram a concentração de gás ozônio sobre o Polo Sul em setembro de 1998 e de 2018. Elas foram obtidas por satélites e suas cores representam uma escala de concentração de ozônio. Tons próximos ao amarelo e ao vermelho indicam regiões de alta concentração de ozônio, enquanto tons próximos ao roxo e ao azul indicam regiões de baixa concentração de ozônio – essas regiões de baixa concentração são popularmente conhecidas como “buraco” na camada. Note que, neste período, houve uma redução da área de baixa concentração da camada de ozônio.



» Setembro de 1998.



» Setembro de 2018.

NASA. Disponível em: https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/Scripts/big_image.php?date=1998-09&hem=S§ion=MAPS. Acesso em: 18 jul. 2020.

Devido à sua eficácia, os objetivos relacionados a este protocolo foram ampliados para a eliminação da produção e do consumo de substâncias que não necessariamente contribuem para a destruição da camada de ozônio, mas para o aquecimento global e/ou as mudanças climáticas. Hoje, por exemplo, um de seus principais focos é a eliminação dos hidroclorofluorcarbonetos (HCFCs), substâncias utilizadas em diversos setores industriais, como espumas, solventes e refrigeração.

Sustentabilidade

A proteção da natureza também pode ocorrer por meio de ações sustentáveis que podem ser adotadas por pessoas, em seu cotidiano, por empresas e por órgãos do governo.

Para que uma ação seja considerada sustentável, ela deve estar apoiada em três pilares: social, ambiental e econômico. A harmonia do tripé contribui com a manutenção da integridade do planeta e da natureza, ao passo que garante a sobrevivência das próximas gerações que irão constituir a sociedade humana.

O fator **social** da sustentabilidade considera a qualidade de vida das pessoas, nas áreas da saúde, da segurança, da educação e do lazer. Nesse sentido, para que uma ação seja sustentável, ela deve se preocupar com o bem estar da comunidade local.

O fator **ambiental** da sustentabilidade considera a proteção do ambiente. Nesse sentido, para que uma ação seja sustentável, ela deve se associar ao contexto de cada região e oferecer os menores impactos ambientais possíveis.

O fator **econômico** da sustentabilidade considera o crescimento financeiro justo, sem prejudicar o ambiente ou as pessoas associadas à determinada atividade econômica. Nesse sentido, para que uma ação seja sustentável, ela também deve ser economicamente viável, ocorrer dentro de boas condições de trabalho e não comprometer o ambiente.

Existem diversas ações que podem ser adotadas visando a sustentabilidade. A seguir, são apresentadas algumas delas.

A escassez de água potável, isto é, apropriada ao consumo humano, é um dos problemas enfrentados por diversas regiões do Brasil e do mundo. Esse problema tem sido intensificado pelo desperdício e pela contaminação de nascentes, rios e lagos por produtos químicos e pelo despejo de resíduos não tratados nesses locais. Uma forma de reverter esse cenário é **repensar o consumo de água**, evitando seu desperdício. Por exemplo, escovar os dentes com a torneira fechada; ensaboar o corpo e lavar o cabelo com o chuveiro desligado, durante o banho; não tomar banhos prolongados; reutilizar água da máquina de lavar roupas para lavar calçadas e o carro; entre outras.



» A sustentabilidade se baseia na harmonia de um conjunto de fatores sociais, econômicos e ambientais.

Exposição
venda de
brinquedos e
outros objetos
de reciclagem
de resíduos.
Petrópolis, RJ,
2019.

Outra forma seria **evitar a contaminação de corpos d'água**. Nesse sentido, faz-se necessário que as indústrias realizem o tratamento e o descarte adequado de resíduos provenientes de diversas atividades industriais. Além disso, devem ocorrer investimentos no serviço de tratamento de esgoto, possibilitando o acesso universal a ele.

A poluição atmosférica é outro problema vivenciado pelo planeta. De modo geral, ela é provocada pela emissão de gases poluentes na atmosfera provocada por atividades humanas. Nesse sentido, a **manutenção da qualidade do ar** pode ser feita priorizando atividades, ações e atitudes que minimizem essas emissões. Em termos individuais, isso pode ser feito optando pelo uso de transportes públicos, de bicicletas e da prática de caminhadas, quando possível, de modo a reduzir a quantidade de veículos em circulação. Também, priorizar o uso de biocombustíveis, que são menos poluentes. Com relação às ações de abrangência coletiva, envolvem, por exemplo, o incentivo governamental ao uso de fontes de energia menos poluentes para a geração de energia elétrica, à criação de áreas verdes em grandes centros urbanos e à proteção de áreas de floresta nativa, evitando sua remoção ilegal. Dessa forma, também se faz necessário o investimento na fiscalização do cumprimento das legislações voltadas à proteção do ambiente.

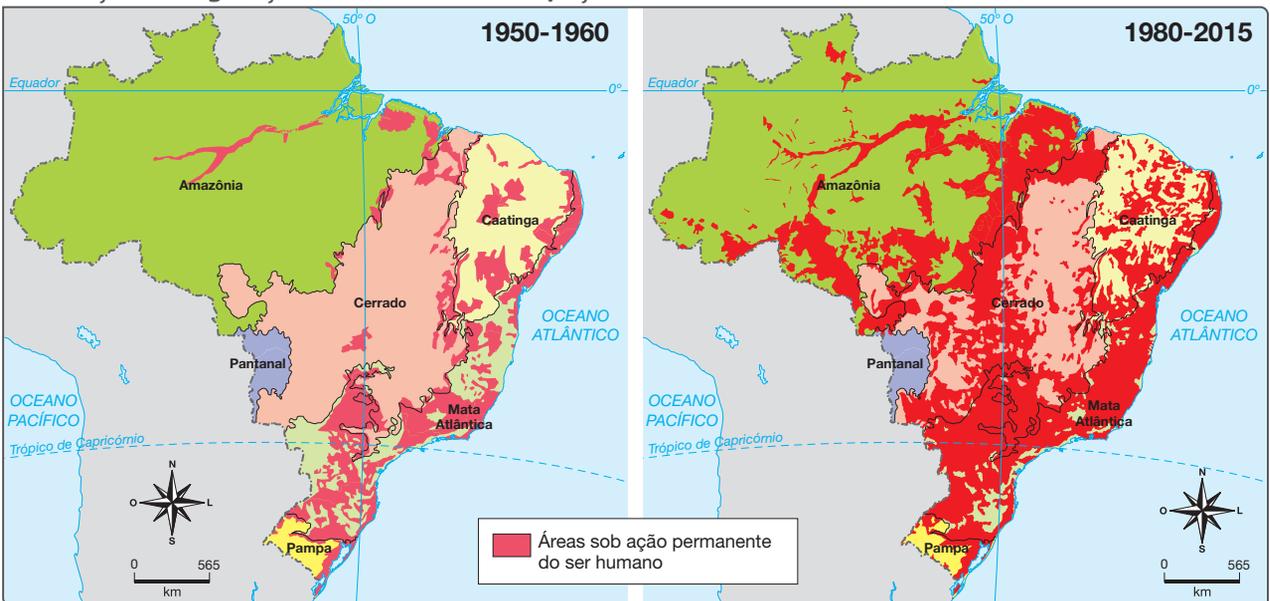
A produção excessiva e o descarte incorreto de resíduos também são problemas que se fazem presentes na sociedade. A produção excessiva está associada ao consumo excessivo de produtos industrializados, que geram resíduos de embalagens compostas por materiais diversos, como plásticos e isopor. Para minimizar a produção de resíduos desse tipo, é importante realizar o **reuso** e a **reciclagem dos resíduos**, além de **repensar o consumo dos produtos**.

O descarte incorreto, por sua vez, pode estar associado ao desconhecimento das formas corretas de fazê-lo ou dos impactos que ele pode provocar ao ambiente. Nesse sentido, é importante se promover a **conscientização** da população, garantindo seu acesso a informações relacionadas ao descarte correto de resíduos.



1. A proteção da natureza pode ser feita a partir da conservação e da preservação. Qual a diferença entre elas? Explique-as.
2. Explique o tripé da sustentabilidade.
3. Avalie os possíveis efeitos do cumprimento das metas estipuladas pelos países signatários do Acordo de Paris, considerando a sustentabilidade do planeta.
4. Usinas de biogás utilizam resíduos orgânicos, como restos de alimentos e cascas de frutas, dejetos de animais de granjas (suínos, aves) e resíduos do tratamento de esgoto, para a geração de energia elétrica. Para tanto, os resíduos são dispostos em tanques conhecidos como biodigestores, nos quais ocorre a decomposição da matéria orgânica. Como resultado, produz-se o biogás, que é utilizado para produção de energia elétrica. É possível afirmar que as usinas de biogás contribuem para a promoção da sustentabilidade? Justifique sua resposta.
5. Analise os mapas a seguir e responda às questões que seguem.

» **Retração da vegetação nativa devido à ocupação humana**



IBGE. **Atlas geográfico escolar**. 7. ed. 2016. p. 102.

- a) O que é possível dizer com relação ao desmatamento entre 1950 e 2015? Explique sua resposta com base nas informações dos mapas.
- b) No Brasil, mais de mil espécies se encontram ameaçadas de extinção. Relacione este dado às informações dos mapas e discuta com seus colegas a respeito dos impactos decorrentes das atividades humanas à biodiversidade brasileira, entre 1950 e 2015. Registre os tópicos da discussão em seu caderno.
- c) A partir da discussão promovida no item (b), justifique a importância da proteção da biodiversidade.
- d) Ainda considerando a discussão promovida no item (b), avalie os efeitos da criação de políticas ambientais de proteção à natureza, como as Unidades de Conservação (UCs).

6. Analise os dados a seguir a respeito de garrafas plásticas e responda às questões que seguem.

1 milhão de garrafas plásticas são compradas por minuto ou 16,6 mil por segundo	480 bilhões de garrafas plásticas foram vendidas em 2016
Menos de 50% foram coletadas para reciclagem	7% foram transformadas em novas garrafas

CINCO gráficos que explicam como a poluição por plástico ameaça a vida na Terra. **BBC News**, 16 dez. 2017. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-42308171>. Acesso em: 24 ago. 2020.

- a) Determine quantas garrafas são compradas mundialmente a cada dia.
- b) Considerando os dados apresentados, o que é possível dizer quanto ao destino das garrafas plásticas?
- c) Um dos problemas enfrentados pelo mundo é o descarte indevido de resíduos, sobretudo, formados por plástico. Esses resíduos acabam por se acumular nos oceanos, oferecendo riscos à vida marinha. Considerando a importância de se proteger a biodiversidade, proponha ações para o uso e o descarte consciente de produtos feitos de plástico.
- d) Avalie os possíveis efeitos das ações propostas no item (c) para a sustentabilidade do planeta.

7. Leia o texto a seguir que apresenta os resultados de um relatório publicado pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2019.

[...]

Desde 1900, a média de espécies nativas na maioria dos principais habitats terrestres caiu em pelo menos 20%. Mais de 40% das espécies de anfíbios, quase 33% dos corais e mais de um terço de todos os mamíferos marinhos estão ameaçadas. Pelo menos 680 espécies de vertebrados foram levadas à extinção desde o século 16.

[...]

“Esta perda é um resultado direto da atividade humana e constitui uma ameaça direta ao bem-estar humano em todas as regiões do mundo”, disse o Prof. Settele, um dos participantes do estudo.

[...]

UM MILHÃO de espécies de plantas e animais estão ameaçadas de extinção, aponta ONU. **G1**, 6 maio 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/05/06/um-milhao-de-especies-de-plantas-e-animais-estao-ameacadas-de-extincao-segundo-relatorio-da-onu.ghtml>. Acesso em: 24 ago. 2020.

- a) Quais os resultados do estudo com relação à biodiversidade do planeta?
- b) Explique a fala de um dos participantes do estudo, presente no texto.

ALFRIBEIRO/ISTOCK EDITORIAL/GETTYIMAGES

8. O rodízio de veículos foi adotado pela cidade de São Paulo como uma alternativa para minimizar o congestionamento em alguns locais da cidade em horários de maior movimento. O rodízio funciona restringindo a circulação de veículos a partir do número final de suas placas em determinados dias da semana. Por exemplo, carros com placas finais 1 e 2 são restritos de circular em às segundas-feiras em horários determinados. Essa restrição incentiva as pessoas a utilizarem o transporte público e bicicletas para locomoção, ou adotarem sistemas de caronas com pessoas conhecidas que vão a destinos comuns.



» Congestionamento em São Paulo, em dezembro de 2019

- a) Com base no texto e em seus conhecimentos, explique por que o rodízio de veículos também pode trazer benefícios à qualidade do ar de São Paulo.
 - b) O rodízio de veículos contribui com a sustentabilidade do planeta? Justifique sua resposta.
9. Um estudo publicado em 2018 pela Organização Meteorológica Mundial aponta para o sucesso do Protocolo de Montreal, já que foi identificada a recuperação de parte da camada de ozônio desde a avaliação anterior, em 2014. A respeito do assunto, responda.
- a) O que é o Protocolo de Montreal?
 - b) É possível afirmar que o Protocolo de Montreal representa uma política ambiental que promove a sustentabilidade do planeta? Explique sua resposta.
10. A Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins é uma Unidade de Conservação (UC) que foi criada em 2001. Seu objetivo é a preservação da natureza, permitindo a realização de pesquisas científicas. Essa UC é de Proteção Integral ou de Uso Sustentável? Justifique sua resposta.

- A agricultura orgânica consiste em um sistema de plantio realizado de forma natural, livre de produtos químicos que podem contaminar o ambiente ou prejudicar a saúde dos seres vivos. As plantas são, portanto, cultivadas sem o uso de fertilizantes ou de agrotóxicos.
A respeito do assunto, responda.
 - Quais os benefícios ambientais associados à agricultura orgânica? Em sua resposta, aponte os impactos ambientais que são evitados por essa prática.
 - É possível afirmar que a agricultura orgânica representa uma ação sustentável? Justifique sua resposta. Se necessário, realize uma pesquisa para obter mais informações a respeito da agricultura orgânica.
 - É possível afirmar que a agricultura orgânica representa uma forma de proteção da biodiversidade? Justifique sua resposta.
- De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Especiais (INPE), a taxa de desmatamento da Amazônia Legal Brasileira (área que abrange os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins e parte do estado do Maranhão) aumentou em quase 30% em 2019, comparativamente ao ano anterior. Veja os dados a seguir que comparam a área, em quilômetros quadrados, desmatada nos anos de 2018 e de 2019.

Estado	PRODES 2018 (km ²)	PRODES 2019 (km ²)	Variação (%)
Acre	444	688	55,0
Amazonas	1045	1421	36,0
Amapá	24	8	-66,7
Maranhão	253	215	-15,0
Mato Grosso	1490	1685	13,1
Pará	2744	3862	40,7
Rondônia	1316	1245	-5,4
Roraima	195	617	216,4
Tocantins	25	21	-16,0
AMZ. Legal	7536	9762	29,5

A ESTIMATIVA da taxa de desmatamento por corte raso para a Amazônia Legal em 2019 é de 9 762 km². **INPE**, 18. nov. 2019. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5294. Acesso em: 24 ago. 2020.

A partir dos dados do quadro e de seus conhecimentos, responda.

- Em qual dos estados brasileiros houve maior taxa de desmatamento na Amazônia Legal no ano de 2018? E no ano de 2019?
 - Em qual dos estados brasileiros houve maior aumento na taxa de desmatamento na Amazônia Legal entre 2018 e 2019?
 - Quais os impactos ambientais associados ao desmatamento de ambientes florestais, como a Amazônia?
- A Reserva Extrativista é uma Unidade de Conservação (UC) que pode ser utilizada por populações tradicionais para extrair recursos naturais para subsistir. Um de seus objetivos é proteger a forma de vida dessas populações, assegurando o uso consciente dos recursos.
A Reserva Extrativista é que tipo de UC? Justifique sua resposta.

4. A política dos 5 Rs visa reduzir a geração de resíduos no planeta. A respeito do assunto, responda.



SOMIA VAZ

- a) Quais os impactos ambientais associados à produção excessiva de resíduos?
- b) Proponha ações que podem ser adotadas no cotidiano escolar, considerando cada um dos 5 Rs. Forme um grupo com seus colegas e confeccionem um cartaz com as ações que foram mais mencionadas por vocês. Exponha o cartaz na sala de aula, de modo que todos estejam conscientes das ações que podem ser adotadas.
- c) A política dos 5 Rs contribui para a sustentabilidade do planeta? Justifique sua resposta.
5. Os indivíduos da espécie de cactus conhecido popularmente por saguaro (*Carnegiea gigante*) são encontrados no Deserto de Sonora localizado entre os Estados Unidos e o México. Eles toleram temperaturas negativas por pouco tempo, não sobrevivendo em locais onde a temperatura atinge valores abaixo de -4°C . Além disso, dificilmente são encontrados em locais cuja altitude é maior que 1 200 metros. Sua reprodução depende de morcegos que realizam a polinização de suas flores brancas, que se abrem durante a noite.
- a) Que fator(es) abiótico(s) mencionado(s) são condições limitantes à distribuição do saguaro?
- b) Que fator(es) biótico(s) mencionado(s) são condições limitantes à distribuição do saguaro?
6. As formigas da espécie *Pseudomyrmex ferruginea* estabelecem uma relação com acácias, árvores da espécie *Acacia drepanolobium*. As formigas protegem a árvore de herbívoros, enquanto as árvores fornecem néctar às formigas. Que tipo de relação é estabelecida entre essas espécies?

7. A caça às baleias é proibida em diversos países do mundo. Contudo, após 30 anos de proibição, no final de 2018, a caça comercial se tornou permitida novamente no Japão. No passado, as baleias foram amplamente caçadas para o consumo de sua carne, o que acabou tornando diversas espécies ameaçadas de extinção.

- a) Explique os impactos ambientais provocados pela caça predatória.
- b) Posicione-se criticamente quanto à decisão do Japão em permitir a caça comercial das baleias.

8. (Enem/MEC)

Algumas toneladas de medicamentos para uso humano e veterinário são produzidas por ano. Os fármacos são desenvolvidos para serem estáveis, mantendo suas propriedades químicas de forma a atender a um propósito terapêutico. Após o consumo de fármacos, parte de sua dosagem é excretada de forma inalterada, persistindo no meio ambiente. Em todo o mundo, antibióticos, hormônios, anestésicos, anti-inflamatórios, entre outros, são detectados em concentrações preocupantes no esgoto doméstico, em águas superficiais e de subsolo. Dessa forma, a ocorrência de fármacos residuais no meio ambiente pode apresentar efeitos adversos em organismos aquáticos e terrestres.

BILA, D. M.; DEZOTTI, M. Fármacos no meio ambiente. *Química Nova*, v. 26, n. 4, ago. 2003 (adaptado).

Alternativa d.

Qual ação minimiza a permanência desses contaminantes nos recursos hídricos?

- a) Utilização de esterco como fertilizante na agricultura.
- b) Ampliação das redes de coleta de esgoto na zona urbana.
- c) Descarte dos medicamentos fora do prazo de validade em lixões.
- d) Desenvolvimento de novos processos nas estações de tratamento de efluentes.
- e) Reúso dos lodos provenientes das estações de tratamento de esgoto na agricultura.
9. (Enem/MEC) O concreto utilizado na construção civil é um material formado por cimento misturado a areia, a brita e a água. A areia é normalmente extraída de leitos de rios e a brita, oriunda da fragmentação de rochas. Impactos ambientais gerados no uso do concreto estão associados à extração de recursos minerais e ao descarte indiscriminado desse material. Na tentativa de reverter esse quadro, foi proposta a utilização de concreto

reciclado moído em substituição ao particulado rochoso graúdo na fabricação de novo concreto, obtendo um material com as mesmas propriedades que o anterior.

O benefício ambiental gerado nessa proposta é a redução do(a)

- a) extração da brita. **Alternativa a.**
- b) extração de areia.
- c) consumo de água.
- d) consumo de concreto.
- e) fabricação de cimento.

10. (Enem/MEC)

Companhias que fabricam jeans usam cloro para o clareamento, seguido de lavagem. Algumas estão substituindo o cloro por substâncias ambientalmente mais seguras como peróxidos, que podem ser degradados por enzimas chamadas peroxidases. Pensando nisso, pesquisadores inseriram genes codificadores de peroxidases em leveduras cultivadas nas condições de clareamento e lavagem dos *jeans* e selecionaram as sobreviventes para produção dessas enzimas.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. Rio de Janeiro: Artmed, 2016 (adaptado).

Alternativa a.

Nesse caso, o uso dessas leveduras modificadas objetiva

- a) reduzir a quantidade de resíduos tóxicos nos efluentes da lavagem.
- b) eliminar a necessidade de tratamento da água consumida.
- c) elevar a capacidade de clareamento dos *jeans*.
- d) aumentar a resistência do *jeans* a peróxidos.
- e) associar ação bactericida ao clareamento.

11. (UECE) O uso irresponsável dos recursos naturais do planeta pode afetar de forma drástica as gerações presentes e futuras dos seres humanos. Em função da ecoeficiência, há a alternativa da sustentabilidade para que tenhamos disponíveis, no presente e no futuro, os recursos naturais não renováveis. O uso de recursos renováveis como energias alternativas é umas das ações que podem melhorar nossa qualidade de vida. Ao se falar em sustentabilidade, o seguinte tripé sustenta seu conceito:

- a) economia, energia e sociedade.
- b) meio ambiente, saúde e economia.
- c) saúde, sociedade e energia. **Alternativa d.**
- d) meio ambiente, sociedade e economia.

12. (Enem/MEC) A instalação de uma indústria de processamento de pescados, próxima a uma aldeia de pescadores, situada à beira-mar, criou um conflito de interesses. A administração pública e os investidores defendem que haverá geração de renda, melhorando a qualidade de vida da população. Os moradores estão receptivos ao empreendimento, mas argumentam que, sem o devido controle, as atividades da indústria podem poluir a água do mar próxima à aldeia.

Uma maneira adequada, do ponto de vista social e ambiental, de minimizar a poluição na água do mar próxima à aldeia, pela instalação da fábrica, é a

- a) destinação apropriada dos efluentes líquidos.
- b) instalação de filtros nas chaminés da indústria.
- c) tratamento da água consumida pela comunidade.
- d) remoção da população para uma região afastada.
- e) realização de análise na água do mar próxima à aldeia. **Alternativa a.**

13. (UECE) Aquaponia é um sistema que integra piscicultura e hidroponia. Os antigos astecas já se utilizavam desta técnica. Portanto, esse princípio não é algo novo. Nesse sistema os nutrientes para o cultivo conjunto das plantas são obtidos a partir das fezes dos peixes e de restos de comida dentro de filtros rizosféricos nos quais não há necessidade de troca de água (recirculação), o que o torna um belo exemplo de economia de água (<http://www.huertossintierra.com/>). A partir dessa informação, pode-se afirmar corretamente que aquaponia é um modelo de

- a) contenção de resíduos.
- b) reutilização de materiais.
- c) aproveitamento energético.
- d) sustentabilidade. **Alternativa d.**

14. (Vunesp-SP) Muitas espécies marinhas ferem-se ou morrem por causa do lixo plástico, seja pela ingestão, enredamento ou estrangulamento, antes que os detritos sejam quebrados (pela fotodegradação) em minúsculos fragmentos.

Uma solução possível, em longo prazo, para este problema seria

- a) realizar um trabalho de conscientização e educação de vários setores da sociedade.
- b) impedir a venda de quaisquer produtos plásticos em cidades litorâneas.
- c) estimular o consumo de alimentos que não estejam em embalagens plásticas.
- d) substituir o plástico por alumínio ou vidro, pois estes materiais não poluiriam o meio.
- e) substituir as embalagens plásticas por isopores, que são de fácil decomposição. **Alternativa a.**

Saneamento básico, ambiente e saúde

O saneamento básico é um conjunto de serviços e de instalações operacionais que visam a promoção da saúde da população, além da proteção do ambiente. Entre eles, estão o **abastecimento de água potável**, que envolve o tratamento de água e a sua disponibilização às residências; o **esgotamento sanitário**, que envolve a coleta, o tratamento e a destinação adequada do esgoto de residências e de indústrias; o **manejo de resíduos sólidos**, que envolve a coleta, o tratamento e a destinação adequada dos resíduos provenientes das residências e da limpeza das vias urbanas; e, o **manejo de águas pluviais**, que envolve a drenagem e a destinação adequada da água das chuvas.

O acesso universal ao saneamento básico é um dos objetivos estipulados pela legislação brasileira (Lei nº 11.445/2007), mas ainda é uma realidade distante para muitas pessoas que vivem no Brasil, sobretudo quanto ao esgotamento sanitário. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2018, apenas 53,2% da população brasileira possuía acesso à coleta de esgoto. Isso significa que um grande volume de esgoto tem sido despejado diretamente no ambiente, todos os dias no Brasil.

Estação de tratamento de água localizada em Itabuna, BA, 2012.

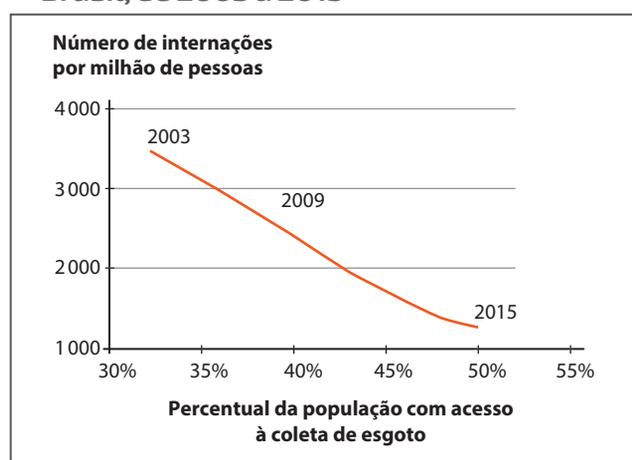


O despejo de esgoto não tratado promove a contaminação do ambiente, de modo geral. Quando atinge rios e lagos, altera-se a composição química da água e prejudica-se a vida aquática. Um dos impactos que podem ser provocados aos ecossistemas aquáticos, nesse caso, é a eutrofização, processo que resulta na redução de gás oxigênio dissolvido na água e na consequente morte de diversos seres vivos, como plantas, peixes, crustáceos e moluscos.

Além disso, a falta de acesso a rede de coleta e de tratamento de esgoto representa um problema à manutenção da saúde da população brasileira, já que diversas doenças são veiculadas pela ingestão ou contato com água ou alimentos contaminados pelas fezes de indivíduos doentes. Nesse caso, o despejo do esgoto não tratado no ambiente pode contaminar corpos-d'água que são utilizados para abastecimento de pessoas que não possuem acesso à água potável, que, ao consumi-la, podem se infectar.

A relação entre o acesso ao esgotamento sanitário e a saúde da população pode ser evidenciada pelos dados expressos no gráfico ao lado. Esse gráfico apresenta os resultados obtidos por um estudo que foi realizado por pesquisadores brasileiros que considerou o número de internações de pessoas por infecções no trato gastrointestinal entre os anos de 2003 e 2015 e sua relação ao acesso ao esgotamento sanitário.

» Relação entre infecções gastrointestinais e acesso ao sistema de coleta de esgoto no Brasil, de 2003 a 2015



FREITAS, F. G.; MAGNABOSCO, A. L. Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil. *Instituto Trata Brasil*, mar. 2017. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/beneficios-ecosocio/relatorio-completo.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2020.

SONIA VAZ

Atividades

Não escreva no livro

1. No que consiste o saneamento básico?
2. Qual a importância do saneamento básico para a saúde da população? Em sua resposta, utilize os dados presentes no gráfico anteriormente apresentado para justificar a importância do acesso ao saneamento.
3. O bairro onde você mora possui acesso aos serviços de saneamento básico? Forme um grupo com seus colegas e investigue o acesso ao saneamento no bairro em que vocês moram. Identifiquem eventuais necessidades locais e produzam um relatório a partir das informações encontradas. No relatório, evidenciem a importância do acesso aos serviços de saneamento. Converse com o professor

sobre a possibilidade de apresentar o relatório à associação de bairro onde a escola se encontra, ou uma melhor maneira de entregar este relatório à prefeitura da cidade, como forma de reivindicar possíveis melhorias.

4. Independentemente do acesso ao saneamento básico, muitas pessoas contaminam o ambiente em suas atividades diárias, com o descarte incorreto de resíduos sólidos, por exemplo. Por que você acredita que isso ainda ocorra? Forme um grupo com seus colegas e conversem a respeito do assunto. Juntos, proponham ações que podem ser realizadas para minimizar esse cenário, objetivando a conscientização da população.

Neste volume você estudou diversos conceitos importantes da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Eles formaram uma base para que algumas competências e habilidades propostas pela Base Nacional Comum Curricular fossem trabalhadas. São elas:

Competências gerais

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.

Competências específicas e habilidades 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.
(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.

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

(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).

(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).

(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

(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.

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

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para

construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

(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.

(EM13CNT310) Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

ALBERTS, B. *et al.* **Biologia molecular da célula**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

- Livro aborda aspectos bioquímicos, estruturais e funcionais das células.

AMALDI, U. **Imagens da Física**: as ideias e as experiências do pêndulo aos *quarks*. São Paulo: Scipione, 1995.

- Livro aborda conceitos da Física com indicações de experimentos e contextualizações.

ATKINS, P. *et al.* **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Porto Alegre: Bookman, 2018.

- Livro aborda conceitos integrados de Química.

BROWN, T. L. *et al.* **Química, a ciência central**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

- Livro aborda diversos fenômenos químicos de maneira contextualizada.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. **Física 2**: Física Térmica/Óptica. São Paulo: Edusp, 2007.

- Livro aborda os conceitos de Física Térmica e Óptica de forma contextualizada e prática.

HALLIDAY, D. *et al.* **Fundamentos de Física**: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 2.

- Livro aborda os conceitos e aplicações da Física para o entendimento da gravitação e movimentos orbitais.

HEWITT, P. **Física conceitual**. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.

- Livro aborda variados temas de Física, como a energia e suas transformações.

MILLER JUNIOR, G. T. **Ciência ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

- Livro aborda variados temas relacionados à área de Ecologia.

MORTIMER, E. F. **Introdução ao estudo da Química**: propriedades dos materiais, reações químicas e teoria da matéria. 4. ed. Belo Horizonte: Foco/Cecimig, 2000.

- Livro interpreta diversos fenômenos químicos por meio de situações contextualizadas.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

- Livro trata das características e propriedades das biomoléculas.

REECE, J. B. *et al.* **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

- Livro aborda variados temas, como Biologia celular, Anatomia e Fisiologia humana, Botânica, Zoologia, Microbiologia, Ecologia, Genética e Biotecnologia.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

- Livro aborda conceitos relacionados à Ecologia.

TOWNSEND, C. R. *et al.* **Fundamentos em Ecologia**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

- Livro apresenta fundamentos e princípios básicos da Ecologia, além de impactos ambientais, conservação ambiental e sustentabilidade.

**MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD
REPRODUÇÃO PROIBIDA**

Manual do Professor

Apresentação

Olá professores!

Baseado na capacidade criativa, curiosidade, e principalmente em suas necessidades, o ser humano é gerador de constantes transformações, tanto pessoais, quanto do ambiente à sua volta. Atualmente essas mudanças têm ocorrido de maneira acelerada, propiciadas pela facilidade de acesso às informações que podem levar a novas e constantes aprendizagens.

Contudo, é preciso saber construir conhecimentos com base na análise crítica e reflexiva dessas informações, considerando valores éticos e morais que contribuem para a formação de indivíduos conscientes de sua cidadania. Este é o propósito desta coleção: tornar nossos jovens protagonistas na construção de novos saberes baseados no pensamento científico.

Cada volume possui um eixo principal de condução, que permite a distribuição dos conteúdos de maneira clara, objetiva e organizada, oportunizando a integração entre os componentes curriculares de Biologia, Física e Química que formam a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias. A maneira como os assuntos são conduzidos possibilita aos estudantes construir e mobilizar as habilidades e competências necessárias para sua formação, enquanto agentes participantes e transformadores da sociedade.

Neste Manual do professor você encontrará orientações que podem auxiliar no planejamento de suas aulas, bem como sugestões de textos, atividades complementares para os estudantes, e sugestões de leituras para sua formação continuada.

Desejamos a você, professor(a), um frutuoso trabalho, e que esta coleção seja um eficiente apoio para suas aulas.

Os autores

Sumário

Proposta organizacional da coleção	164
Seções do Livro do estudante	164
Orientações didáticas	166
O novo Ensino Médio	166
O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).....	168
A Base Nacional Comum Curricular (BNCC).....	168
As competências gerais e as competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias na BNCC	170
O trabalho com as competências e as habilidades da BNCC	174
Os Temas Contemporâneos Transversais (TCTs)	175
O ensino de Ciências da Natureza no século XXI.....	176
O atual papel do professor	177
Educação, cidadania e valores.....	178
Progressão da aprendizagem.....	179
Produção de análises críticas.....	181
Capacidade argumentativa (oral e escrita)	181
Nível inferencial em processos de leitura	182
Pensamento computacional	183
Orientações metodológicas	184
A diversificação dos métodos e das estratégias de ensino.....	184
O planejamento das aulas	190
Avaliação	190
Referências bibliográficas comentadas	192
Orientações específicas para este Volume	193
Quadro de conteúdos, competências e habilidades neste Volume	194
Objetivos a serem desenvolvidos neste Volume.....	195
Justificativa da pertinência dos objetivos	196
Unidade 1	197
Unidade 2	214
Unidade 3	227
Unidade 4	238
Respostas e resoluções das atividades do Livro do estudante.....	252

Proposta organizacional da coleção

Esta coleção foi planejada para contemplar os componentes curriculares Biologia, Física e Química pertencentes à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio.

Ela é composta de seis volumes. Cada volume é dividido em quatro Unidades vinculadas a um eixo central de condução e integração específico para cada volume. Cada Unidade é composta por temas, cujos conteúdos são enriquecidos com diferentes tipos de recursos gráficos e imagéticos, seções complementares e atividades diversificadas.

Esta configuração permite que as temáticas se interliguem, independentemente do componente curricular preponderante, seja Biologia, Física ou Química.

Seções do Livro do estudante

Atividades

As atividades empregam diferentes recursos com o objetivo de aprimorar a competência leitora, e permitem aos estudantes mobilizar habilidades, competências gerais e específicas de maneira a promover seu protagonismo, além de auxiliar na verificação conceitual. Há também questões pontuais presentes no início e ao longo dos temas, que oportunizam ao professor identificar conhecimentos prévios, além de contextualizar e despertar o interesse e a curiosidade do estudante.

Atividades extras

Permitem a mobilização de habilidades e competências e reforçam a verificação conceitual dos temas da Unidade, por meio de atividades contextualizadas com recursos variados, como fotografias, ilustrações, tirinhas, reportagens, manchetes, entre outros. Também possuem testes de Enem e vestibulares.

Oficina científica

Esta seção sugere o trabalho com atividades práticas e favorece o desenvolvimento do pensamento científico. Ela se inicia com situações ou questões que contextualizam e direcionam a prática, além de, eventualmente, sugerir o levantamento de hipóteses a partir de observações ou de ideias.

As propostas privilegiam o uso de materiais de fácil acesso e a execução de procedimentos que podem ser realizados no laboratório da escola, ou até mesmo em sala de aula. Em alguns momentos, materiais ou procedimentos podem ser omitidos, de maneira a propiciar o protagonismo dos estudantes, incentivando-os a inferir sobre a melhor maneira de realizar a prática, e/ou testar as hipóteses levantadas.

Ao final da seção existem questionamentos que ajudam a sistematizar as observações dos estudantes à medida que eles elaboram suas conclusões sobre o resultado do trabalho.

Falando de ...

Seção que aborda os temas contemporâneos transversais da BNCC. A seção propicia o aprofundamento da competência leitora, favorece o desenvolvimento da argumentação e desperta a postura crítica dos estudantes frente a temas atuais de relevância científica, social e histórica.

As questões ao final da seção incentivam trabalhos em grupo e a formação de estudantes críticos a partir da construção de argumentos fornecidos pelos textos ou por sugestões de pesquisa.

Integrando com...

Nesta seção, temas complementares aos conceitos estudados são propostos em uma abordagem integrada, permitindo a articulação entre as Ciências da Natureza e outras áreas do conhecimento. Essa relação objetiva romper com os limites entre as diferentes áreas de conhecimento e integrá-las, proporcionando uma aprendizagem mais efetiva aos estudantes por meio de uma compreensão mais abrangente da realidade.

Saiba mais

Boxe presente ao longo dos temas que amplia ou complementa conceitos necessários para o desenvolvimento dos assuntos.

Espaços de aprendizagem

Localizado ao longo da Unidade, este boxe apresenta sugestões de locais para visita, livros e filmes com diferentes temáticas que contribuirão para o aprendizado dos estudantes. Também são indicados *links* para a internet com visitas virtuais, textos de ampliação de conteúdo, imagens, infográficos, simuladores e vídeos para acesso dos estudantes. Essas indicações visam ampliar e reforçar o conhecimento construído em sala de aula por meio da utilização de tecnologias digitais da informação e comunicação (TDICs).

Orientações didáticas

O novo Ensino Médio

Esta obra foi elaborada em conformidade com o novo modelo de Ensino Médio em estruturação em nosso país. Em síntese, as transformações propostas para essa etapa da Educação Básica resultam da ampla discussão que se intensificou a partir de 2017 e englobam: valorização da aprendizagem pela ampliação da carga horária de estudos, flexibilização do currículo, foco no estudante e em seu desenvolvimento integral e adoção de práticas escolares mais dinâmicas e interativas, que respondam às necessidades de aprendizagem do século XXI.

Preocupações contemporâneas relacionadas a saúde, trabalho, educação, cultura, habitação, recursos naturais, entre outras apontam que os jovens precisam ampliar e atualizar seus conhecimentos científicos, técnicos e tecnológicos e desenvolver novas habilidades e competências que se harmonizem com essas demandas sociais, ambientais e econômicas da realidade.

Diante desse panorama, o Plano Nacional de Educação (PNE), instituído pela Lei n. 13.005/2014, determinou diretrizes, metas e estratégias para a educação brasileira, que devem ser cumpridas entre 2014 e 2024. A reforma do Ensino Médio e a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) são medidas para o cumprimento dessas metas, buscando outros caminhos para o segmento.

Essas buscas de novos caminhos têm como documentos orientadores, em especial, a Lei n. 13.415/2017, que altera a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB – instituída pela Lei n. 9.394/1996), as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Referenciais Curriculares para Elaboração de Itinerários Formativos.

As finalidades do Ensino Médio orientam esse processo e continuam sendo as estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB, Art. 35), há mais de vinte anos, desde 1996:

Art. 35. O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;

II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em: 6 ago. 2020.

A carga horária anual dos estudantes passa de 800 horas para 1 000 horas. E além de compreender essas mudanças, o novo Ensino Médio precisa ser estudado em suas modificações estruturais, principalmente aquelas que devem capacitar o jovem para as transformações sociais em que o protagonismo dele em sua própria formação deve ser destacado.

A nova proposta de organização curricular estabelece direitos de aprendizagens e desenvolvimento a todos os estudantes da nação e aponta para percursos específicos de formação, os itinerários formativos:

Art. 36. O currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber:

- I - linguagens e suas tecnologias;
- II - matemática e suas tecnologias;
- III - ciências da natureza e suas tecnologias;
- IV - ciências humanas e sociais aplicadas;
- V - formação técnica e profissional.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de dezembro de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em: 6 ago. 2020.

No novo Ensino Médio, o estudante influencia boa parte do currículo, pois há uma flexibilização e não mais uma trajetória única para todos. O conjunto de disciplinas, projetos e outras situações de trabalho que os estudantes poderão escolher passa a ser chamado de itinerário formativo. Neles, as aprendizagens organizam-se em áreas de conhecimento – Linguagens e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas; e Formação Técnica e Profissional.

A comunidade escolar influencia a oferta dos itinerários formativos, considerando desejos e necessidades dos estudantes. Mesmo com essa flexibilidade, algumas disciplinas continuam fazendo parte de um currículo obrigatório para todo o país. Língua Portuguesa e Matemática, como ocorre atualmente, continuam obrigatórias nos três anos do Ensino Médio.

Embora o jovem siga aprendendo sobre todas as disciplinas, pois elas estão contempladas nas habilidades e nas competências da BNCC, tal organização do segmento por áreas de conhecimento estimula novos formatos de aula e incentiva novas formas de atuação do docente e de organização escolar, uma vez que conectam conhecimentos e professores de diferentes áreas e possibilitam práticas escolares mais dinâmicas e interativas.

Conforme a BNCC, uma educação integral tem o compromisso com a formação e o desenvolvimento humano global do estudante em suas dimensões indissociáveis: intelectual, física, afetiva, social, ética, moral e simbólica. Com essa perspectiva, o novo Ensino Médio propõe a formação de cidadãos responsáveis, críticos e autônomos, que tomam a frente das decisões que conduzirão sua vida na sociedade.

Ainda a proposta do novo Ensino Médio prenuncia o aumento progressivo da oferta de escolas em tempo integral. Merece destaque o fato de que, ao fim de sua formação básica, os estudantes poderão ter diploma de Ensino Médio e também diploma de Ensino Técnico, pois poderão optar por uma formação profissional e técnica dentro da carga horária do Ensino Médio.

Esta obra faz parte deste cenário para oferecer ao professor da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propostas que integram conhecimentos de modo interdisciplinar e propiciam o desenvolvimento de competências e habilidades aos estudantes, para que, de forma ativa, crítica, criativa e responsável, compartilhem atitudes saudáveis, sustentáveis e éticas, em um mundo cada vez mais complexo e imprevisível.

O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem)

O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) é uma prova do Governo Federal, realizada em nível nacional e, desde 1998, constitui uma ferramenta de avaliação do Ensino Médio diagnosticando os conhecimentos adquiridos pelos estudantes que concluíram essa etapa da Educação Básica em escolas particulares e públicas.

A partir de 2009, o Enem passou a fazer parte da seleção dos estudantes das escolas públicas ao Ensino Superior em universidades federais e estaduais. Ao longo dos últimos anos, o modelo de avaliação do Enem foi continuamente aprimorado.

Embora mudanças sejam previstas, atualmente o exame consiste em 4 provas objetivas, com 45 questões cada, além da redação de um texto dissertativo-argumentativo, de no máximo 30 linhas, desenvolvido a partir de uma situação-problema. Os conteúdos abordados pelas provas são divididos em quatro áreas:

- Linguagens, Códigos e suas Tecnologias: Língua Portuguesa e Literatura, além de Língua Estrangeira Moderna (inglês ou espanhol);
- Ciências Humanas e suas Tecnologias: História, Geografia, Sociologia e Filosofia;
- Ciências da Natureza e suas Tecnologias: Biologia, Química e Física;
- Matemática e suas Tecnologias.

O exame mantém sua característica interdisciplinar, portanto, é esperada dos estudantes a capacidade de integrar conteúdos de diferentes disciplinas para solucionar problemas com base em conhecimentos interdisciplinares. A competência leitora também é valorizada.

O Enem é hoje um dos principais meios de ingresso em Faculdades e Universidades públicas e privadas de todo o Brasil. O aproveitamento do resultado obtido no Enem como substituto ou complementar aos vestibulares de cada instituição é uma das principais novidades dos últimos anos relacionada ao acesso ao Ensino Superior. Grande parte das universidades federais e quantidade razoável de universidades estaduais têm feito seus processos seletivos usando exclusivamente a nota alcançada pelo candidato no Enem. Por meio do Sistema de Seleção Unificado (Sisu), plataforma digital gerenciada pelo Ministério da Educação (MEC), o candidato pode concorrer às vagas em dezenas de universidades públicas usando somente sua nota do Enem.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

Base para novos currículos, segundo o Ministério da Educação (MEC), a BNCC, homologada no ano de 2018, é um documento de caráter normativo e definidor do conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais para todos os estudantes desenvolverem, ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica.

Assim, seu principal objetivo é equalizar a qualidade da educação no país, um documento norteador que prima pelo estabelecimento de um patamar comum de aprendizagem e desenvolvimento a que todos os estudantes do Brasil têm direito.

O documento está disponível na íntegra em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf (acesso em: 7 set. 2020) e é estruturado de acordo com as três etapas da Educação Básica – Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio.

A proposta de aprendizagem na BNCC se alinha com o Plano Nacional de Educação (PNE) e orienta-se pelos princípios éticos, políticos e estéticos que visam à formação humana integral e à construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. Propõe que sejam desenvolvidas nos estudantes dez competências gerais.

Por competência, entende-se a:

[...] mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 8.

A proposta de desenvolvimento de competências assumida pela BNCC busca distanciar o ensino de uma abordagem que se concentra em memorizações reprodutivas vazias de sentido, como tradicionalmente o processo de ensino se caracteriza. Correntes pedagógicas com base em desenvolvimento de competências vêm surgindo há algumas décadas, com impacto primeiramente em elaboração de avaliações internacionais da aprendizagem e do desempenho dos estudantes. As dez competências gerais concretizam direitos de aprendizagem e desenvolvimento.

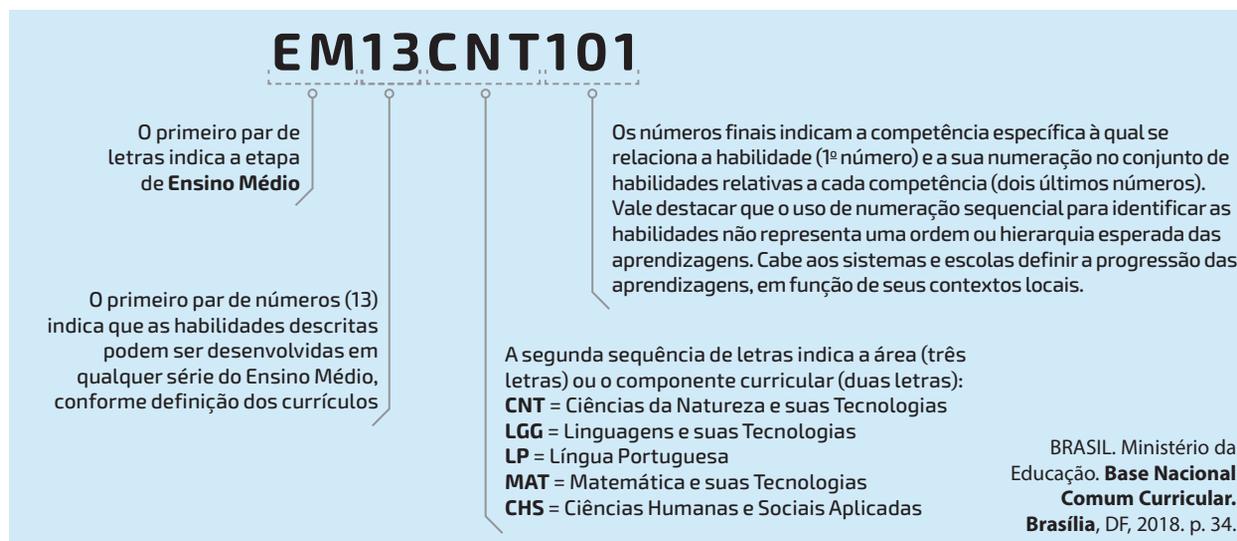
A etapa do Ensino Médio está organizada, na BNCC, em quatro áreas do conhecimento, que são:

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

Essa escolha de organização tem como fundamento a conexão das disciplinas e estimula um trabalho integrado e contextualizado à vida. Essa abordagem coopera para a compreensão dos estudantes da realidade e para que desenvolvam formas de intervir nela e transformá-la, atribuindo mais sentido às vivências escolares.

As práticas escolares de acordo com a BNCC, devem, então, ser repensadas e estruturadas nos planejamentos de modo a garantir a explicitação das articulações entre as áreas, considerando também as especificidades de cada uma delas.

Para cada área de conhecimento, são apresentadas competências específicas. Uma lista de habilidades está atrelada a cada uma dessas competências específicas. De caráter prático, cognitivo e socioemocional, as habilidades expressam as aprendizagens essenciais que devem ser asseguradas aos estudantes, em cada etapa de escolarização prevista na BNCC. São descritas de acordo com determinada estrutura, conforme o exemplo a seguir. Cada habilidade é identificada por um código alfanumérico cuja composição é:



Como o código representa, as habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias derivam das competências específicas da área. As habilidades 100 derivam da competência específica 1; as habilidades 200 derivam da competência específica 2; as habilidades 300 derivam da competência específica 3.

As competências gerais e as competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias na BNCC

A seguir, são apresentadas as dez competências gerais da Educação Básica e as três competências específicas da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, bem como as habilidades que se relacionam a cada uma dessas competências específicas.

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.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 9, 10.

Competências específicas e habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio

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.

Habilidades

(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.

(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.

(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.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 553, 555.

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.

Habilidades
(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.
(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como <i>softwares</i> de simulação e de realidade virtual, entre outros).
(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como <i>softwares</i> de simulação e de realidade virtual, entre outros).
(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 <i>softwares</i> 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.
(EM13CNT208) Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana.
(EM13CNT209) Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como <i>softwares</i> de simulação e de realidade virtual, entre outros).

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).

Habilidades
(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
(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.
(EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.
(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.
(EM13CNT310) Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 553, 559, 560.

O trabalho com as competências e as habilidades da BNCC

O novo Ensino Médio requer novas formas de ação do professor e nova organização da escola, práticas mais dinâmicas e interativas, harmonizadas com as demandas dos jovens do século XXI.

A BNCC não é um currículo, não apresenta indicações metodológicas ou didáticas para trabalho docente, nem aspectos específicos relacionados à avaliação. Ela permite a elaboração de currículos fortalecendo as interconexões entre as disciplinas, o que possibilita planos inovadores nas escolas, a partir da autonomia e responsabilidade delas.

Esta obra foi desenvolvida em acordo com a BNCC e, portanto, apresenta propostas que visam efetivar um trabalho que favorece uma aprendizagem amparada no desenvolvimento de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, bem como o desenvolvimento da capacidade de utilizar esses aprendizados para resolver questões complexas, de forma crítica e propositiva.

Entre os benefícios de uma abordagem que trabalha com as competências e habilidades é possível citar o incentivo aos docentes a impulsionar a melhoria contínua da turma, criando novas dinâmicas de comunicação e interação. Também se estimula o trabalho colaborativo e a criatividade, compartilha as melhores práticas, expande os ambientes de ensino e aprendizagem, estimula atitudes, cria uma nova cultura na instituição escolar e favorece a extensão do trabalho para a comunidade.

Além disso, o trabalho com competências e habilidades possibilita práticas escolares contextualizadas às necessidades da sociedade e do mundo do trabalho, atendimento às demandas da sociedade em permanente transformação e valorização do contexto de cada estudante, usando-o a favor de sua formação educacional.

Por meio das competências é possível comunicar aos estudantes, com eficácia, o que eles sabem e o que eles podem fazer com o que sabem, possibilitando uma compreensão mais ampla sobre os resultados da aprendizagem.

A BNCC, ao estabelecer as dez competências gerais, define as aprendizagens essenciais a que o estudante tem direito. Já as competências específicas explicitam como as competências gerais se expressam em cada área do conhecimento. Diante disso, pode-se afirmar que as competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias apontam caminhos para o desenvolvimento das competências gerais, com abordagens de temas específicos dessa área do conhecimento.

As habilidades, por sua vez, correspondem às aprendizagens básicas para o desenvolvimento de competências específicas. Dessa forma, as habilidades de Ciências da Natureza e suas Tecnologias indicam os rumos para que as competências específicas sejam trabalhadas em sala de aula. Portanto, implementar o trabalho com a BNCC em sala de aula exige uma mudança de paradigma. Por exemplo, em determinado estudo, inúmeros conceitos de diferentes componentes curriculares podem ser englobados. Os professores desses componentes curriculares podem desenvolver atividades de seus componentes em parceria, nas quais é possível desenvolver uma ou mais habilidades da BNCC.

Nesta obra, os assuntos permitem que as habilidades possam ser desenvolvidas e/ou mobilizadas. Para auxiliar a identificar a necessidade de desenvolver

ou mobilizar uma habilidade, a coleção apresenta estratégias metodológicas que serão descritas posteriormente. Elas podem ser utilizadas pelo professor, de maneira a garantir que, ao final, as habilidades sejam eficientemente mobilizadas e auxiliem no desenvolvimento de uma competência, seja ela específica ou geral. Considerando que os estudantes já desenvolveram diversas habilidades durante o Ensino Fundamental, é possível que parte delas seja mobilizada nesta etapa de ensino, mas cabe ao professor tal discernimento.

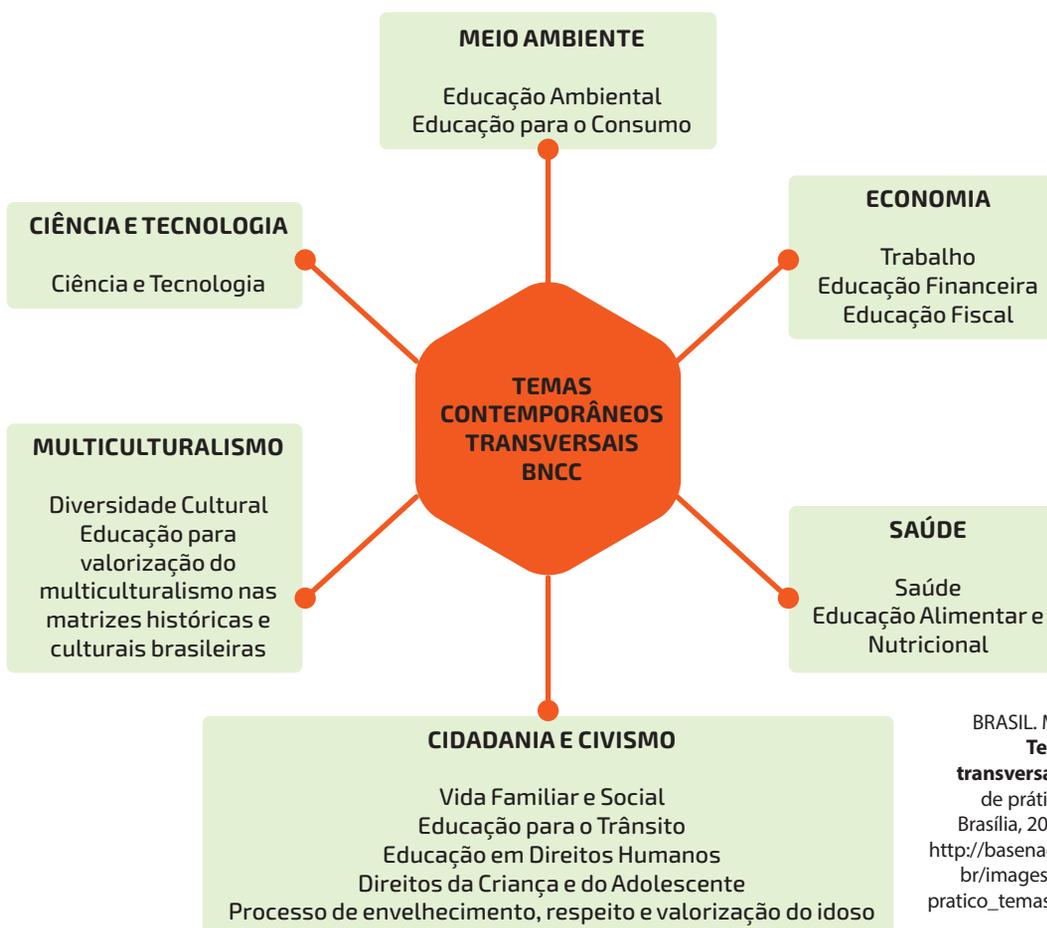
Os Temas Contemporâneos Transversais (TCTs)

Conforme a BNCC,

[...] cabe aos sistemas e redes de ensino, assim como às escolas, em suas respectivas esferas de autonomia e competência, incorporar aos currículos e às propostas pedagógicas a abordagem de temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora. [...]

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 19.

Assim, com essa finalidade, o Ministério da Educação estabeleceu 15 Temas Contemporâneos Transversais, ou TCTs, dispostos em seis macroáreas temáticas, conforme representa o esquema a seguir.



BRASIL. Ministério da Educação. **Temas contemporâneos transversais na BNCC: propostas de práticas de implementação**. Brasília, 2019. p. 7. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/guia_pratico_temas_contemporaneos.pdf. Acesso em: 8 set. 2020.

Os TCTs se relacionam com as situações da realidade contemporânea e correspondem a temas que não são objeto específico de nenhum componente curricular, podendo ser abordados pelas diferentes disciplinas. Eles têm como propósito abordar aspectos práticos da vida dos jovens que impactam a vida humana em escala local, regional e global.

A abordagem dos TCTs é, portanto, requisito essencial para a superação da fragmentação do conhecimento e para a formação integral do ser humano, com o desenvolvimento de uma visão ampla de mundo.

Nesta obra, os TCTs são trabalhados em diversos momentos, seja no texto principal, nas seções ou nas atividades, por meio de questões relativas a assuntos das diferentes macroáreas temáticas, em que os estudantes são levados, por exemplo, a avaliar os impactos causados pelas ações dos sujeitos no ambiente em que vivem, a refletir sobre modo de vida sustentável, abordando a questão do excesso de resíduos descartados no mundo e em nossa nação.

O ensino de Ciências da Natureza no século XXI

A falta do letramento científico pode fazer com que um cidadão venha a ter dificuldades na resolução de problemas de seu cotidiano, ou encontre soluções mais complexas, o que, por vezes, pode gerar impactos em diversas áreas de sua vida e/ou da sociedade, como impactos ambientais e financeiros. Dessa maneira, o comprometimento com o letramento científico na formação do cidadão se faz necessário, com destaque para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

O letramento científico seria uma ferramenta de resolução de problemas, dos indivíduos e das sociedades, e também uma abertura para novas visões de mundo, visto que é muito intensa a presença da Ciência e da Tecnologia e sua influência no modo como vivemos, pensamos e agimos hoje. Sobre essa presença, a BNCC considera que:

[...] do transporte aos eletrodomésticos; da telefonia celular à internet; dos sensores óticos aos equipamentos médicos; da biotecnologia aos programas de conservação ambiental; dos modelos submicroscópicos aos cosmológicos; do movimento das estrelas e galáxias às propriedades e transformações dos materiais. Além disso, questões globais e locais com as quais a Ciência e a Tecnologia estão envolvidas – como desmatamento, mudanças climáticas, energia nuclear e uso de transgênicos na agricultura – já passaram a incorporar as preocupações de muitos brasileiros. [...]

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 547.

Assim, a educação científica deve promover o pensamento crítico, encorajar a alfabetização científica em uma perspectiva social e instrumentalizar as pessoas, diariamente confrontadas por questões éticas e morais, próprias da excessiva oferta de informação na sociedade tecnológica.

O papel da cultura científica, nesse contexto, é a formação e a capacitação de cidadãos para compreender e modificar o mundo, extrapolando a visão reducionista e parcial de um ensino apenas atento às expectativas do mercado.

Especificamente na área de Ciências da Natureza, os objetivos educacionais incluem o letramento científico que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico) e de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências (BRASIL, 2018). Dessa forma, a principal característica é a atuação efetiva na vida cotidiana em função da importância do papel da ciência. Isso significa que a formação de uma população não deve se limitar à sua capacidade de ler e escrever, mas precisa envolver também uma alfabetização matemática, científica e tecnológica de qualidade, porque isso torna os indivíduos mais autônomos.

A BNCC propõe, para o Ensino Médio, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, competências e habilidades que garantam a formação integral dos estudantes, o desenvolvimento de uma percepção integrada das Ciências, aprofundando o letramento científico iniciado na etapa anterior da educação básica. Assim, na definição das competências específicas e das habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias foram priorizados conhecimentos levando-se em consideração a continuidade do proposto no Ensino Fundamental, sua relevância no ensino de Física, Química e Biologia e sua adequação ao Ensino Médio.

Nesse cenário, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe, para o Ensino Médio, o trabalho com as temáticas Matéria e Energia; Vida, Terra e Cosmos, como um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo, propostas para o Ensino Fundamental.

O atual papel do professor

Em um contexto de ensino com base em competências e habilidades, quais são as ações ou condutas esperadas do professor?

Neste contexto, ao papel essencial do professor, soma-se o de mediador da aprendizagem, orientando caminhos aos estudantes a fim de que sejam protagonistas na construção de seu conhecimento e desenvolvimento pessoal.

Durante este processo de mudanças, o professor deve ter em mente que suas decisões pedagógicas devem estar orientadas para o desenvolvimento de competências e habilidades, trazendo o estudante para seu papel de sujeito mais consciente e ativo, a desenvolver o aprendizado de forma crítica, autônoma, ética e responsável. Pode-se afirmar que o professor é um participante que simultaneamente ensina e aprende, num movimento de trocas com o estudante.

Esse conceito de aprendizagem centrada no estudante favorece o desenvolvimento do protagonismo juvenil e abre espaço a um modelo de produção coletiva, cooperativa, com compartilhamento do conhecimento. Reiterando, um modelo em que o professor passa a ser o mediador entre o conhecimento e o estudante.

Nesta obra há ênfase no estudante como protagonista de seu processo, e no professor como mediador desse processo. Assim, não se pretende que o estudante seja um receptor, e não se espera que o professor possua todos os conhecimentos envolvidos, mas sim que atue como incentivador e orientador do protagonismo dos jovens no processo de aprendizagem.

Educação, cidadania e valores

Cidadania é uma palavra usada com frequência, em diversos contextos e pode ser definida como:

[...] o direito de ter uma ideia e poder expressá-la. É poder votar em quem quiser sem constrangimento. É processar um médico que cometa um erro. É devolver um produto estragado e receber o dinheiro de volta. É o direito de ser negro sem ser discriminado, de praticar uma religião sem ser perseguido.

Há detalhes que parecem insignificantes, mas revelam estágios da cidadania: respeitar o sinal vermelho no trânsito, não jogar papel na rua [...] Por trás desse comportamento está o respeito à coisa pública.

O direito de ter direitos é uma conquista da humanidade. [...]

DIMENSTEIN, G. **O cidadão de papel**: a infância, a adolescência e os direitos humanos no Brasil. São Paulo: Ática, 2005. p. 12-13.

A noção de cidadania apoiada em direitos e deveres e no reconhecimento da diversidade social, econômica, racial e cultural contribui para uma educação que gera convívio e respeito entre os povos. Para isso, os estudantes devem ser confrontados a situações que envolvam respeito mútuo, justiça, solidariedade, empatia, resolução de conflitos, cooperação, direitos humanos, acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.

Na busca para a construção da cidadania, os valores merecem destaque. As temáticas dos valores e das habilidades socioemocionais não estavam explícitas nos currículos e programas das escolas. Agora, a BNCC traz essas dimensões para o centro dos objetivos da educação integral.



CENPIES DESIGN/SHUTTERSTOCK.COM

O texto a seguir aborda alguns aspectos da relevância dos valores na sociedade.

[...]

O nosso futuro depende, em parte, dos nossos valores. As tendências de consumismo e materialismo, embora insustentáveis a longo prazo, sofrem grande influência social e cultural e, portanto, podem mudar assim como podem alterar valores de uma cultura. Os valores sociais também determinam onde uma cultura em particular se encontra em uma sequência de vários valores, como antagonismo e tolerância, individualismo e coesão social, materialismo e busca por um significado mais profundo.

Quando começamos a considerar coletivamente os valores alternativos que seriam mais sustentáveis globalmente e de satisfação pessoal, estamos respondendo tanto aos incentivos, com base na necessidade e ansiedade em relação à direção em que nossos valores atuais estão nos levando, quanto aos desincentivos do desejo por sistemas sociais melhores, com base nos valores alterados.

Incentivos	Desincentivos
Ansiedade em relação ao futuro	Promessa de segurança e coesão social
Preocupação de que ajustes na política são insuficientes para evitar crises	Ética de assumir responsabilidade pessoal pelos outros, pela natureza e pelo futuro
Medo de perder a liberdade e as escolhas	Participação engajada na vida comunitária, política e cultural
Alienação devido à cultura dominante	Busca por significado pessoal e propósito
Estilos de vida estressantes	Tempo para paixão pessoal e ligações mais fortes com a natureza

FADEL, C.; BILIAK, M.; TRILLING, B. **Educação em quatro dimensões**: as competências que os estudantes precisam ter para atingir o sucesso. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2015.

Assim, tanto no novo Ensino Médio como nesta obra, as dimensões da cidadania, dos valores e das habilidades socioemocionais estão diretamente conectadas às intervenções pedagógicas.

Progressão da aprendizagem

No modelo da aprendizagem significativa os conceitos estão hierarquicamente organizados na estrutura cognitiva de um sujeito, e a aprendizagem depende de um vínculo de conceitos inclusores, já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Dessa forma, a aprendizagem é um processo de construção do conhecimento, em que o aprendiz utiliza o seu conhecimento anterior para construir o novo. Assim, aprender significa organizar e integrar o material na estrutura cognitiva. A construção dos significados conceituais depende de esquemas cognitivos prévios de cada estudante e da interação discursiva com o professor, que seleciona, organiza, sequência e comunica certo conteúdo. A estrutura cognitiva apresenta-se como uma hierarquia de conceitos, que são abstrações da experiência do indivíduo e que podem servir de base para a ancoragem de novas ideias ou conceitos (MOREIRA; MASINI, 2006).

Mas para que ocorra aprendizagem significativa é necessário que o material a ser aprendido seja incorporável à estrutura cognitiva do aprendiz também de modo não literal, mas com significado. Novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas, na medida em que os conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem às novas ideias e conceitos.

Um dos princípios da aprendizagem significativa é a organização dos conceitos em um processo denominado diferenciação progressiva, um movimento contínuo no qual os significados mais abrangentes se estabelecem em novas relações conceituais. Em contraste com a aprendizagem significativa, na aprendizagem mecânica, as novas informações têm pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes da estrutura cognitiva e, neste caso, pode-se dizer que a nova informação é armazenada de maneira arbitrária.

A aprendizagem, assim, caracteriza-se pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio de forma não literal e não arbitrária: o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em termos de significados, adquirindo mais estabilidade (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Seguindo este raciocínio, a estrutura conceitual se mantém de forma não rígida, mas busca as relações entre as significações conceituais e proposicionais, de acordo com as diferenças e similaridades, na busca de uma reconciliação integrativa entre os conceitos prévios e os que estão sendo incorporados nesta estrutura mental (AUSUBEL, 2000).

Esse processo de interiorização é mediado por interações e intercomunicações sociais, nas quais a linguagem é fundamental. Praticamente tudo o que chamamos de conhecimento é linguagem. Isso significa que a chave da compreensão de um conhecimento ou de um conteúdo é conhecer sua linguagem.

Problemas linguísticos estão relacionados à aquisição de uma cultura científica, pois o estudante precisa aprender a usar termos científicos específicos, mas às vezes não possui familiaridade com tais termos ou desconhece o significado do conceito. Além disso, o conhecimento científico é complexo e estruturado. Para construí-lo, os estudantes precisam traduzi-lo ou decodificá-lo com base no seu conhecimento prévio.

Considerando que cada modo comunicativo contribui de maneira especializada e cooperativa para dar significado e explicitar conceitos, o uso de multimodos de representação realizados nesta obra apresenta uma direta relação com a aprendizagem significativa de conceitos. Um episódio de ensino-aprendizagem se caracteriza pelo compartilhar de significados entre estudante e professor sobre conhecimentos veiculados por materiais educativos do currículo, onde há a busca da congruência de significados.

Há um reconhecimento entre os pesquisadores da área de que os significados das representações estão diretamente relacionados ao processo de construção e abstração de um conceito científico. Para que haja intercâmbio e “negociação” de significados, a linguagem torna-se um instrumento básico e essencial (MOREIRA; MASINI, 2006).

Assim, construção de novas significações não é vista como exclusivamente dependente da linguagem (escrita ou falada), mas como resultado da interação entre diversos sistemas de representação que incluem imagens, gráficos e diagramas, passando pelo uso de gestos e atividade física, como a observação e manipulação de objetos.

A percepção e a compreensão das características que definem um conceito são imprescindíveis para o aprendizado. E toda palavra, assim como cada figura, diagrama, equação, simbolismo envolvidos por trás das ações e dos procedimentos, pertencem a um contexto e são parte de uma possível troca de significados entre diferentes membros de uma comunidade.

Por isso, as dificuldades do aprendizado de Ciências da Natureza vão além dos problemas advindos das tentativas de apropriação da chamada “linguagem da ciência”. Aprender Ciências da Natureza não significa somente se apropriar do discurso científico ou decorar determinados termos científicos; aprender Ciências da Natureza é ultrapassar a esfera puramente conceitual e envolver simultaneamente a compreensão de diferentes linguagens.

Para que ocorra a aprendizagem significativa, o conhecimento deve ser explorado em um contexto diferente daquele que a aprendizagem ocorreu e os novos conhecimentos (conceitos, ideias, proposições, modelos ou fórmulas) passam a significar algo para o aprendiz, que se torna capaz de explicar situações ou resolver problemas com suas próprias palavras. Assim a aprendizagem passa a existir quando um mesmo conceito ou uma mesma proposição podem ser expressos de diferentes maneiras, mas com significados equivalentes.

Produção de análises críticas

Formular pensamento crítico pode ser confundido com buscar defeitos, ou também com outras atividades como participar de uma discussão, emitindo opinião e posicionando-se diante de problemas, muitas vezes fazendo ecoar ideias do senso comum.

O pensamento crítico reúne análises, avaliações, estabelecimento de relações entre diferentes saberes, reflexões sobre a vida diária e questionamento de valores. Tomando como foco do aprendizado os estudantes e suas experiências como jovens cidadãos, o processo escolar de ensino-aprendizagem deve estimular neles uma leitura de mundo sustentada em uma visão crítica da realidade. Ao analisar criticamente a realidade observada, ele toma decisões imprescindíveis para avançar nas demandas do século XXI.

É importante considerar que a análise crítica é fundamental também no processo de investigação científica. Sem ser capaz de realizar a análise crítica, o estudante não propõe soluções a problemas.

A produção de análises críticas está atrelada à ampliação das possibilidades de construção de sentidos, e isso requer: interesse e envolvimento com uma leitura apurada do material analisado ou do texto em questão, para entender melhor do que trata e quais são os argumentos apresentados; requer compreender o que este material analisado se propõe a fazer, identificando as passagens mais importantes dele; relacioná-lo com suas condições de produção e seu contexto sócio-histórico de circulação (leitor/audiência previstos, objetivos, pontos de vista e perspectivas, papel social do autor, época, gênero do discurso etc.), tudo isso para ampliar as possibilidades de construção de sentidos e, por fim, de análise crítica.

O pensamento crítico está atrelado à capacidade dos estudantes de efetuar bons julgamentos e responsabilizar-se por eles, com a sensibilidade de perceber o impacto das suas colocações. Da perspectiva escolar, é preciso levar os estudantes a ter critérios para distinguir a diferença entre exprimir o que se pensa a respeito de algo e a realização de análise crítica de algo. Isso requer habilidades de ordem prática, cognitiva e socioemocional, sobre as quais o jovem precisa de apoio e orientação do professor.

Nesta obra, são previstos momentos que levam o estudante a diferenciar o pensar crítico do pensar acrítico, por meio da realização de inúmeras atividades, com a mediação do professor, em que eles passam de conhecimentos superficiais ligados ao senso comum, a saberes estruturados, realizando a análise crítica da realidade e, conseqüentemente, buscando a autonomia diante das diversas situações cotidianas.

Capacidade argumentativa (oral e escrita)

Na contemporaneidade, a argumentação científica está em destaque no Ensino Médio, e possui papel importante na sustentação do ensino de Ciências Naturais. Assim, levar o jovem a tecer argumentos empregando dados deve ser objeto de ensino em discussões e práticas na escola, pois quando se pretende convencer outra pessoa de algo é necessário argumentar, em vez de emitir opiniões infundadas.

Conforme a competência geral 7 da BNCC, a argumentação deve ser feita:

[...] 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.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 9.

Apreender o mundo e expressar-se requer bons argumentos com base em fatos; portanto, o trabalho com os jovens demanda que suas colocações se fundamentem em observar fenômenos e coletar, analisar e sistematizar dados, fatos e informações, elaborando de modo mais claro e objetivo afirmações e conclusões sobre aquilo que observaram.

Em nossa realidade, com alta circulação de *fake news* é relevante que o estudante tenha intimidade com o processo de investigação científica e compreenda a necessidade de superar o senso comum e adotar uma visão objetiva da realidade, compreendendo a obtenção e a construção de dados como uma etapa indispensável na elaboração de seus argumentos. No ensino de Ciências, os estudantes se deparam com essa maturidade de argumentos pautados em conceitos científicos.

Nesta obra, o trabalho com desenvolvimento da capacidade argumentativa surge, por exemplo, quando há trocas de ideias entre os estudantes, momentos de interação, bate-papos, mesas-redondas e debates, com o professor atuando como mediador nesses processos. Nestes momentos, cabe ao professor valorizar a importância de refletir, coletar e analisar evidências e posicionar-se para defender ou refutar um argumento. E, os estudantes, ao avaliarem diferentes opções, precisam escolher a que considerarem mais confiável. Então, nessas atividades baseadas em argumentações, os estudantes se apropriam da linguagem científica e passam a estruturar enunciados, avançando no desenvolvimento da sua autonomia. O trabalho com esta obra em sala de aula propicia aos estudantes vivenciar momentos em que podem argumentar tanto na forma oral quanto na forma escrita, pois que cada uma dessas modalidades tem características próprias.

Enfim são variadas as situações propostas para os estudantes argumentarem, apresentarem evidências e desenvolverem o respeito por opiniões diferentes das suas. Com a argumentação, os estudantes participam de questões sociais e desenvolvem a capacidade de tomar decisões, ações necessárias ao pleno exercício da cidadania.

Nível inferencial em processos de leitura

A competência leitora é tão indispensável à formação integral dos estudantes, que é abordada pela BNCC em todas as etapas da Educação Básica.

Um leitor, ao realizar um procedimento de leitura, interage com o texto e o contexto no qual está inserido. A qualidade da sua leitura está intimamente conectada à qualidade das suas inferências. E quando ele faz essas conjeturas a partir do que lê, é com sua capacidade inferencial que o faz. Daí a relevância deste tema ser abordado no processo de ensino e aprendizagem.

A capacidade inferencial é ferramenta para o estudante ir além de um primeiro entendimento do texto, associando as informações explícitas às informações que possui. Nesse processo, percebe elementos não explicitamente indicados no texto e estabelece conexão de ideias, para então concluir algo e gerar sentido para o texto.

Inferência é o resultado de um processo cognitivo por meio do qual uma assertiva é feita a respeito de algo desconhecido, tendo como base uma observação. No dia a dia, é possível, por exemplo, inferir a riqueza de uma pessoa pela observação do seu modo de vida, a gravidade de um acidente de trânsito pelo estado dos veículos envolvidos e o sabor de um alimento pelo seu aroma. A inferência revela-se como uma conclusão de um raciocínio, uma expectativa, fundamentada em um indício, uma circunstância ou uma pista. Assim, fundamentando-se em uma observação ou em uma proposição são estabelecidas algumas relações – evidentes ou prováveis – e chega-se a uma conclusão decorrente do que se captou ou julgou.

DELL'ISOLA, R. L. P. Inferência na leitura. In: **Glossário Ceale**. Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Disponível em: <http://ceale.fae.ufmg.br/app/webroot/glossarioceale/verbetes/inferencia-na-leitura>. Acesso em: 18 set. 2020.

Quanto mais amplo esse seu repertório de conhecimentos, mais capaz é de compreender um texto, uma vez que a inferência não está no texto, mas na leitura, e se dá à medida que o leitor vai interagindo com o que lê. A leitura inferencial tem como resultado os sentidos do texto, e tais sentidos não estão prontos no texto à espera do leitor. Há um processamento das informações pelo leitor, sustentado pelo seu próprio repertório de conhecimentos, de vivências, de ideias etc.

Nesta obra, a leitura inferencial é realizada por meio de inúmeras atividades: os estudantes são desafiados a debater assuntos e negociar sentidos, a partir da leitura de textos escritos, de imagens, de gráficos, de esquemas, de tabelas. O estudante quando lê um texto, na situação de aprendizagem dada, é levado a interagir com este texto e, ao mesmo tempo, desenvolver sua capacidade de realizar suposições sobre ele, considerando informações não explícitas, elaborando hipóteses sobre o que ocorrerá, pronunciando interpretações do que está subentendido. Isso evidencia que as inferências são de diversos tipos na obra.

A capacidade de inferência do estudante, assim como outras, pode variar muito de acordo com o seu perfil sociocultural, com suas necessidades especiais, caso as tenha, ou com seu nível de desenvolvimento intelectual. Por isso, a avaliação do nível inferencial do estudante deve ser feita prioritariamente de maneira particularizada, considerando o progresso individual dele, no desenvolvimento das atividades e na aquisição de novas capacidades.

É por meio da leitura inferencial que um leitor identifica problemas de seu entorno e propõe soluções para eles, com protagonismo. Dessa forma, é importante enfatizar que a capacidade de leitura inferencial de um estudante é muito relevante para ajudá-lo a converter conhecimentos em propostas de soluções de problemas e transformações na trajetória de vida.

Pensamento computacional

As sociedades atuais são fortemente marcadas pelo desenvolvimento tecnológico e vêm passando por profundas transformações nas relações humanas e de trabalho. A computação e as tecnologias digitais de informação e comunicação estão cada vez mais presentes na vida, em ambientes profissionais, em escolas, em nossos bolsos, em nossas casas, em nossos automóveis.

A tendência é essa característica se intensificar ainda mais. Assim, muito se ouve falar que as estratégias didáticas devem favorecer o **desenvolvimento do pensamento computacional dos estudantes, ou seja**, o uso da lógica de programação para a resolução de um problema.

O Pensamento Computacional é uma distinta capacidade criativa, crítica e estratégica humana de saber utilizar os fundamentos da Computação nas mais diversas áreas do conhecimento, com a finalidade de identificar e resolver problemas, de maneira individual ou colaborativa, através de passos claros, de tal forma que uma pessoa ou uma máquina possam executá-los eficazmente.

BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do Pensamento Computacional através de atividades desplugadas na Educação Básica**. Tese (Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/172208/001054290.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 27 de jul. 2020.

Segundo a BNCC:

[...] pensamento computacional: envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos;

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 474.

O pensamento computacional caracteriza-se como uma estratégia para identificar e resolver problemas, de maneira individual ou colaborativa, mediante a utilização de etapas organizadas e sintetizadas em: decomposição do problema; capacidade de abstração; pensamento algorítmico e reconhecimento de padrões. Em alguns momentos, cada uma dessas etapas é explorada nesta obra. Elas podem ser caracterizadas da seguinte forma:

- **Decomposição do problema:** Compreende análise de problema complexo, dividindo-o em partes menores e mais simples, o que possibilita aos estudantes visualizar os detalhes do problema.
- **Capacidade de abstração:** Foco, filtragem e classificação dos elementos mais relevantes para a resolução do problema.
- **Pensamento algorítmico:** Criação de uma sequência de passos, um plano, para a resolução do problema. Um conjunto de regras ou instruções claras e indispensáveis à resolução do problema.
- **Reconhecimento de padrões:** Com o objetivo de facilitar um trabalho, resolvendo-o de modo mais eficiente, a solução aplicada a um determinado problema pode ser replicada em outras situações.

Para o jovem viver em uma sociedade em constante mudança, em que se prepara para profissões que ainda nem existem, é uma necessidade urgente que ele entre em contato com conceitos que o auxiliem a atuar de modo mais integrado ao universo digital, considerando essa ágil evolução permanente.

Diante das tecnologia que têm impactado o mundo, ter conhecimentos de computação, distinguir o pensamento computacional e suas habilidades se tornou muito relevante, por isso a sua incorporação ao processo de ensino-aprendizagem, por seu potencial de organizar os procedimentos dos estudantes, enriquecer a prática docente e propiciar a eles uma atuação criativa e mais domínio do processo de construção do conhecimento.

Orientações metodológicas

A diversificação dos métodos e das estratégias de ensino

No Livro do estudante, diversas são as estratégias de ensino utilizadas para a condução dos assuntos, de maneira a expandir as oportunidades de aprendizado. Estratégias como levantamento de conhecimentos prévios, contextualização, problematização, atividades práticas e outras estratégias enriquecem as abordagens dos temas, dos conteúdos e do trabalho com as competências e habilidades. Além disso, são sugeridos acessos a sites, filmes, livros e visitas a espaços não formais de aprendizagem.

Levantamento de conhecimento prévio: mapear conhecimentos, habilidades, atitudes e valores

É recorrente a ideia de que aquilo que cada estudante já sabe é a estrutura que torna possível o saber mais. Portanto, um trabalho inicial do professor, ao abordar um novo tema, deve ser o mapeamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre os temas tratados, identificando alguns valores, certas competências e habilidades já em desenvolvimento ou não por eles, o que possibilita ao professor ter algumas noções sobre o modo como os estudantes se percebem e concebem o mundo, assim como suas ideias para o futuro.

Atualmente, é uma característica da prática dos professores considerar que os estudantes passam de um conhecimento mais simples a outro mais elaborado e assim iniciar a abordagem de um conteúdo identificando o que eles conhecem efetivamente sobre o que será tratado. Quem primeiramente observou a importância dessa prática foi o cientista suíço Jean Piaget (1896 – 1980). Este tema também ganhou a atenção do estadunidense psicólogo da educação, David Ausubel (1918-2008), para quem, a ideia-âncora do estudante, ou seja, aquilo que ele já sabe é a ponte para a construção de um novo conhecimento por meio da reconfiguração das estruturas mentais existentes ou elaboração de novas.

Ainda que a maioria dos professores já considere que produzir conhecimento é esse processo de sucessivas fases, algumas reflexões se fazem necessárias: mapear conhecimentos prévios dos estudantes precisa ser uma prática esclarecida, para de fato influenciar o aprendizado do estudante com aquilo que é levantado sobre o que cada um já sabe. Não raramente, professores realizam o mapeamento, sondam as ideias-âncora dos estudantes, contudo, o resultado deste mapeamento não influencia o planejamento do trabalho cotidiano. É necessária a intervenção na prática docente a partir do mapeamento realizado.

Outro ponto que requerer reflexão é o modo por meio do qual são identificados os saberes dos estudantes. Para essa identificação é importante levá-los a desafios para que se vejam na necessidade de mobilizar o que possuem para resolvê-los. Muitas vezes, apenas conversar com os estudantes sobre o que já sabem não é suficiente.

Assim, é necessário, para a intervenção verdadeiramente eficaz na sua prática, que o professor considere que, os conhecimentos prévios podem também ser esse obstáculo. E ter a consciência desse obstáculo também é fundamental para o professor criar as condições para a aprendizagem, quem sabe usar o obstáculo como uma contribuição, para propor um processo de ensino e aprendizagem de acordo com seus estudantes.

Com base nestas premissas, o levantamento de conhecimento prévio se torna uma excelente oportunidade para mapear conhecimentos, habilidades, atitudes e valores dos estudantes, o que significa considerar heterogeneidade dos saberes, assim como níveis de interesse diversos, alguns com mais facilidade para determinados temas, ou dificuldades. Cada estudante é singular, e isso se revela em sua maneira de ser, de relacionar-se e aprender.

Esse é um dos grandes desafios da prática docente, ter clareza da diversidade dos estudantes em uma mesma turma e apresentar saídas para que se sintam integrados, seguros e com condição de realizar o trabalho proposto, com autonomia crescente.

Após o diagnóstico inicial, diante das necessidades individuais dos jovens, as estratégias educacionais podem ser ajustadas de várias maneiras, como por exemplo, no lugar de um registro escrito, pode se optar por outra prática de linguagem que leve o estudante a ampliar sua capacidade expressiva. Outra alternativa é explorar diferentes arranjos entre os estudantes, iniciando com trabalho coletivo, seguido de atividade individual, ou ao contrário, iniciando com trabalho individual seguido de atividade em duplas, trios ou grupos maiores. O momento individual serviria para reflexões e registros pessoais, para avaliar o que o estudante aprendeu, ou o que lhe falta aprender. Os grupos maiores possibilitariam o desenvolvimento de inúmeras competências determinadas pela BNCC.

É plausível o professor dosar ocasiões em que os estudantes organizam os próprios grupos de trabalho e aquelas em que ele intencionalmente determina tais grupos. Dessa forma, é possível reduzir práticas de segregação entre os estudantes, caso ocorram na sala de aula.

Outro procedimento que pode favorecer bons resultados é a composição de grupos misturando níveis distintos de conhecimento conceitual. Contudo, cabe ao professor observar como cada estudante se comporta nos grupos, visto que essa prática é benéfica desde que haja um diálogo de qualidade entre os componentes.

Com base no mapeamento e diagnóstico realizado, outras possibilidades estratégicas surgem ao professor: trabalhos com conceitos e conteúdos podem ser realizados com mais detalhamento e compassadamente ou com mais agilidade; sequências de atividades podem ser revistas; determinadas atividades podem ser eliminadas ou acrescidas, de acordo com cada estudante, seu nível de aprendizagem e desenvolvimento e seus contextos.

Nesta obra, as atividades de mapeamento são feitas por meio de levantamentos de conhecimentos prévios dos estudantes, principalmente nos inícios de unidades e temas. As atividades de mapeamento, no entanto, podem ser realizadas em outros momentos nos quais o professor sinta a necessidade, como nas atividades propostas, o que possibilita, por exemplo, avançar ou se demorar em um conteúdo respeitando o tempo de aprendizagem e as limitações dos estudantes, considerando os diferentes estágios no desenvolvimento de uma competência ou de uma habilidade de cada um deles. Esse aprendizado pode continuar por toda a vida.

Contextualização

Uma pergunta que sempre reverbera: o que se requer para levar o jovem a aplicar os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos e comprometer-se com o seu letramento científico?

A ideia de contextualização do conhecimento escolar é tarefa fundamental para a atribuição de sentidos e significados a ele. Segundo a BNCC, a escola que acolhe as juventudes precisa se estruturar de maneira a garantir a contextualização dos conhecimentos, articulando as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura.

Tal contextualização é uma tarefa imprescindível. Das operações mais simples às mais elaboradas, os estudantes devem ser instigados a aprender a contextualizar, superando a fragmentação de conteúdos. O estudante quando levado a contextualizar o conhecimento escolar confere mais significado a ele.

A BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais no que se refere à contextualização social, cultural, ambiental e histórica dos conhecimentos, o que favorece a apreensão deles e intervenção na realidade.

Contextualizar, enxergar aplicabilidade no que é tratado na escola, fomenta experiências significativas de exercício do protagonismo juvenil; traz naturalidade à articulação com as demais áreas do currículo, os interesses e as escolhas pessoais dos jovens; coopera para a aprendizagem conceitual mais efetiva. Isso leva, naturalmente, a uma ação consciente sobre a realidade.

Essa abordagem envolve um esforço para realizar transposições didáticas, contextualizar e humanizar a ciência escolar, para que mais facilmente e mais cedo se desperte o gosto pelo seu estudo.

O conhecimento contextualizado, derivado das situações vividas pelo educando, deixa de ser passivo. Para isso, a Ciência deve apoiar-se em currículos vinculados à realidade, ao mundo. Quanto mais articulação, flexibilidade e dinamismo no currículo, mais conexões existirão entre conceito científico e realidade, acelerando o letramento científico. Nesta obra, a contextualização está presente no início das unidades e dos temas, bem como em exemplificações do texto principal, em atividades e em seções.

Problematização

Segundo a BNCC, a escola que acolhe as juventudes deve permitir aos estudantes construir projetos pessoais e coletivos apoiados em solidariedade, cooperação, sustentabilidade e outros elementos.

Nessa perspectiva, a resolução de problemas consiste em ferramenta que pode beneficiar esse caminho. Na metodologia de resolução de problemas, o estudante assume o papel de agente de construção dos próprios conhecimentos, pois estimula a capacidade de pensar sobre os problemas apresentados e os possíveis recursos que serão utilizadas para resolvê-los.

É muito importante criar um clima com os estudantes de verdadeiro desafio intelectual, e isso é mais facilmente alcançado se a situação de aprendizado for elaborada a partir de situações reais do cotidiano do estudante, o que possibilita que sejam efetivamente problemas significativos, condição para o processo de problematização.

A obra traz problematizações trabalhadas em grupos e, assim, permite que habilidades e competências relacionadas ao trabalho em equipe sejam desenvolvidas. Cada estudante, no primeiro momento, contribui com seus conhecimentos e experiências prévias e com os conhecimentos adquiridos, para cooperar com o grupo e solucionar o problema.

Nessa metodologia, o levantamento de dúvidas sobre a resolução do problema vai fazer com que os educandos mobilizem aspectos cognitivos específicos. O problema deve motivá-los a buscar o conhecimento, respaldados em conceitos científicos.

Para isso, várias atividades da obra são centradas no estudante, que assume um papel ativo e responsável pelo seu aprendizado, sendo motivado a buscar informações relevantes para o desenvolvimento das tarefas. Nessa perspectiva, os conhecimentos conceituais da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias constituem uma base que lhes permite investigar, analisar, discutir, compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais.

Atividades práticas

Diante as inúmeras mudanças que a nova proposta de Ensino Médio traz para a escola, para os professores e para os estudantes, espera-se que sejam realizadas mais atividades práticas, nas quais o estudante deve ser protagonista da produção do conhecimento. Essas atividades têm como objetivos a observação, a demonstração e a manipulação de materiais de fácil acesso, de maneira a oferecer aos estudantes as mais diversas possibilidades de aproximações práticas dos temas investigados.

Ao ofertar propostas de atividades práticas, é possível ampliar o protagonismo do estudante, omitindo determinadas etapas, sejam de procedimentos ou mesmo de materiais, de maneira que eles possam se aproximar da vivência de metodologias científicas, da observação de fenômenos, do registro sistematizado de dados, da formulação e do teste de hipóteses e da inferência de conclusões, como ocorre nesta obra. Durante a prática, o professor pode solicitar aos estudantes que apresentem expectativas de resultados, expliquem aqueles obtidos na demonstração e os comparem aos esperados, sempre orientando discussões e levantando problemas.

Assim, atividade prática é muito mais que ilustrar a teoria, ela une a interpretação do sujeito aos fenômenos. Sua importância se revela no auxílio à compreensão de fatos e fenômenos explicados pelos conceitos. Por fim, atividades práticas podem contribuir para a superação de obstáculos da aprendizagem, visto que garantem um espaço de demonstração, reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, facilitando também a fixação de conteúdos. Importa dizer ainda que concomitantemente favorecem a construção de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais e o desenvolvimento de habilidades como cooperação, concentração, organização e manipulação de materiais.

Espaços não formais de aprendizagem

A educação é um processo que não acontece somente no espaço da escola e não se limita ao período em que o estudante permanece sob as atividades escolares, em formação. É necessário que as estratégias utilizadas com estudantes englobem a escola e a comunidade, discutindo propostas de expansão dos espaços educativos, tudo visando à melhoria da coletividade e do bem comum.

É necessário, diante disso, desenvolver ações em ambientes fora do espaço formal escolar, como centros culturais, museus, jardins botânicos, clubes de ciências, trabalhos de campo, entre outros espaços não formais de aprendizagem, presentes nesta obra no boxe Espaços de aprendizagem. E os estudantes devem reconhecer a existência desses diferentes tipos de espaços.

Isso fará com que percebam que existem outras bases de produção, circulação e transmissão de conhecimentos, que podem se entrecruzar com aquelas bases consideradas consagradas nos espaços formais de produção de saber. Assim, fazer uso de metodologias de ensino variadas, enfatizando a visita a espaços não formais de aprendizagem possibilita refletir sobre a importância de planejar atividades extraclasse. Muitas sensações despertadas em uma visita a espaço não formal não poderiam surgir em um contexto de sala de aula.

Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)

A preocupação com as transformações causadas na realidade pelas tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) é manifestada na BNCC logo nas competências gerais para a Educação Básica.

Na atualidade, o funcionamento da sociedade e do mundo do trabalho são fortemente impactados pelas TDIC, que influenciam cada vez mais a dinâmica da vida das pessoas em ambientes profissionais, escolas, casas, automóveis. Outro ponto que requer o cuidado da escola e para o qual a BNCC chama a atenção é o fato de grande parte das informações produzidas pela humanidade estar armazenada digitalmente.

Assim, a escola deve garantir aos jovens oportunidades de aprendizagens para atuar nesse cenário, preparando-os para profissões que ainda não existem, para o uso de tecnologias que ainda não foram inventadas e para resolver problemas ainda desconhecidos.

As TDIC, ao mesmo tempo, vão afetando muitas profissões e criando novos modelos de trabalho com base na internet. E esses impactos representam apenas uma situação embrionária do que os seres humanos vão experimentar nas próximas décadas, com o ritmo de mudanças cada vez mais veloz.

Se as TDIC são responsáveis por todo esse impacto, à escola que acolhe as juventudes cabe o papel de participar dessa realidade. Para auxiliar nesse propósito, a obra optou pela abordagem das TDIC em atividades que desafiam os estudantes a produzir novos gêneros digitais, além de envolvê-los em ações de seleção, validação, tratamento e organização de informação, responsabilizando-os pela curadoria e confiabilidade dela, e também pelo recorte e foco no que é essencial, sendo orientado sobre a abundância de informações nos ambientes digitais e a profusão de informações falsas.

A obra ainda apresenta atividades que despertam o interesse do estudante e sua identificação com o mundo digital e as TDIC, por meio de sugestões de pesquisas na internet, compartilhamentos em mídias sociais, desenvolvimento de trabalhos em *softwares* de apresentações de *slides* e outros.

Por fim, é importante refletir de acordo com a BNCC, que é preciso garantir às juventudes o direito de acesso às práticas dos letramentos valorizados, trazendo para o processo de ensino

e aprendizagem novos gêneros que surgem ou se transformam com as TDIC, como *post*, *meme*, *playlist* comentadas, e também:

[...] novas ações, procedimentos e atividades (curtir, comentar, redistribuir, compartilhar, taggear, seguir/ser seguido, remidiar, remixar, curar, colecionar/descolecionar, colaborar etc.) que supõem o desenvolvimento de outras habilidades.[...]

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. p. 487.

A abordagem da história da Ciência

A história da Ciência tem como prioridade o estudo de episódios fundamentais do trajeto do pensamento científico. E o trabalho escolar com a história da Ciência dá ao estudante subsídios para que ele tenha melhor entendimento sobre a construção da ciência e o trabalho do cientista.

A importância desse trabalho também está em realizar a contextualização histórica dos conhecimentos da área, fundamental para que a Ciência seja compreendida como construção humana e social e que sejam analisados os recursos intelectuais e práticos dos quais um cientista dispunha em dado contexto histórico.

Assim, é essencial refletir sobre a qualidade dessa contextualização histórica, ela não se restringe apenas à menção a nomes de cientistas e a datas da história da Ciência. Essa contextualização histórica dos conhecimentos da área supera ainda a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas.

O trabalho com a história da Ciência enfatiza a relação do cientista com o seu tempo, e a Ciência não é uma atividade que pode ser ensinada isolada da sociedade e da cultura, pois o seu desenvolvimento está diretamente vinculado aos aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais. A abordagem histórica nas aulas de Ciências da Natureza, presente em variados momentos nesta obra, coopera para a cultura do estudante e auxilia na resolução de problemas.

Sendo assim, a aprendizagem dos estudantes deve valorizar a aplicação dos conhecimentos em sua vida individual, em seus projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo deles no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde e outras. Competências específicas e habilidades propostas para o Ensino Médio exploram situações-problema envolvendo melhoria da qualidade de vida, segurança, sustentabilidade, diversidade étnica e cultural, entre outras.

O trabalho com a história da Ciência leva os estudantes a aprofundarem e ampliarem suas reflexões a respeito dos contextos de produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico. E quando há a aproximação com a natureza do trabalho científico há a melhor compreensão de como se constroem e se modificam os conhecimentos científicos.

O dinamismo da Ciência está presente em um percurso histórico, enquanto conquista humana, com carácter evolutivo, progressivo e não linear. Por isso, é importante que o estudante perceba a Ciência como construção humana e que seus principais processos, práticas e procedimentos investigativos são derivados de erros e acertos, que geram mudanças em conceitos e teorias.

O planejamento das aulas

Com sua organização e planejamento, os docentes da área devem avançar no processo de implementação da BNCC, buscando promover a aprendizagem dos sujeitos na perspectiva da Educação Integral, o que requer um planejamento integrado e com propostas integradoras. Para o bom andamento de um trabalho que tem como objetivo principal o desenvolvimento de competências e habilidades, é necessário que os professores atuem de maneira colaborativa com seus pares.

Trabalhar coletivamente no planejamento promove a integração necessária entre as disciplinas. Conforme apregoado na BNCC, a organização do Ensino Médio por áreas não exclui necessariamente as disciplinas, com suas especificidades e saberes próprios historicamente construídos, mas, sim, implica o fortalecimento das relações entre elas.

No trabalho colaborativo dos docentes com seus pares, ao compartilhar recursos e ações pedagógicas, eles transformam o planejamento em um diálogo investigativo que facilita a inovação, considerando que aprender é algo dinâmico.

Outro ponto relevante a destacar é a diversificação do planejamento, como a realização de atividades de forma coletiva, exposições do professor, exercícios individuais, entre outros. Esses itens, sem a pretensão de esgotar o tema, trazem uma visão geral dos professores atuais diante da tarefa de planejar as aulas.

É importante que um planejamento seja revisitado no decorrer no processo, e caso necessário sejam feitas correções de rota. Os professores devem ficar livres para realizarem ajustes, que podem tornar o trabalho viável e mais relevante para os estudantes e a realidade local. Nessa perspectiva, os professores podem intervir na obra, adaptar questões, eliminar determinadas atividades, acrescentar ou modificar atividades, sempre considerando interesses e necessidades dos jovens.

As avaliações, que permitem aferir o desenvolvimento dos estudantes, permitem também identificar as intervenções que são necessárias no planejamento inicial, para que se transforme em um planejamento mais adequado à turma e à escola.

Sendo o protagonismo juvenil um objetivo das práticas escolares, se o planejamento não é capaz de fazer os estudantes se engajarem, isso fornece indícios de que ele precisa ser ajustado, pois se falta o protagonismo, o estudante permanece um agente passivo em sua aprendizagem.

Avaliação

Tradicionalmente, a avaliação valorizada por famílias e pela sociedade, e muitas vezes pelos próprios estudantes, é aquela que mede e quantifica o aprendizado. Por isso, é urgente que concepções mais atuais de avaliação circulem socialmente e estejam mais presentes, transformando a avaliação em um diálogo contínuo entre professor e estudante, para eliminar seu caráter punitivo e excludente, restrito à medição de resultados, e passar a avaliar o estudante de maneira formativa e continuada, além de possibilitar ao professor ter clareza do que funcionou ao longo do processo e daquilo que precisa ser ajustado.

Como seria se a avaliação não fosse algo anexado ao final do processo de ensino-aprendizagem, mas passasse a integrá-lo? Avaliação é ferramenta que o professor possui para diagnosticar, analisar, sistematizar e orientar suas ações pedagógicas.

Assim, sugere-se que a avaliação inicial no processo de ensino-aprendizagem

seja uma avaliação diagnóstica, para identificar evidências do que os estudantes sabem, trazer à tona conhecimentos prévios deles sobre o tema a ser estudado e quais são as formas de aprendizagem mais adequadas a eles, diante de suas singularidades e seus contextos.

Ao longo das atividades, é fundamental que ocorra avaliação formativa, que pode se dar por vários instrumentos: comentários, feedbacks individuais ou para pequenos grupos, ou ainda para a turma inteira, conversas informais, relatórios escritos com pontos positivos e pontos a melhorar, breves anotações escritas, roteiros de avaliação, rubricas, entre outros. A finalidade da avaliação formativa é contribuir com a trajetória de aprendizagem do estudante e também dilatar a visão do professor para perceber se são necessárias adaptações nas próximas etapas do trabalho.

É muito relevante que o processo de avaliação seja claro, e os estudantes sejam estimulados a refletir sobre o próprio comportamento e aprendizado. Assim, é essencial compartilhar com eles detalhes do processo avaliativo, considerando diferentes modalidades de avaliação, cada uma conectada a seu objetivo. E o professor, em seu papel de mediador, deve ter a avaliação como instrumento de construção de conhecimento compartilhado, não como um ato de controle, que tornaria a avaliação uma forma de seleção, exclusão e competição.

Enfatiza-se a importância de haver um canal de comunicação entre estudantes e professor, para que a avaliação, por meio de cada instrumento, contemple o desenvolvimento das competências e habilidades da BNCC.

A ação avaliativa também está presente no momento final de um processo, para recapitulação, o que caracteriza a avaliação somativa. Para o professor serve para verificação dos aprendizados consolidados e autoavaliação de seu próprio trabalho.

Os critérios da avaliação, seja formativa ou somativa, precisam ser apresentados e discutidos coletivamente com os estudantes, antes de sua aplicação, para que saibam como e sob quais aspectos serão avaliados. O resultado de toda avaliação deve ser devolvido ao estudante e revisado com ele, para perceber o ensino como um processo, o que implica rever os motivos dos erros a fim de avançar na aprendizagem.

Por exemplo, em caso de testes ou provas escritas, após a sua aplicação, é importante o professor explicar novamente aos estudantes quais foram seus critérios, reler as questões, discutir as respostas e retomar o trabalho realizado em sala de aula, para que a avaliação faça sentido.

Considerando o exposto, o processo de avaliação nesta obra está presente desde a abertura das unidades, permeando os temas e por meio da apresentação de textos e imagens e questionamentos que propiciam conversas, produções textuais, debates, seminários, apresentações digitais, rodas de conversa, relatórios, gravações de vídeos, entre outros.

Referências bibliográficas comentadas

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

- Nesta obra, o autor trata do conhecimento como um produto significativo de um processo que envolve a interação entre ideias anteriores da estrutura dos conhecimentos do aprendiz para adquirir e reter outros conhecimentos.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

- Os autores tratam do papel e da amplitude da psicologia educacional, da aprendizagem significativa, da aquisição e do uso de conceitos, entre outras abordagens como fatores afetivos e sociais na aprendizagem.

BACICH, L.; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

- O livro apresenta práticas pedagógicas que valorizam o protagonismo dos estudantes. Uma reunião de capítulos de autores brasileiros que analisam por que e para que usar metodologias ativas na educação.

BAUMAN, Z. **Identidade**. Tradução de Carlos Alberto Medeiros. Rio de Janeiro: Zahar, 2005.

- O autor aborda a importante e atual questão acerca da construção da identidade no contexto atual, em que a sociedade passa de uma identidade sólida para uma identidade líquida, que oscila na maior parte do tempo.

BRACKMANN, C. P. **Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica**. Tese (Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/172208/001054290.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 set. 2020.

- Nesta tese, o autor aborda o pensamento computacional, abordagem de ensino que usa técnicas oriundas da Ciência da Computação, que vem gerando um novo foco educacional, visto que computadores impactam em quase todos os aspectos de nossas vidas e as escolas precisam acompanhar esse caminho sem volta.

BRASIL. **Lei n. 13.415, de 2017**. Altera as Leis n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho – CLT, aprovada pelo Decreto-Lei n. 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei n. 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei n. 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília: Secretaria-Geral, 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm. Acesso em: 18 set. 2020.

- Lei que institui a política de fomento à implementação de escolas de Ensino Médio em tempo Integral.

BRASIL. Ministério da Educação. **Aprendizagem significativa**: breve discussão acerca do conceito. Disponível em: <http://basenacional-comum.mec.gov.br/implementacao/praticas/caderno-de-praticas/aprofundamentos/191-aprendizagem-significativa-breve-discussao-acerca-do-conceito>. Acesso em: 18 set. 2020.

- Nesta breve discussão sobre aprendizagem significativa, afirma-se que o conhecimento existente na estrutura de conhecimentos do sujeito permite dar significado a um novo conhecimento.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 18 set. 2020.

- A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da Educação Básica.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de implementação do Novo Ensino Médio**. Disponível em: <http://novoensinomedio.mec.gov.br/#/guia>. Acesso em: 18 set. 2020.

- Este guia tem o objetivo de auxiliar técnicos das redes de ensino e gestores escolares na efetivação das mudanças previstas na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB).

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução n. 3, de 21 novembro de 2018**. Atualiza as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio. Brasília, DF, 21 nov. 2018. Disponível em: <http://novoensinomedio.mec.gov.br/resources/downloads/pdf/dcnem.pdf>. Acesso em: 18 set. 2020

- Documento com as normas obrigatórias para este segmento da Educação Básica que orientam o planejamento curricular das escolas e dos sistemas de ensino.

BRASIL. Ministério da Educação. **Temas contemporâneos transversais na BNCC**: Propostas de práticas de implementação. Brasília, DF, 2019. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/guia_pratico_temas_contemporaneos.pdf. Acesso em: 8 set. 2020.

- Material que complementa a abordagem dos temas contemporâneos presentes na BNCC, promovendo sua relevância para o desenvolvimento cidadão dos estudantes.

DAMON, W. **O que o jovem quer da vida?**: como pais e professores podem orientar e motivar os adolescentes. São Paulo: Summus, 2009.

- Nesta obra, o autor analisa por que tantos jovens não conseguem se dedicar a algo que traga realizações para si e para o coletivo e mostra o que pensam jovens bem-sucedidos.

DELL'ISOLA, R. L. P. Inferência na leitura. In: **GLOSSÁRIO Ceale**. Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Disponível em: <http://ceale.fae.ufmg.br/app/webroot/glossarioceale/verbetes/inferencia-na-leitura>. Acesso em: 18 set. 2020.

- Neste texto sobre leitura inferencial, afirma-se que o resultado da compreensão de um texto depende da qualidade das inferências geradas em sua leitura.

DIMENSTEIN, G. **O cidadão de papel**: a infância, a adolescência e os direitos humanos no Brasil. São Paulo: Ática, 2005.

- O livro tem o objetivo de levar para a sala de aula a discussão da cidadania em nosso país, de modo inovador e crítico.

FADEL, C.; BILIAK, M.; TRILLING, B. **Educação em quatro dimensões**: as competências que os estudantes precisam ter para atingir o sucesso. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2015.

- A obra destaca necessidades de transformações na educação, além de ser uma discussão sobre as competências de que nossos estudantes precisam para prosperar no mundo atual e futuro.

KLEIMAN, A. **Leitura**: ensino e pesquisa. Campinas: Pontes, 2001.

- O livro busca reavaliar o que está proposto nas escolas na área de leitura e a coerência entre fundamentação teórica e ação prática.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. 2. ed. São Paulo: Centauro Editora, 2006.

- Nesse livro, a aprendizagem significativa é apresentada como interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos: um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto.

O QUE é pensamento computacional? **Pensamento Computacional**. c2020. Disponível em: <http://www.computacional.com.br/#oqueeh>. Acesso em: 18 set. 2020.

- Este artigo trata o tema pensamento computacional como uma abordagem feita nas mais diversas áreas do conhecimento para resolução de problemas utilizando os fundamentos da computação.

Orientações específicas para este volume

As orientações específicas para este volume estão organizadas neste Manual do professor de maneira a facilitar seu trabalho. Elas são complementadas por seções que auxiliam o desenvolvimento dos conteúdos do Livro do estudante, possibilitando práticas de trabalho mais assertivas e dinâmicas, sempre norteadas pela BNCC. Além disso, são oferecidas oportunidades de aprofundamento para professores e estudantes.

Nessa proposta, as seções que compõem as orientações específicas para este volume são as apresentadas a seguir.

UNIDADES

No início das orientações específicas para cada Unidade é apresentado um planejamento com sugestões da quantidade de aulas a serem dispensadas para cada tema. São apresentadas também sugestões de quais professores integrantes da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias podem trabalhar preferencialmente cada tema e uma descrição de quais competências gerais, competências específicas e habilidades da BNCC são abordadas durante os temas, evidenciando propostas específicas da Unidade que favorecem esse trabalho com competências e habilidades.

Temas

Nos temas estão as orientações didáticas que trazem comentários específicos sobre os assuntos trabalhados no texto principal do Livro do estudante. Para facilitar o acesso às informações, as orientações foram organizadas em títulos que apresentam o nome dos assuntos trabalhados no Livro do estudante. Os comentários podem ser complementados por textos citados, tabelas, gráficos, esquemas e imagens.

#FICA A DICA, professor!

Esta seção apresenta sugestões de *sites*, livros, artigos, documentários e filmes, que oportunizam ao professor um aprofundamento sobre determinados assuntos, e complementam sua formação continuada.

#FICA A DICA, estudante!

Seção na qual o professor pode indicar *sites*, livros, simuladores, filmes e documentários aos estudantes, entre outros materiais, que venham complementar os assuntos abordados no livro.

Ampliando

Apresenta uma atividade extra, teórica ou prática, que pode ser realizada pelos estudantes como complemento ao conteúdo do livro-texto. No caso de atividades práticas, sugestões de materiais e procedimentos são apresentados para o preparo prévio do professor.

Quadro de conteúdos, competências e habilidades neste Volume

Conteúdos, competências e habilidades neste Volume			
Unidade	Tema	Conteúdos	Competências e habilidades
Unidade 1 Química ambiental e saúde	Tema 1	Funções inorgânicas; impactos ambientais.	Competências gerais: 2, 5, 8, 10 Competências específicas: 1, 2, 3 Habilidades: EM13CNT104, EM13CNT203, EM13CNT301
	Tema 2	Introdução à Química Orgânica; funções orgânicas; classificação das cadeias carbônicas.	
	Tema 3	Reações orgânicas: reação de obtenção do etanol, reação de esterificação e reações de polimerização.	
	Tema 4	Bioquímica.	
Unidade 2 Fenômenos térmicos	Tema 1	Medida de temperatura; escalas termométricas.	Competências gerais: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10 Competências específicas: 1, 2, 3 Habilidades: EM13CNT102, EM13CNT205, EM13CNT301, EM13CNT306, EM13CNT307
	Tema 2	Dilatação térmica: linear, superficial, volumétrica e de líquidos.	
	Tema 3	Propagação do calor: condução, convecção, irradiação.	
	Tema 4	Calor sensível; calor latente; curvas de aquecimento e resfriamento; trocas de calor.	
Unidade 3 Termodinâmica e termoquímica	Tema 1	Transformações gasosas; lei geral dos gases e equação de Clapeyron.	Competências gerais: 1, 2, 4, 6, 8, 10 Competências específicas: 1, 2, 3 Habilidades: EM13CNT101, EM13CNT102, EM13CNT205, EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT309
	Tema 2	Trabalho em uma transformação gasosa; energia interna de um gás; 1ª lei da Termodinâmica.	
	Tema 3	2ª lei da Termodinâmica; máquinas térmicas; ciclo de Carnot; entropia.	
	Tema 4	Termoquímica.	
Unidade 4 Proteção da natureza e sustentabilidade	Tema 1	Biodiversidade; bactérias; protozoários; algas; fungos; animais; plantas; relações interespecíficas.	Competências gerais: 2, 4, 5, 7, 10 Competências específicas: 1, 2, 3 Habilidades: EM13CNT104, EM13CNT202, EM13CNT203, EM13CNT206, EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT310
	Tema 2	Impactos ambientais.	
	Tema 3	Conservação, preservação da natureza e ações sustentáveis.	

Objetivos a serem desenvolvidos neste Volume

Objetivos da Unidade 1:

- Analisar substâncias inorgânicas e orgânicas, bem como fazer previsões de seus comportamentos, identificando possíveis impactos ambientais causados por elas.
- Analisar as características de diferentes materiais naturais ou sintéticos, como sua composição e sua toxicidade, e avaliar os efeitos provocados ao ambiente e à saúde humana decorrentes de seu uso e/ou descarte.
- Analisar e prever impactos ambientais que são e podem ser provocados por atividades humanas, e posicionar-se criticamente sobre elas.
- Propor ações e estratégias que minimizem os impactos ambientais causados por diferentes materiais e/ou atividades humanas, a fim de garantir a sustentabilidade do planeta.

Objetivos da Unidade 2:

- Compreender características e propriedades dos materiais e relacioná-las a suas aplicações industriais e cotidianas.
- Compreender a composição e as variáveis termodinâmicas relacionadas ao funcionamento de sistemas térmicos, realizando previsões a seu respeito.
- Analisar e construir protótipos de sistemas térmicos voltados à manutenção da sustentabilidade do planeta.
- Justificar a importância da utilização de equipamentos de proteção e da adoção de comportamentos de segurança para a garantia da integridade física dos indivíduos em seus ambientes de trabalho.

Objetivos da Unidade 3:

- Compreender características e propriedades dos materiais e relacioná-las às suas aplicações industriais e cotidianas.
- Compreender a composição e as variáveis termodinâmicas relacionadas ao funcionamento de sistemas térmicos, realizando previsões a seu respeito.
- Analisar a evolução das máquinas térmicas e seus combustíveis, propondo soluções para a sustentabilidade.
- Analisar protótipos de sistemas térmicos voltados à manutenção da sustentabilidade do planeta.
- Analisar a dependência mundial em relação aos combustíveis fósseis, considerando aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Objetivos da Unidade 4:

- Analisar as diferentes formas de manifestação da vida nos ecossistemas, relacionando-as a fatores limitantes e favoráveis à sua existência nos ecossistemas.
- Compreender as relações entre os seres vivos e os fatores abióticos dos ecossistemas a fim de garantir a manutenção do equilíbrio ecológico.
- Analisar e prever impactos ambientais, considerando os prejuízos à biodiversidade, que são e podem ser provocados por atividades humanas, posicionando-se criticamente em relação a elas.
- Justificar a importância e a necessidade de proteção da biodiversidade por meio de sua conservação e/ou de sua preservação.
- Avaliar ações governamentais, coletivas e/ou individuais, voltadas à proteção da biodiversidade e à manutenção da sustentabilidade.
- Propor ações e estratégias que minimizem os impactos ambientais provocados por diferentes materiais e/ou atividades humanas visando garantir a sustentabilidade do planeta.

Justificativa da pertinência dos objetivos

Neste Volume, será abordada a relação entre a Ciência, a sociedade e o ambiente. Nele, veremos que os conhecimentos proporcionados pelos avanços científicos permitiram o desenvolvimento de novos materiais e de novas tecnologias, amplamente utilizados nas mais diversas atividades do cotidiano. Entretanto, apesar dos benefícios viabilizados por esses materiais e atividades, seu uso, descarte ou ação em curso provocam impactos ao ambiente, prejudicando a biodiversidade existente nos ecossistemas.

Dessa maneira, o desenvolvimento científico pode ser uma ponte que permite suprir as necessidades da sociedade, mas de maneira sustentável, reduzindo os possíveis impactos ambientais. Mas para que isso ocorra, é preciso conhecer as características e as propriedades de alguns materiais, e relacioná-los às suas aplicações cotidianas, bem como analisar os impactos que eles podem provocar no ambiente caso não sejam manipulados de maneira adequada. A partir desta análise, é possível compreender a importância de se adotar ações voltadas à minimização desses impactos, contribuindo com a proteção da biodiversidade e com a manutenção da sustentabilidade do planeta.

Na **Unidade 1** apresentamos algumas funções inorgânicas e orgânicas presentes em materiais e/ou atividades do cotidiano, analisando os impactos ambientais que podem provocar. Na **Unidade 2** apresentamos algumas propriedades dos materiais, como sua dilatação e condução térmica, relacionando-as às suas aplicações no cotidiano. Para tanto, estudaremos os conceitos de calor, de temperatura e de equilíbrio térmico. Na **Unidade 3** são abordadas as características dos gases, como as leis termodinâmicas que regem seu comportamento em sistemas isolados, e as reações exotérmicas, para compreender o funcionamento de máquinas térmicas. Também estudaremos a utilização de máquinas térmicas ao longo do tempo, analisando seus impactos ambientais e sociais. Na **Unidade 4** é apresentada a biodiversidade existente nos ecossistemas, compreendendo suas relações que garantem o equilíbrio ecológico. Veremos os impactos ambientais de diferentes atividades humanas, com destaque ao modo como ameaçam a biodiversidade. A partir deles, iremos analisar os efeitos de ações individuais, coletivas e governamentais, voltadas à minimização desses impactos, refletindo na proteção da biodiversidade.

Planejamento

Considerando os conteúdos apresentados nos temas, sugere-se a seguinte distribuição de aulas a ser considerada no planejamento desta Unidade pelos docentes da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

- Tema 1 (Química ambiental): 6 aulas;
- Tema 2 (Fundamentos de Química Orgânica): 8 aulas;
- Tema 3 (Reações orgânicas): 8 aulas;
- Tema 4 (Bioquímica): 5 aulas.

É importante destacar que essa distribuição foi feita considerando que este Volume seja trabalhado ao longo de um semestre. Caso a dinâmica do trabalho com o Volume seja outra, é possível alterá-la.

A BNCC nesta Unidade

Competências gerais da BNCC: 2, 5, 8 e 10

Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Competências específicas: 1, 2 e 3

Habilidades: EM13CNT104, EM13CNT203, EM13CNT301

Esta Unidade propicia o estudo de substâncias orgânicas e inorgânicas, suas características, aplicações e efeitos no ambiente e/ou na saúde. Além disso, destacam-se soluções capazes de minimizar esses efeitos. Ao possibilitar a análise de processos tecnológicos com base nas características e propriedades da matéria, de modo que os estudantes sejam capazes de propor ações para minimizar os impactos produzidos por eles, essa Unidade propicia a abordagem da **competência específica 1**. Ao incentivá-los a analisar a dinâmica da Terra, no caso, os processos e fenômenos naturais, é possível que fundamentem e defendam decisões éticas para evitar a alteração ou potencialização de alguns destes fenômenos, desenvolvendo a **competência específica 2**. Em alguns momentos da Unidade, eles são solicitados a investigar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico na sociedade por meio da utilização de linguagem própria das Ciências da Natureza, possibilitando o desenvolvimento da **competência específica 3**. Para tanto, a Unidade foi estruturada em quatro temas, explicitados a seguir.

O **Tema 1** proporciona o estudo de assuntos relativos à Química ambiental, sobretudo, a emissão de gases poluentes na atmosfera e suas consequências, tais como a acidificação das chuvas, a intensificação do efeito estufa e a destruição da camada de ozônio. Sugerimos que este tema seja abordado prioritariamente pelo(a) **docente de Química**. O tema possibilita um trabalho integrado com o(a) docente de Biologia durante a abordagem dos impactos ambientais decorrentes da alteração da composição da atmosfera.

Os assuntos apresentados neste tema permitem aos estudantes avaliar e prever os efeitos provocados no ambiente em razão de atividades humanas. Essas ações possibilitam a mobilização da habilidade **EM13CNT203**, que também pode ser mobilizada na atividade **1** da seção **Atividades** deste tema. Nesta mesma atividade, pode-se executar a **competência geral 2**, pois eles terão de propor ações que possam ser adotadas em seu cotidiano para minimizar os impactos provocados pela chuva ácida, ou seja, vão ser desafiados a resolver problemas e a criar soluções baseando-se nos conhecimentos de diferentes áreas. Também é possível desenvolver a **competência geral 10**, pois eles deverão agir com autonomia e responsabilidade, fundamentando-se em princípios sustentáveis.

O **Tema 2** permite aos estudantes iniciar seus estudos de Química Orgânica. Os assuntos abordados no livro fornecem subsídios para que eles compreendam as principais fontes dos compostos orgânicos que são classificados como compostos carbônicos, identifiquem e classifiquem as cadeias carbônicas, conheçam a nomenclatura e as fórmulas químicas das diferentes funções orgânicas, bem como reconheçam e diferenciem os compostos isoméricos conforme o tipo de isomeria que apresentam. Sugerimos que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Química**.

A abordagem dos assuntos deste tema incentiva os estudantes a analisar os riscos e os benefícios à saúde e ao ambiente de diferentes compostos que podem ser utilizados no cotidiano, ação constituinte da habilidade **EM13CNT104**. Essa mesma atividade pode ser desenvolvida já na abertura deste tema, pois é solicitada a eles uma pesquisa sobre produtos orgânicos, considerando seus benefícios ao ambiente e à saúde humana. Além disso, sugerimos aos estudantes que assistam a um vídeo do Ministério da Saúde que enfoca este tema, de modo que aprofundem seus estudos. Com isso, é possível desenvolver a **competência geral 5**, relacionada ao uso de tecnologias digitais.

O **Tema 3** apresenta algumas reações orgânicas e as principais reações de interesse tecnológico, econômico e industrial, tais como a de obtenção e de oxidação do etanol, de esterificação, saponificação e polimerização. Sugerimos que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Química**.

Na abertura do tema, os estudantes terão de analisar um gráfico da produção mundial de plástico que abrange o período de 1950 a 2016, o qual também mostra as estimativas para a produção até 2030. Nessa abertura, pede-se a eles que realizem uma pesquisa sobre a limitação da reciclagem do plástico. Fundamentados nos resultados dessa pesquisa, eles devem prever os impactos ambientais relacionados às informações do gráfico, no caso, o aumento da produção de plástico. Essa atividade permite o desenvolvimento do protagonismo estudantil na construção de seu aprendizado, além de incentivar o uso de tecnologias digitais de informação de modo significativo, conforme previsto na **competência geral 5**. Outra possibilidade é o desenvolvimento da **competência geral 2**, pois eles terão de recorrer à análise crítica para investigar causas. Além disso, é oportunizada a mobilização da habilidade **EM13CNT301**, relacionada a previsões para avaliar o enfrentamento de situações-problema do cotidiano.

Na atividade **3**, os estudantes podem mobilizar a habilidade **EM13CNT104** ao analisar os benefícios ao ambiente associados à reutilização de óleo de cozinha usado na fabricação de sabões, pois ele não será descartado no ambiente. Desse modo, eles também desenvolvem a **competência geral 2**, relacionada à resolução de problemas com base no conhecimento de diferentes áreas. Essa atividade também incentiva a execução da **competência geral 10**, que defende ações individuais e coletivas com base em princípios sustentáveis.

O **Tema 4** apresenta as proteínas, os carboidratos e os lipídios, bem como discute suas características químicas e suas funções no organismo humano. Sugerimos que este tema seja ministrado prioritariamente pelo(a) **docente de Química**. O tema possibilita um trabalho integrado com o(a) docente de Biologia durante a abordagem das funções das biomoléculas no organismo.

Em uma das atividades propostas ao longo do tema, e na atividade **1** da seção **Atividades**, os estudantes são incentivados a refletir sobre seus hábitos alimentares. Nesses dois momentos, pode-se desenvolver a **competência geral 8**, relacionada a conhecer-se e ao cuidado com sua saúde física.

Na seção **Falando de... Plástico biodegradável**, apresenta-se a produção de plástico na sociedade e alternativas a esse material, como os plásticos biodegradáveis. Na atividade **4**, os estudantes são incentivados a propor ações, junto aos colegas, que possam ser adotadas na escola para minimizar a produção de resíduos plásticos. Desse modo, é possível mobilizar a habilidade de empreender algo novo, ou seja, a iniciativa. Essa prática desenvolve também a habilidade **EM13CNT104**, pois eles terão de propor soluções individuais e coletivas relacionadas ao uso e ao descarte de plástico. A proposição de soluções a situações-problema é uma oportunidade para o desenvolvimento da **competência geral 2**.

Além disso, ao solicitar a confecção de panfletos digitais informativos em que constem essas ações e ao distribuí-los à comunidade escolar, é possível mobilizar a **competência geral 5**, voltada ao uso de tecnologias digitais de comunicação para disseminar informações, e a **competência geral 10**, relacionada à ação individual e coletiva responsável, com base em princípios sustentáveis.

Tema 1 • Química ambiental

Neste tema são abordadas questões ambientais decorrentes, sobretudo, da alteração da composição da atmosfera. Para iniciar o trabalho deste tema, é possível fazer algumas perguntas que possam levantar os conhecimentos prévios dos estudantes, como as sugeridas a seguir.

- “Que atividades humanas contribuem para a alteração da composição da atmosfera?”. É possível que eles mencionem as queimadas e o uso de combustíveis derivados do petróleo por veículos de motor a combustão interna. Caso isso ocorra, peça que expliquem de que modo essas atividades provocam essa alteração. Provavelmente, os estudantes vão citar a emissão de materiais particulados visíveis, como a fuligem. Contudo, explique que gases incolores, emitidos nessas atividades, como o gás carbônico, também alteram a composição da atmosfera. Caso não surjam as respostas apontadas, proponha uma reflexão sobre as atividades que poluem a atmosfera, associando a poluição à alteração de sua composição.
- “Quais são as consequências provocadas por essa alteração?”. Pode ser que os estudantes mencionem problemas respiratórios ocasionados pela poluição atmosférica. Comente outras consequências, como a acidificação das chuvas e a destruição da camada de ozônio. É possível que eles já tenham ouvido falar sobre elas. Diga-lhes que elas são estudadas neste tema.

Na abertura do tema, é apresentada uma manchete que ressalta que 2019 foi o ano mais quente no Brasil. Forneça mais informações sobre o assunto aos estudantes. Explique a eles que, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), naquele ano, a média da tempera-

tura máxima foi de 31,05 °C e a da temperatura mínima foi de 20,04 °C. Entre os fatores apontados pelo instituto para esse aquecimento estão a variabilidade natural do clima, a elevada emissão de gases estufa, o aumento da taxa de desmatamento e a expansão agrícola. Comente que, segundo as previsões do Inmet, caso nada seja feito, a tendência é de que a temperatura média continue a aumentar.

Para saber mais sobre o assunto, recomende aos estudantes a leitura, na íntegra, do artigo referente à manchete, disponibilizado no *link* indicado na seção **#FICA A DICA, Estudante!**.

» Alteração da composição da atmosfera

Ao comentar sobre a composição da atmosfera, se desejar, explique aos estudantes que ela pode ser dividida em cinco camadas: troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera e exosfera. Obtenha mais informações sobre elas a seguir e as compartilhe com os estudantes. As informações relacionadas à extensão de cada camada foram obtidas da NASA e podem ser acessadas por meio deste *link*: NASA. Global Climate Change. **Earth's atmosphere:** a multi-layered cake, 2 out. 2019. Disponível em: <https://climate.nasa.gov/news/2919/earths-atmosphere-a-multi-layered-cake/>. Acesso em: 14 set. 2020.

Comente que a troposfera estende-se da superfície terrestre até, em média, 12 quilômetros de altitude. Essa camada contém a quantidade necessária dos gases envolvidos com os processos de fotossíntese e de respiração aeróbia dos seres vivos, além de apresentar 99% do vapor de água. Nesta camada, a temperatura diminui à medida que aumenta a altitude. Além disso, é nela que ocorre a maior parte dos fenômenos meteorológicos e das nuvens.

Explique que a estratosfera estende-se, em média, de 12 a 50 quilômetros acima da superfície terrestre e que nela encontramos a camada de ozônio.

A mesosfera estende-se, em média, de 50 a 80 quilômetros de altitude. Os meteoroides que atingem a Terra incendeiam-se nessa camada e passam a ser chamados de meteoros ou de estrelas cadentes.

A termosfera estende-se, em média, de 80 a 700 quilômetros acima da superfície terrestre. Essa camada reflete as ondas emitidas por empresas de meios de comunicação, tais como rádio, televisão e telefonia móvel. É nesta camada que orbita a Estação Espacial Internacional (ISS, do inglês *International Space Station*).

Por fim, explique que a exosfera estende-se, em média, de 700 a 10 000 quilômetros de altitude. A maior parte dos satélites terrestres orbita a exosfera. Nesta camada, as poucas moléculas gasosas nela presentes se dispersam no espaço. Não há consenso entre os cientistas quanto à delimitação entre a exosfera e o espaço.

Se desejar, explique aos estudantes a diferença entre gás, vapor e fumaça. Você pode perguntar a eles se sabem a diferença ou os conceitos. Com as respostas, complemente que gás é um dos estados da matéria, ou seja, uma substância que pode se expandir e ocupar determinado volume. Para que um gás passe para o estado líquido, é preciso haver grande variação de temperatura e de pressão, concomitantemente. O vapor é um estado em que a substância se encontra no estado gasoso (originado da vaporização), mas que pode ser liquefeito novamente com a alteração da pressão ou da temperatura. A fumaça é o produto de uma combustão (queima). Ela é composta por substâncias (que podem estar no estado sólido, líquido ou gasoso), tais como carbono sólido ou fuligem, gás carbônico, monóxido de carbono, as quais se misturam com o ar atmosférico e a neblina (formando o *smog*).

Ao mencionar a alteração da composição da atmosfera, apresente um fenômeno natural que pode provocá-la: o vulcanismo. Explique que vulcanismo é o nome dado ao conjunto de processos associados ao derrame de lava, gases e outros materiais na superfície terrestre, como as erupções de vulcões e de gêiseres. Durante uma erupção vulcânica, por exemplo, diversos gases poluentes, material particulado e cinzas são expelidos em grande quantidade na atmosfera. Entre os gases poluentes estão o dióxido de enxofre (SO_2), o ácido sulfídrico (H_2S), o gás carbônico (CO_2) e o monóxido de carbono (CO).

Se desejar, comente com os estudantes que, desde a origem do planeta, sua composição atmosférica não é a mesma. Um exemplo que pode ser citado é o surgimento de seres fotossintéticos, que contribuíram para o aumento significativo da concentração de gás oxigênio (O_2) na atmosfera. Se desejar saber mais sobre o assunto, leia o artigo indicado na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

» Queimadas

Ao comentar sobre as queimadas naturais, ressalte que elas podem ser importantes ao ecossistema local, como no cerrado brasileiro, onde o fogo contribui para a ciclagem de nutrientes do solo e para a germinação de sementes. Contudo, é preocupante a proliferação de queimadas em razão da ação humana e das mudanças climáticas. Nesses casos, elas são mais intensas e ameaçam a biodiversidade.

Comente com os estudantes outros impactos provocados pelas queimadas, como a morte de diversos seres em decorrência da destruição de seus habitats, ou seja, do local em que obtém recursos necessários à sua sobrevivência, tais como alimento, abrigo e parceiros para reprodução. Diga que os impactos de atividades humanas à biodiversidade são apresentados na **Unidade 4** deste Volume.

» Queima de combustíveis fósseis

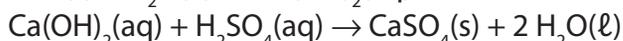
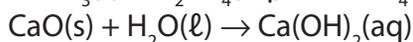
Antes de iniciar o conteúdo, questione os estudantes sobre o que são combustíveis fósseis e solicite que apontem aplicações destes no cotidiano. Entre as aplicações, espera-se que mencionem que são amplamente utilizados como fontes de energia. Então, pergunte o que se faz necessário para que sejam utilizados como tal, sendo esperado que respondam sua queima, ou combustão, reação na qual se libera energia térmica. Após essa breve retomada, explore os tipos de combustão apresentados no livro do estudante, destacando os diferentes produtos formados.

» Consequências da alteração da composição da atmosfera

Ao abordar o conceito de chuva ácida, enfatize que o íon $\text{H}^+(\text{aq})$ é representado atualmente por H_3O^+ , portanto, é possível encontrar essas duas referências a ele. Destaque que a liberação do íon hidrônio é responsável pela acidez.

Comente com os estudantes sobre o processo de calagem, utilizado para correção do pH do solo que tenha sido acidificado. A calagem consiste na adição de calcário (CaCO_3) moído e

pulverizado, ou mesmo cal (CaO), ao solo. Observe as equações dessas reações a seguir.



A quantidade necessária para corrigir a acidez e atingir um pH adequado (6,5) varia de acordo com o tamanho e o grau de acidez da área. Para saber mais sobre o assunto, acesse o [link](#) disponibilizado na seção **#FICA A DICA, Estudante!**.

» **Destruição da camada de ozônio**

Ao comentar sobre a importância da camada de ozônio, explique que a radiação ultravioleta (UV), emitida pelo Sol, pode ser do tipo A (UV-A), B (UV-B) ou C (UV-C). A radiação UV-A, apesar de ser a menos energética que as outras duas, pode causar problemas, como queimaduras, e levar ao envelhecimento precoce. Ela é um dos principais componentes da radiação UV que chegam à superfície da Terra. A radiação UV-B é nociva aos seres vivos, podendo ocasionar o câncer de pele e outros danos à saúde, sendo grande parte dela absorvida pela camada de ozônio. A radiação UV-C é altamente energética e danosa, mas é completamente absorvida pela camada de ozônio e não atinge a superfície terrestre.

Ressalte que, em 2006 (como mostrado na imagem feita por satélite), o buraco da camada de ozônio atingiu seu maior tamanho e que ele começou a se formar em setembro daquele ano. A redução do buraco da camada de ozônio é apresentada na **Unidade 4**, quando abordamos as medidas adotadas por vários países para reduzir a poluição do ar (o Protocolo de Montreal).

» **Intensificação do efeito estufa**

Comente com os estudantes que parte dos pesquisadores acredita que a elevação da temperatura média do planeta esteja relacionada ao aumento das emissões de gases estufa e à consequente intensificação do efeito estufa. O argumento é de que houve uma rápida elevação da concentração de gás carbônico (o principal gás estufa) na atmosfera desde 1960, década em que muitas indústrias se desenvolveram e os combustíveis fósseis passaram a ser usados como principal fonte de energia em todo o mundo. Esse aumento da concentração de gás carbônico na atmosfera acompanha a elevação da temperatura média do planeta, no mesmo período.

Os dados que constam no livro do estudante referem-se ao relatório **Global warming of 1.5 °C** (do inglês, Aquecimento global de 1,5 °C), publicado pela organização *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), em 2018 (do inglês, Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas). Esse estudo está disponibilizado, na íntegra, na seção **#FICA A DICA, Professor!**. Caso queira saber mais sobre as previsões feitas sobre a elevação da temperatura média do planeta, leia a reportagem indicada nesta seção.

Em relação às queimadas registradas na Austrália entre o final de 2019 e o início de 2020, comente que elas provocaram a morte de algumas pessoas e de mais de 500 milhões de animais. Explique aos estudantes que, mesmo que os incêndios florestais sejam naturais do ciclo climático australiano, os pesquisadores apontam que sua intensificação decorra de um clima mais quente e seco. As alterações climáticas, sobretudo evidenciadas por temperaturas mais elevadas e por baixa umidade, aumentam a probabilidade de ocorrência de queimadas no território e de sua propagação rápida por áreas extensas. Os estudos apontam que elas tenham relação com as atividades humanas, principalmente associadas ao aumento da emissão de gás

carbônico (CO₂). Se os estudantes desejarem saber mais sobre o assunto, indique o *link* disponibilizado na seção **#FICA A DICA, Estudante!**.

Oriente-os também a acessar o *link* disponibilizado no boxe **Espaços de aprendizagem** para assistirem ao vídeo que mostra a evolução do buraco da camada de ozônio, entre 1979 e 2019. Explique que os tons avermelhados e alaranjados indicam baixa quantidade de ozônio estratosférico, ou seja, evidenciam o “buraco” na camada de ozônio.

#FICA A DICA, Estudante!

- O artigo a seguir fornece mais informações sobre a elevação da temperatura média no Brasil. FIORAVANTI, C. 2019 foi o ano mais quente já registrado no Brasil. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, 10 mar. 2020. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2019-foi-o-ano-mais-quente-ja-registrado-no-brasil/>. Acesso em: 14 set. 2020.
- Para saber mais sobre calagem, acesse o seguinte *link*: SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. Cana-de-açúcar. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Brasília, DF, [2020] Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_34_711200516717.html. Acesso em: 14 set. 2020.
- Para saber mais sobre os incêndios florestais na Austrália entre 2019 e 2020, acesse o *link* a seguir. INCÊNDIOS na Austrália: por que a temporada de queimadas está tão forte neste ano? **BBC Brasil**, 6 jan. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-51011488>. Acesso em: 14 set. 2020.

#FICA A DICA, Professor!

- Para saber mais sobre a evolução da atmosfera terrestre, acesse o artigo publicado na revista Química nova na escola. JARDIM, W. F. A evolução da atmosfera terrestre. **Revista Química nova na escola**, São Paulo, maio 2001. Edição especial. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/evolucao.pdf>. Acesso em: 14 set. 2020.
- Acesse o estudo publicado pelo IPCC em 2018. GLOBAL warming of 1.5 °C. **IPCC**, 2018. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf. Acesso em: 14 set. 2020.
- A reportagem a seguir elenca as previsões feitas sobre a elevação da temperatura média global. ENTENDA os impactos do aquecimento global se a temperatura subir até 1,5 °C ou mais de 2°C. **Portal G1**, 26 nov. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/11/26/entenda-os-impactos-do-aquecimento-global-se-a-temperatura-subir-ate-15c-ou-mais-de-2c.ghtml>. Acesso em: 14 set. 2020.

Tema 2 • Fundamentos de Química Orgânica

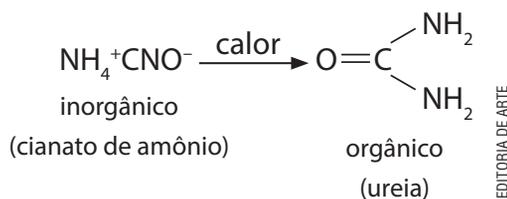
Neste tema são apresentados os seguintes conteúdos: características do carbono, classificação das cadeias carbônicas, principais fontes dos compostos orgânicos, nomenclatura e estrutura dos compostos orgânicos, diferenciação e caracterização das funções orgânicas e os principais tipos de isomerias. Para iniciar a aula, faça alguns questionamentos para os estudantes sobre o carbono, tais como:

- “Quais são as características do elemento químico carbono?”. É possível que não saibam apontá-las. Nesse caso, utilize uma tabela periódica e peça que identifiquem seu número atômico (6), sua massa (12) e sua família (4A). Enfatize que esse elemento é um dos mais importantes e que uma parte da química está voltada ao estudo dos compostos formados por ele, que é a Química Orgânica (outra parte da química é chamada de inorgânica e estuda os ácidos, as bases, os sais e os óxidos). Há diversos compostos que contêm (na sua maior parte) carbono, ou seja, a maioria das substâncias que utilizamos são orgânicas, como medicamentos, cosméticos, produtos de limpeza e de higiene, hormônios, vitaminas, drogas, venenos, agrotóxicos, plásticos, tecidos de roupa, poliestireno, alimentos, dentre tantos outros.
- “Qual é a importância do petróleo para o mundo?”. Há várias possibilidades de respostas. Espera-se, contudo, que os estudantes não deixem de citar a gasolina como derivada do petróleo. Pode-se discutir a questão política e econômica, mas enfatize o lado químico, ressaltando que, a partir do petróleo, obtemos várias substâncias importantes, como gasolina (de avião, automóveis e carros de corrida), gás GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), *diesel*, querosene, óleos e graxas, parafina e asfalto (ou piche).

Para introduzir o assunto do tema é apresentado um cartaz sobre produtos orgânicos. Procure saber se os estudantes consomem produtos orgânicos e comente com eles sobre seus benefícios à saúde e ao ambiente, relacionados, no caso, ao não uso de fertilizantes e agrotóxicos.

Se desejar, faça um breve histórico sobre a Química Orgânica. A divisão da Química em orgânica e inorgânica ocorreu por volta de 1777, sendo que a orgânica ficou com a parte das substâncias originadas a partir dos seres vivos (animais e vegetais), e a inorgânica, com as substâncias minerais. Em meados do século XIX imperava a teoria da força vital, proposta por Jöns Jacob Berzelius, a qual propunha que os compostos orgânicos só poderiam ser produzidos por seres vivos (a partir de células) e jamais artificialmente.

Em 1828, Friedrich Wöhler refutou essa teoria ao produzir o primeiro composto orgânico em laboratório. Ele conseguiu sintetizar ureia (composto orgânico) a partir de cianato de amônio (composto inorgânico), ampliando as possibilidades da Química Orgânica naquela época, que era meramente extrativista. Veja a equação que representa essa reação, a seguir.



EDITORIA DE ARTE

Ao comentar sobre compostos orgânicos, mencione que, de modo geral, eles apresentam baixas temperaturas de fusão e de ebulição, conforme a massa molecular, já que cadeias carbônicas podem ser pequenas ou grandes; que são solúveis em solventes apolares, ou seja, suas moléculas são predominantemente apolares e não se misturam com a água (com exceção de alguns álcoois e ácidos carboxílicos); que a maioria deles não conduz corrente elétrica em solução aquosa (formam solução não eletrolítica); e que podem formar polímeros (que são macromoléculas compostas por unidades estruturais menores que se repetem).

» Principais fontes de compostos orgânicos

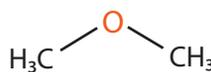
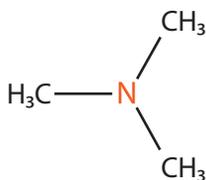
Comente que a palavra “petróleo” deriva do latim *petra* (pedra) e *oleum* (óleo). Trata-se de líquido escuro e viscoso, resultante da mistura de vários compostos orgânicos (os quais contêm átomos de carbono e hidrogênio na composição).

» Características do carbono e das cadeias carbônicas

É importante explicar aos estudantes que heteroátomos são átomos de elementos diferentes do carbono e do hidrogênio ligados entre os átomos de carbono da cadeia principal. Alguns desses elementos são o oxigênio (O), o nitrogênio (N) e o enxofre (S).

Nas duas cadeias a seguir, o nitrogênio (N) e o oxigênio (O) são heteroátomos, pois estão entre os átomos de carbono na cadeia.

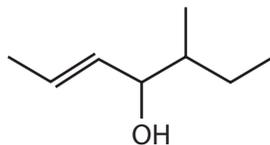
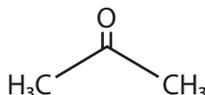
- » Exemplos de cadeias heterogêneas. À esquerda, trimetilamina; à direita, metoximetano.



SONIA VAZ

Já nas outras duas cadeias abaixo, o oxigênio (O) não é heteroátomo, pois não está inserido no meio da cadeia entre átomos de carbono.

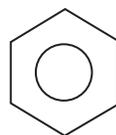
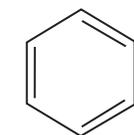
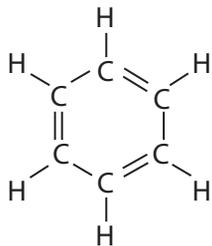
- » À esquerda, propanona; à direita, 5-metil-2-hepten-4-ol.



SONIA VAZ

Ressalte também a importância dos compostos aromáticos, os quais possuem em sua estrutura pelo menos um anel aromático ou benzênico. Explique aos estudantes que o anel aromático é constituído por seis carbonos em uma cadeia fechada que apresenta três ligações duplas intercadas entre os átomos de carbono, que conferem estabilidade ao composto. A fórmula mínima de um anel aromático é C_6H_6 , que constitui a fórmula molecular do benzeno. Observe, a seguir, diferentes modos de representar o benzeno. A circunferência no centro do ciclo indica as três ligações duplas intercadas. Represente-as no quadro.

- » Benzeno.



SONIA VAZ

» Funções e nomenclatura dos compostos orgânicos

Antes de iniciar a apresentação dos hidrocarbonetos, comente algumas propriedades físicas dos compostos carbônicos. É importante retomar os conceitos de solubilidade, temperaturas de fusão e ebulição, focando em exemplos orgânicos.

Em relação à solubilidade, explique que uma substância é solúvel em outra quando ambas apresentam o mesmo tipo de força intermolecular, seguindo o princípio de que semelhantes tendem a dissolver semelhantes.

Polar: dissolve polar (exemplo: água e álcool).

Apolar: dissolve apolar (exemplo: gasolina e querosene).

Quando abordar a temperatura de ebulição, diga que substâncias polares apresentam maior temperatura de ebulição porque suas fortes interações dificultam a vaporização das moléculas. Considerando compostos de massa aproximada, sabemos que as temperaturas de ebulição de ácidos carboxílicos são maiores que as de álcoois, que são maiores que as de aldeídos e cetonas, as quais, por sua vez, são maiores que as de hidrocarbonetos, pois ácidos e álcoois fazem ligações de hidrogênio, enquanto em aldeídos e cetonas as ligações são do tipo dipolo-dipolo, e, em hidrocarbonetos, que são apolares, ocorrem interações com forças de London.

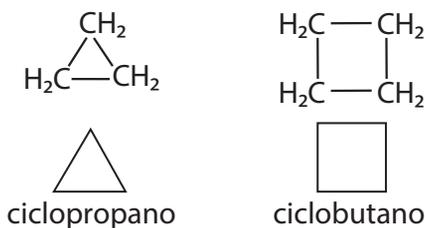
Ao abordar os hidrocarbonetos, destaque que esta é a função mais simples, formada apenas por carbono e hidrogênio. Esses compostos são classificados de acordo com o tipo de ligação e de cadeia que apresentam. No **Livro do Estudante** são apresentados os alcanos, alcenos e alcinos. Observe, a seguir, outras classificações que podem ser mostradas a eles.

Os alcadienos (ou dienos) apresentam cadeia alifática com duas ligações duplas entre carbonos, as quais podem ser conjugadas (intercaladas com ligações simples), acumuladas (seguidas uma da outra, estando no mesmo átomo de carbono) ou isoladas (distantes).

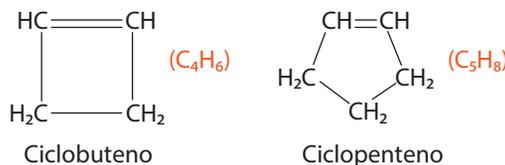


» À esquerda, penta-1,3-dieno; à direita, buta-1,3-dieno.

Os cicloalcanos ou ciclanos possuem cadeia fechada (cíclica) e saturada, cuja fórmula geral é C_nH_{2n} .



Os cicloalcenos ou ciclenos apresentam cadeia fechada (cíclica) e insaturada (dupla ligação), cuja fórmula geral é C_nH_{2n-2} .



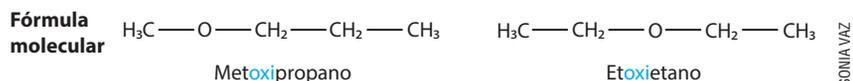
Ao abordar a nomenclatura de hidrocarbonetos, complemente que os sufixos podem ser: **an** (se a cadeia for saturada), **en** (se ela tiver uma dupla ligação entre carbonos), **dien** (se a cadeia apresentar duas duplas ligações entre os carbonos) e **in** (se ela possuir uma tripla ligação).

Ao abordar os alcanos ramificados, explique aos estudantes o nome e a composição dos principais radicais que podem estar presentes nas ramificações, sendo eles saturados, insaturados ou mesmo benzênicos. Para tanto, utilize o material extra disponibilizado na seção **#FICA A DICA, Professor!**

» Isomeria

É possível comentar outros tipos de isomeria, como a metameria e a tautomeria.

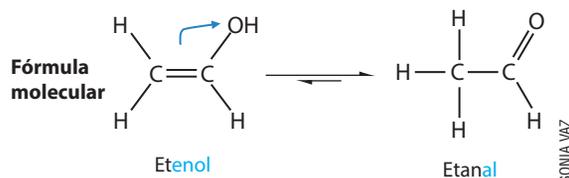
A metameria, ou isomeria de compensação, é um caso particular de isomeria de posição, em que os isômeros se diferem na posição do heteroátomo. Pode ocorrer em quatro funções: éter, éster, amina e amida.



A tautomeria, ou isomeria dinâmica, é um caso particular de isomeria de função, em que os isômeros são compostos de mesma fórmula molecular, porém, de grupos funcionais diferentes, os quais coexistem em equilíbrio dinâmico. Um exemplo é o enol, em que a ligação é instável e se movimenta para o oxigênio, que é mais eletronegativo, dando origem a outros compostos mais estáveis. Há dois tipos de tautomeria: aldoenólica (que envolve aldeído e enol) e cetoenólica (que envolve cetona e enol).

Aldoenólica (aldeído \rightleftharpoons enol)

Fórmula molecular



#FICA A DICA, Professor!

Para saber mais sobre a nomenclatura de compostos orgânicos, acesse o *link* a seguir. RODRIGUES, J. A. R. Recomendações da IUPAC para a nomenclatura de moléculas orgânicas. **Revista Química nova na escola**, São Paulo, n. 13, maio 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc13/v13a05.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.

Tema 3 • Reações orgânicas

Neste tema são apresentados os seguintes conteúdos: as principais reações orgânicas, como as de obtenção, fermentação e oxidação do etanol, esterificação, saponificação e polimerização, que são reações de importância industrial e econômica, além de ajudar na manutenção de tecnologias e de diferentes materiais para a nossa sociedade. Inicie a aula levantando os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto. Para tanto, faça algumas perguntas, tais como:

- “O que é utilizado durante a produção de balas, gomas, gelatinas e sorvetes para lhes conferir aroma e sabor agradável?”. É possível que eles apontem a adição de açúcar para o sabor doce. Contudo, restrinja o questionamento, perguntando sobre o aroma de frutas, como laranja e abacaxi, nas guloseimas industrializadas. Alguns estudantes podem responder que são adicionados compostos que possuem esse sabor/aroma. Explique que algumas substâncias químicas apresentam este cheiro e sabor agradável e doce. Destaque a função éster, por exemplo, muito utilizada na indústria alimentícia.

- “Do que é feito o plástico? Todos os plásticos são iguais?”. Espera-se que os estudantes se lembrem dos assuntos vistos no **Tema 2** sobre o petróleo. Se necessário, faça uma breve retomada desse tema. Complemente que os plásticos são obtidos a partir de derivados do petróleo, que passam por reações químicas chamadas de polimerização.
- “Como os sabões agem para eliminar a gordura de utensílios e da superfície de nossas mãos?”. Espera-se que eles digam que água e gordura não se misturam por terem polaridades diferentes. Explique que as moléculas do sabão conseguem interagir tanto com a água (polar) quanto com óleos e gorduras (apolares) e, por isso, ele é chamado de anfifílico. Caso isso não aconteça, conduza o raciocínio para que se lembrem da miscibilidade de substâncias distintas.

Na abertura desse tema é apresentado um gráfico sobre a produção de plástico. Auxilie os estudantes a interpretá-lo. Peça que verifiquem como o aumento de sua produção tornou-se expressivo a partir da década de 1950. Questione-os sobre o uso do plástico em nossa sociedade, solicitando que apontem soluções para minimizá-lo. Uma possível discussão é considerar que produtos descartáveis, feitos de plástico, sejam substituídos por produtos reutilizáveis, feitos por outros materiais, como metais e vidro, quando possível. Sugira a eles a leitura do artigo indicado na seção **#FICA A DICA, Estudante!**

» Reação de obtenção do etanol

Antes de falar sobre a reação propriamente dita de obtenção do etanol, comente um pouco sobre as características dos álcoois. Você pode falar, por exemplo, que os álcoois são anfifílicos, pois possuem uma parte da sua molécula polar (a hidroxila) e outra parte apolar ou hidrofóbica (a parte da cadeia de carbonos).

Ao comentar sobre a oxidação do etanol, é possível ressaltar que, em uma reação de oxidação, ocorre variação do Nox (número de oxidação) dos elementos. No caso da produção do etanol, a variação se dá no carbono. Caso queira, esse assunto é abordado mais detalhadamente na leitura disponibilizada na seção **#FICA A DICA, Professor!**

É importante ressaltar que o álcool secundário, ao ser oxidado, forma cetona. Contudo, o álcool terciário não pode ser oxidado.

» Reação de esterificação

Caso queira falar um pouco mais sobre os feromônios dos animais e a relação com a Química Orgânica, veja a seção **#FICA A DICA, Professor!**

Explique que, na reação de esterificação, uma molécula de água é formada a partir da ligação da hidroxila do ácido carboxílico com o hidrogênio oriundo da hidroxila do álcool.

» Reação de saponificação

Comente que, na reação de saponificação, as moléculas de água hidrolisam o éster, de modo reversível, formando um álcool e um ácido. Porém, a presença da base (geralmente NaOH ou KOH) neutraliza o ácido, formando um sal de ácido graxo com alto número de carbonos (sabão).

» Reações de polimerização

Professor(a), antes de explicar cada tipo de polimerização, estimule os estudantes a diferenciar polímeros naturais e sintetizados. São exemplos de polímeros naturais: DNA, celulose, proteínas (cabelo, couro), amido, borracha (extraída da seringueira). São exemplos de polímeros sintéticos: borracha, plásticos (PVC, polietileno), silicones, tecidos, fibras (náilon, poliéster) e outros materiais sintéticos.

Comente as principais características dos polímeros que, em geral, são maus condutores térmicos e de corrente elétrica (podem ser considerados isolantes). A variedade de polímeros depende do tipo de monômeros que os compõem: alguns apresentam baixa densidade, outros, alta densidade; alguns suportam altas temperaturas, enquanto a maioria queima diante do fogo etc.

Acrescente que os polímeros são divididos em três grandes grupos: elastômeros, plásticos e fibras.

Os elastômeros são compostos que, quando submetidos à tensão, se deformam, mas voltam ao estado inicial depois que removida a tensão ou pressão. Esta é uma característica das borrachas naturais e artificiais.

Os plásticos são inertes, com grande quantidade de carbonos, sendo obtidos a partir do petróleo. São divididos em termoplásticos e termofixos (ou termorrígidos). Os termoplásticos podem ser moldados várias vezes devido à sua característica de se tornarem fluidos, sob ação da temperatura, e depois retornarem às características anteriores quando há um decréscimo de temperatura. Os termorrígidos só são maleáveis no momento de sua fabricação. Depois de prontos, tornam-se rígidos, não sendo possível uma remodelação (devido à ligação do tipo reticulação).

As fibras possuem uma grande tenacidade no sentido do comprimento, como o algodão, a seda e a lã (polímeros naturais); e o poliéster e o náilon (polímeros artificiais).

Para ampliar o aprendizado dos estudantes sobre os polímeros, realize a atividade sugerida na seção **Ampliando**.

Ampliando

A fim de mobilizar a habilidade **EM13CNT104**, relacionada à análise dos benefícios e prejuízos associados aos polímeros artificiais e à proposição de alternativas para seu uso, peça aos estudantes que formem grupos e façam uma pesquisa sobre o assunto. Oriente-os a destacar vantagens e desvantagens dos plásticos e da borracha, bem como a avaliar as alternativas a esses materiais. Para a apresentação da pesquisa, estimule os estudantes a confeccionar *banners*, cartazes ou até panfletos informativos que possam ser distribuídos à comunidade. Ressalte a importância de a pesquisa ser realizada em *sites* confiáveis, de preferência de revistas e artigos científicos.

#FICA A DICA, Estudante!

- Para saber mais sobre alternativas que minimizem o impacto dos plásticos no ambiente, leia o texto a seguir. CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M. D.; CLARO NETO, S. Biodegradação: uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos. **Revista Química nova na escola**, São Paulo, n. 22, nov. 2005. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc22/a03.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.

#FICA A DICA, Professor!

- Para saber mais sobre oxidação, acesse o seguinte *link*: MENDONÇA, R. J.; CAMPOS, A. F.; JÓFILI, Z. M. S. O conceito de oxidação-redução nos livros didáticos de Química Orgânica do Ensino Médio. **Revista Química nova na escola**, São Paulo, n. 20, nov. 2004. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc20/v20a08.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.
- Para saber mais sobre a relação entre feromônios e ensino de Química Orgânica, leia o artigo disponibilizado no *link* a seguir. QUADROS, A. L. D. Os feromônios e o ensino de Química. **Revista Química nova na escola**, São Paulo, n. 7, maio 1998. Edição especial. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc07/relatos.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.
- Para saber mais sobre polímeros sintéticos, acesse o seguinte artigo: WAN, E.; GALEMBECK, E. GALEMBECK, F. Polímeros sintéticos. **Revista Química nova na escola**, São Paulo, maio 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/02/polimer.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.

Tema 4 • Bioquímica

Neste tema são apresentadas biomoléculas: proteínas, carboidratos e lipídios. No início da aula, faça alguns questionamentos para levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os assuntos que serão trabalhados. Sugerimos alguns deles a seguir.

- “Quais são as principais moléculas que constituem o nosso corpo?”. É possível que eles identifiquem as biomoléculas, como a água, as vitaminas e os sais minerais, entre outras. Pergunte-lhes as funções de cada molécula que citarem. Eles podem dizer que as proteínas formam os músculos; que os carboidratos fornecem energia; que os lipídios fazem parte da constituição da membrana celular; que a água faz parte do sangue, contribuindo, portanto, para o transporte de substâncias pelo corpo; que as vitaminas e os sais minerais podem participar de reações metabólicas; entre outras. Aproveite o assunto para discutir a importância de uma dieta balanceada, que requer a ingestão de grande variedade de alimentos.

Na abertura do tema é apresentado um texto sobre bioquímica. Peça aos estudantes que um deles se disponha a fazer a leitura do texto em voz alta, incentivando sua participação na aula.

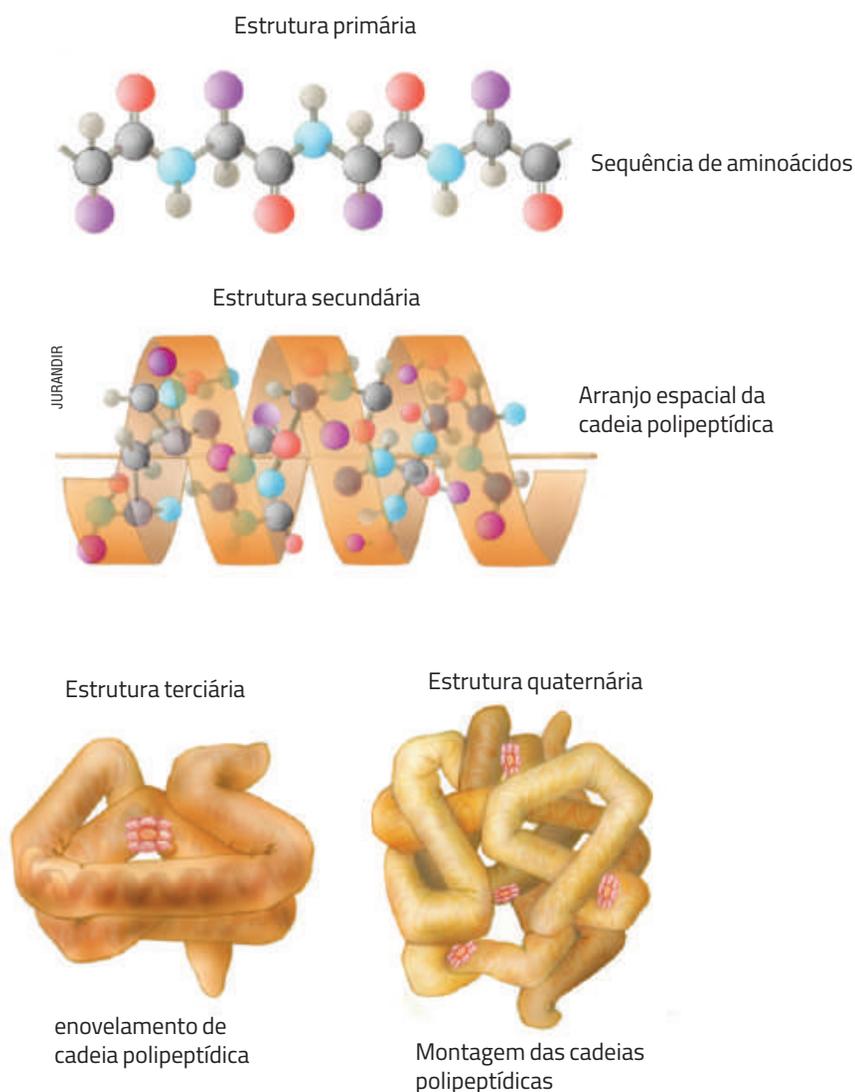
» Proteínas

Explique que determinados aminoácidos podem ser classificados como apolares ou polares, dependendo do grupo presente no radical. Os apolares são denominados hidrofóbicos, pois não interagem com a molécula de água (ou lipofílicos, pois possuem afinidade por lipídios). Os polares são chamados de hidrofílicos, pois são capazes de interagir com a molécula de água.

Logo, os aminoácidos apolares são: glicina, alanina, prolina, valina, leucina, isoleucina, metionina, tirosina, fenilalanina e triptofano (todas possuem radicais com carbono e hidrogênio). Dentre os aminoácidos polares, existem aqueles que apresentam cargas positivas ou negativas.

Complemente dizendo que há vários tipos de peptídeos e eles são classificados conforme o número de aminoácidos ligantes: dipeptídeo (dois aminoácidos), tripeptídeos (três aminoácidos), polipeptídeos (vários peptídeos). As proteínas são constituídas por mais de 100 aminoácidos ligados e essas ligações conferem a elas as estruturas primárias, que são sequências lineares. Para desempenharem suas funções, contudo, as proteínas devem ter conformações específicas, obtidas por meio das interações moleculares, dobrando-se até adquirir as estruturas secundárias, terciárias e quaternárias.

A estrutura secundária surge das interações entre as partes internas dos aminoácidos que formam uma hélice (principalmente ligação de hidrogênio entre os grupos -OH e -NH e as ligações de dissulfetos). A estrutura terciária corresponde ao enovelamento da cadeia polipeptídica sobre si mesma, como se fosse um enovelamento para se compactar. A estrutura quaternária corresponde a duas ou mais cadeias polipeptídicas, idênticas (ou não), que se agrupam e se ajustam para formar a estrutura final da proteína que será biologicamente ativa. Se possível, desenhe a representação abaixo no quadro.



» Representação esquemática das estruturas primária, secundária, terciária e quaternária de uma proteína. (Imagens sem escala; cores-fantasia.)

Qualquer alteração nas estruturas secundária, terciária ou quaternária de uma proteína consiste em sua desnaturação, o que resulta em sua inativação. Ou seja, a perda da sua conformação espacial impede a proteína de exercer a sua função biológica. Podem desnaturar as proteínas substâncias que alteram o pH (como ácidos e bases), calor excessivo, solventes orgânicos (apolares), agitação mecânica, concentração de sais etc. Para discutir melhor este assunto e usar exemplos práticos para os estudantes, veja a sugestão do **#FICA A DICA, Professor!**

» Carboidratos

Explique aos estudantes que a nomenclatura dos carboidratos é feita considerando o número de carbonos da molécula, seguido do sufixo -ose, o qual depende do número de carbonos. Sendo assim, o carboidrato que tiver três carbonos é chamado de triose. Os que contarem com quatro, cinco e seis átomos de carbonos são denominados, respectivamente, tetrose, pentose e hexose.

Acrescente que a ligação entre os monossacarídeos é chamada de ligação glicosídica e ocorre com a liberação de uma molécula de água (uma ligação de condensação). Os principais exemplos são: maltose (glicose + glicose), lactose (galactose + glicose) e sacarose (glicose + frutose).

» Lipídios

Se desejar, explique aos estudantes que os lipídios também podem ser divididos em cerídios (ou ceras) e glicerídios. As ceras de origem animal e vegetal são ésteres formados de ácidos graxos superiores (de cadeia longa) e por um álcool também superior. Elas são usadas na produção de graxas, cosméticos, velas, ceras de carro e de piso. E são essas ceras que mantêm as penas das aves impermeáveis à água. Os glicerídios formam os óleos e as gorduras, tanto de origem animal quanto vegetal.

Ao explorar o tópico **Gorduras trans**, explique que a reação de óleos com o oxigênio caracteriza a rancificação, ou rancidez oxidativa. Sobre o assunto, leia o texto a seguir.

A rancidez oxidativa é a principal responsável pela deterioração de alimentos ricos em lipídios, porque resulta em alterações indesejáveis de cor, sabor, aroma e consistência do alimento. A oxidação lipídica envolve uma série extremamente complexa de reações químicas, que ocorre entre o oxigênio atmosférico e os ácidos graxos insaturados dos lipídios.

OS TIPOS e os efeitos da rancidez oxidativa em alimentos. **FOOD Ingredients Brasil**, São Paulo nº 29, 2014. Disponível em: https://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060396904001464897555.pdf. Acesso em: 15 set. 2020.

#FICA A DICA, Estudante!

- Veja a sugestão de artigo para aprofundar a discussão com os estudantes sobre o processo de desnaturação das proteínas, exemplos e experimentos práticos. FRANCISCO JUNIOR, W. E.; FRANCISCO, W. Proteínas: hidrólise, precipitação e um tema para o ensino de Química. **Revista Química nova na escola**, São Paulo, n. 24, nov. 2006. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/ccd1.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2020.

Falando de... Plástico biodegradável

Essa seção apresenta dados importantes sobre a produção e as formas de descarte dos produtos plásticos desde a sua criação, bem como as consequências de seu uso para o ambiente. É importante destacar que os dados foram retirados do seguinte *link*: VASCONCELOS, Y. Planeta plástico. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, ed. 281, jul. 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/planeta-plastico>; acesso em: 15 set. 2020. O autor do artigo discorre sobre o impacto do mau uso e do acúmulo de plástico, bem como apresenta algumas soluções, como o uso de produtos alternativos e o desenvolvimento de plásticos biodegradáveis a partir de resíduos e materiais orgânicos.

Inicie a seção perguntando aos estudantes o significado de “biodegradável”. Peça também a eles que citem exemplos de substâncias biodegradáveis. É possível que digam que “biodegradável” é o que se degrada ou se decompõe, como os alimentos ou produtos orgânicos. Aproveite para comentar sobre a função de seres decompositores no ambiente, como bactérias e fungos.

Auxilie-os a interpretar o gráfico. Destaque que a maior parte dos plásticos é destinada a aterros sanitários, os quais constituem um modo eficiente e seguro de isolar os resíduos sólidos do contato com o meio externo, garantindo a sua decomposição e evitando a disseminação de contaminantes e de doenças.

Planejamento

Considerando os conteúdos apresentados nos temas, sugere-se a seguinte distribuição de aulas a ser considerada no planejamento desta Unidade pelos docentes da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

- Tema 1 (Calor e temperatura): 5 aulas;
- Tema 2 (Dilatação térmica): 6 aulas;
- Tema 3 (Propagação do calor): 6 aulas;
- Tema 4 (Calorimetria): 6 aulas.

É importante destacar que essa distribuição foi feita considerando que este Volume seja trabalhado ao longo de um semestre. Caso a dinâmica do trabalho com o Volume seja outra, é possível alterá-la.

A BNCC nesta Unidade

Competências gerais da BNCC: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9 e 10

Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Competências específicas: 1, 2 e 3

Habilidades: EM13CNT102, EM13CNT205, EM13CNT301, EM13CNT306, EM13CNT307

Essa Unidade permite o estudo de fenômenos térmicos, como a dilatação térmica e as formas de propagação de calor, relacionando-os ao uso de diversos materiais na sociedade. Logo, ao possibilitar o estudo de fenômenos naturais e de processos tecnológicos fundamentados nas interações entre matéria e energia, é possível desenvolver a **competência específica 1**. Ao permitir que os estudantes construam um projeto de forno solar acessível e o distribua a famílias de baixa renda, é possível desenvolver a **competência específica 2**, uma vez que irão fundamentar decisões éticas e responsáveis. Em alguns momentos da Unidade são proporcionadas ações investigativas de situações-problema que possam fazer parte do cotidiano dos estudantes, bem como a avaliação da aplicação dos conhecimentos científicos na sociedade. Deste modo, a Unidade também incentiva o desenvolvimento da **competência específica 3**. Para tanto, ela foi estruturada em quatro temas, explicitados a seguir.

O **Tema 1** proporciona o estudo do calor, da temperatura e do equilíbrio térmico. A apresentação da cultura Inuit, ao iniciar o tema, auxilia no desenvolvimento da **competência geral 3**, ao valorizar uma manifestação cultural. Neste tema também destaca-se o funcionamento de diversos termômetros utilizados no cotidiano ou em escala industrial, partindo dos conceitos estudados. Sugere-se que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Física**.

Neste tema é possível desenvolver a **competência geral 1** ao ser apresentado aos estudantes um breve histórico das proposições feitas sobre o conceito de calor.

Além disso, ao permitir que eles analisem as propriedades térmicas dos materiais e avaliem sua aplicação no cotidiano, considerando, sobretudo, o funcionamento de termômetros, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT307**. Essa habilidade também pode ser mobilizada na atividade **2** da seção **Atividades** deste tema.

Na atividade **3** pode-se mobilizar a habilidade **EM13CNT301**, pois os estudantes vão fazer previsões sobre a temperatura atingida por um forno, bem como elaborar conclusões em relação à escolha do equipamento adequado à situação expressa no enunciado.

No **Tema 2** aborda-se a dilatação térmica dos materiais, destacando as dilatações linear, superficial, volumétrica e de líquidos. Além disso, essas propriedades são relacionadas às aplicações dos materiais no cotidiano. Sugerimos que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Física**.

Na abertura do tema consta uma reportagem que mostra uma elevação no pavimento de um centro urbano, que teria prejudicado o trânsito dessa cidade. Na sequência, os estudantes são questionados sobre o que deveria ter sido feito para evitar a elevação do pavimento. Logo, eles terão de propor conclusões para o enfrentamento de situações-problema, mobilizando a habilidade **EM13CNT301**. Eles também vão desenvolver a **competência geral 2**, relacionada à resolução de problemas, bem como executar a habilidade **EM13CNT307** ao analisar as propriedades térmicas dos materiais e avaliar a adequação de seu uso no cotidiano. Essa mesma habilidade pode ser mobilizada ao longo do tema.

Nas atividades **1** e **4** da seção **Atividades** deste tema, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT301**, pois os estudantes vão fazer previsões sobre os materiais, considerando suas propriedades térmicas.

O **Tema 3** aborda as formas de propagação do calor, no caso, a condução térmica, a convecção térmica e a irradiação térmica. Sugerimos que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Física**.

Ao longo do tema, bem como nas atividades **1**, **3** e **4**, os estudantes vão analisar as formas de propagação de calor para avaliar a adequação do uso de diversos materiais no dia a dia, como garrafas térmicas, refrigeradores, lareiras, sensores de infravermelho e roupas. Essas ações permitem a mobilização da habilidade **EM13CNT307**.

Na seção **Oficina científica**, eles são incentivados a construir um forno solar para o cozimento de alimentos por meio da radiação solar. Trata-se de um protótipo de sistema térmico, que pode ser montado com materiais de fácil acesso. O forno solar é um objeto voltado para a sustentabilidade. Ao desenvolver essa ação, os estudantes poderão mobilizar a habilidade **EM13CNT102**. Além dessa construção, eles terão que analisar dados coletados frente à temperatura de diferentes volumes de água colocados para aquecimento no forno e elaborar uma conclusão quanto às variáveis consideradas. Essas ações permitem a mobilização da habilidade **EM13CNT301**. Além disso, ao interpretarem resultados de atividades experimentais, eles podem mobilizar a habilidade **EM13CNT205**. Ao recorrerem à abordagem própria da Ciência, é possível desenvolver a **competência geral 2**.

Em uma das atividades desta seção, os estudantes são desafiados a elaborar projetos de fornos solares cuja fabricação seja viável. Explique que esses fornos serão distribuídos a pessoas de baixa renda, proporcionando cocção de alimentos a famílias que não possuem acesso à energia elétrica ou que enfrentam limitações quanto ao seu uso. A execução deste projeto permite o desenvolvimento da empatia, com acolhimento da diversidade de grupos sociais,

conforme previsto na **competência geral 9**. Além disso, representa uma ação pessoal e coletiva com responsabilidade e determinação, baseada em princípios inclusivos e solidários, conforme estipulado pela **competência geral 10**.

O **Tema 4** possibilita o estudo da calorimetria. São apresentadas, pois, as definições de calor sensível e calor latente. Além disso, faz-se uso da linguagem gráfica para a representação de curvas de aquecimento e de resfriamento de uma substância pura. Sugerimos que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Física**.

Os assuntos deste tema fornecem subsídios para que os estudantes realizem previsões sobre sistemas térmicos a partir de sua composição e sobre os efeitos das variáveis termodinâmicas envolvidas em seu funcionamento, previstas na habilidade **EM13CNT102**.

Na atividade **2** da seção **Atividades** deste tema, eles são incentivados a fazer estimativas sobre a quantidade de calor necessária para transformar determinada quantidade de água no estado sólido (gelo) em água no estado líquido. Essas ações fazem parte da habilidade **EM13CNT301**, que pode ser mobilizada pelos estudantes.

Na atividade **4**, é possível que eles desenvolvam a **competência geral 5**, pois vão fazer uma pesquisa na internet sobre as cidades citadas no enunciado para relacioná-las às temperaturas nas quais a água entra em ebulição em cada uma delas. Em sua pesquisa, eles terão de usar tecnologias digitais de comunicação e de informação de modo significativo.

Nas **Atividades extras** desta Unidade, os estudantes poderão rever os conteúdos estudados ao longo dos temas. É possível que, na atividade **4**, eles mobilizem a habilidade **EM13CNT307**, pois são desafiados a analisar as propriedades dos materiais e avaliar a adequação de seu uso em construções.

Na seção **Falando de... Equipamentos de proteção individual**, ressalta-se a importância do uso de EPIs em atividades que oferecem riscos aos trabalhadores. Portanto, ao permitir que os estudantes avaliem riscos envolvidos em tais atividades, de modo que sejam capazes de justificar a importância do uso de EPIs, pode-se mobilizar a habilidade **EM13CNT306**. Do mesmo modo, ao possibilitar que analisem as propriedades dos materiais que compõem os EPIs para avaliar a adequação de seu uso, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT307**.

Essas mesmas habilidades podem ser mobilizadas na atividade **1** desta seção. Ainda nessa atividade, é possível que os estudantes desenvolvam a **competência geral 6**, pois vão fazer uma pesquisa sobre atividades profissionais e os riscos envolvidos em cada uma delas, podendo se apropriar de conhecimentos e experiências para compreender o mundo do trabalho, contribuindo com suas decisões em seus projetos de vida.

Já na atividade **3**, é possível que os estudantes desenvolvam a **competência geral 7**, pois eles terão de defender ideias e pontos de vista sobre a falta de máscaras específicas durante a pandemia da Covid-19, de modo que promovam o consumo responsável.

Tema 1 • Calor e temperatura

Neste tema são abordados conceitos sobre calor, temperatura e escalas termométricas. Verifique os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os assuntos nele trabalhados. Para tanto, faça algumas perguntas, como as sugeridas a seguir:

- “Como funciona um termômetro de mercúrio?”. É possível que os estudantes descrevam que ele funcione a partir da subida do líquido por uma coluna, até que ele atinja a temperatura do corpo. Aproveite para lhes fazer o seguinte questionamento: “Como é possível que a indicação da temperatura seja correta?” Não é esperado que eles elaborem uma resposta adequada, mas que reflitam sobre o assunto. Incentive-os a elaborar hipóteses para explicar, de modo mais detalhado, o funcionamento deste tipo de termômetro.
- “Calor e temperatura significam a mesma coisa?”. É bem provável que muitos estudantes não consigam diferenciar esses conceitos, acreditando que sejam sinônimos. Caso algum estudante aponte que são termos diferentes, peça a ele que explique seu raciocínio à turma. Incentive o respeito entre as diferentes respostas, questionando comportamentos que configurem qualquer tipo de *bullying* com relação a elas. A diferença entre esses termos é explicitada no estudo do tema.

Na abertura do tema apresenta-se um contexto em que os conceitos de temperatura e calor são utilizados de modo incorreto, considerando os conhecimentos científicos. Destaque, contudo, que o uso desses termos ocorreu em situações informais e que, no caso, o objetivo foi cumprido, ou seja, o de se fazer entender entre os sujeitos participantes do discurso. Para exemplificar, explique aos estudantes que o uso da linguagem em um artigo científico é diferente da que estabelecemos quando conversamos com familiares e amigos em momentos de lazer. A isso dá-se o nome de adequação linguística. Caso queira saber mais sobre o assunto, leia o texto a seguir.

[...]

De acordo com Bortoni-Ricardo (2004), o termo adequação proposto pelo sociolinguista norte-americano Dell Hymes, em 1966, é a competência comunicativa que o falante tem de, além de utilizar as regras que presidem a formação das sentenças, utilizar também as normas sociais e culturais que lhe dizem quando e como monitorar seu estilo, sempre levando em conta o papel social que está desempenhando no momento da interação pela linguagem. Em outras palavras, a competência comunicativa de um falante lhe permite saber o que falar e como falar com quaisquer interlocutores em quaisquer circunstâncias, isto é, saber comunicar-se a partir de diferentes papéis e domínios sociais.

[...]

Bortoni-Ricardo (2004, p. 6) ressalta ainda que “todas as sentenças produzidas pelos falantes de uma língua são bem formadas, independentemente de serem próprias da chamada língua-padrão ou de outras variedades”. Assim, não existe “erro”, o que existe, na verdade, é o uso inadequado do estilo mais monitorado, ou menos monitorado da língua, de acordo com a situação de comunicação. Sintetizando, o que existe é a inadequação ou a adequação da linguagem. Assim sendo, é necessário que os alunos internalizem que todas as formas de utilização da língua são igualmente necessárias e importantes e que por isso devem saber adequar as várias possibilidades de usos da língua ao contexto em que está sendo utilizada, ou seja, à situação comunicativa.

[...]

BATISTA, S. P. F. A adequação linguística no ensino da Língua Portuguesa. *Revista de Educação do Vale do Arinos*, Juara, v. 6, n. 1, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/relva/article/view/3764/3009>. Acesso em: 15 set. 2020.

Caso queira fazer a leitura deste artigo na íntegra, acesse-o na seção **#FICA A DICA, Professor!**

» Um pouco de história

A abordagem histórica dos conceitos de calor e temperatura contribui para a diferenciação entre esses conceitos. Procure incentivar os estudantes a valorizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, de modo que percebam a dinamicidade da Ciência. Esta é uma oportunidade para se mobilizar a **competência geral 1**.

» Medida da temperatura

Neste momento, é possível retomar o questionamento inicial sobre o funcionamento do termômetro de mercúrio (analógico). Peça aos estudantes que verifiquem suas explicações iniciais e as comparem com o aprendizado construído, de modo que identifiquem a construção de seu conhecimento.

Caso deseje, é possível citar outro dispositivo capaz de obter uma medida qualitativa da temperatura, o termoscópio. Este instrumento foi idealizado por Galileu Galilei por volta de 1592, sendo composto por uma esfera oca de vidro conectada a um tubo também de vidro.

O princípio de funcionamento do termoscópio está relacionado à dilatação, variação de temperatura e da pressão. Galileu usou um recipiente de vidro e um tubo com um bulbo em sua extremidade, cheio d'água. De acordo com um relatório de um estudante, Galileu aqueceu o bulbo com as mãos, tornando o ar interior menos denso que o ar externo, resultando em uma expansão do ar. Após isso, inverteu o recipiente, mergulhando o tubo em outro recipiente contendo água, diminuindo assim, a temperatura do bulbo. Enquanto o tubo era resfriado, o ar contido no bulbo se comprimia e a água, forçada pela pressão atmosférica, subia pelo tubo. O instrumento não era capaz de determinar quantitativamente a temperatura, somente sua variação.



DAVID LEES/CORBIS/VCG/GETTY IMAGES

» Termoscópio.

» Escalas de temperatura

É importante frisar que existe um valor mínimo para a temperatura (zero absoluto na escala Kelvin), mas que não existe ainda limite superior para ela.

#FICA A DICA, Professor!

- Se desejar, faça a leitura do artigo sobre adequação linguística. BATISTA, S. P. F. A adequação linguística no ensino da Língua Portuguesa. **Revista de Educação do Vale do Arinos**, Juara, v. 6, n. 1, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/relva/article/view/3764/3009>. Acesso em: 15 set. 2020.

Tema 2 • Dilatação térmica

Neste tema aborda-se a dilatação térmica em sólidos e líquidos. A fim de levantar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação aos assuntos nele contemplados, sugerimos que sejam realizados os seguintes questionamentos:

- “Por que as pontes extensas, como a que separa os estados de São Paulo e Paraná sobre o rio Paranapanema, são construídas em blocos separados por uma pequena fenda?”. É possível que muitos estudantes desconheçam a importância dessas pequenas fendas. Mesmo assim, peça a eles que elaborem explicações para o uso desse recurso. Verifique se eles mencionam a dilatação dos blocos. Caso os estudantes não a mencionem, conduza uma conversa com eles, questionando o que ocorre com alguns materiais sólidos em dias em que as temperaturas estão elevadas, de modo que percebam que esses materiais podem dilatar. Por isso, na construção de pontes, é importante planejar as fendas, pois elas evitam danos em sua estrutura.

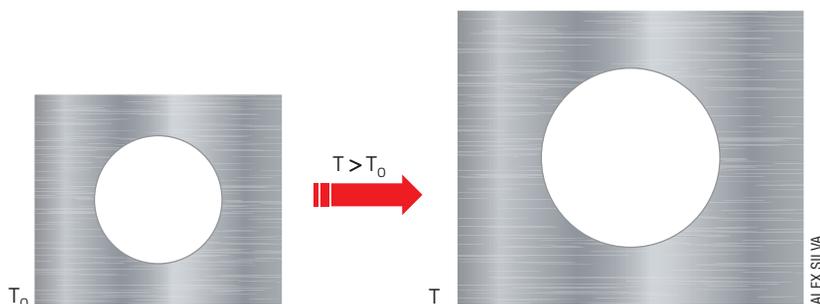
Na abertura desse tema é apresentada uma fotografia relacionada com a notícia de um pavimento que se levantou, complicando o trânsito em uma avenida. A fotografia introduz o conceito de dilatação térmica provocada por uma variação considerável na temperatura do pavimento. Caso deseje, na seção **Ampliando** é sugerida uma atividade experimental que pode ser usada para aprofundar o entendimento dos estudantes sobre o conceito de dilatação térmica.

» Dilatação linear

Um bom exemplo a ser explorado em dilatação linear é o termômetro de álcool, cujo comprimento da coluna aumenta com o aumento da temperatura.

» Dilatação superficial

Ao apresentar a dilatação superficial, questione os estudantes sobre o que acontece quando uma chapa de metal, contendo um orifício em seu centro, é aquecida. Pergunte se o diâmetro do orifício deve aumentar ou diminuir. É possível que algumas respostas apontem que a dilatação na chapa poderá preencher o orifício, reduzindo o seu tamanho. Contudo, ressalte que a dilatação ocorre como se a chapa fosse inteiriça e, em razão disso, o diâmetro de seu orifício também aumenta.



» Representação de chapa com orifício sendo dilatada (imagem sem escala; cores-fantasia).

» Dilatação volumétrica

Se desejar, é possível fazer uma demonstração da dilatação volumétrica aos estudantes. Isso pode ser feito com o experimento do anel de Gravesande, no qual a esfera, à temperatura ambiente, atravessa o anel e, ao ser aquecida, não o atravessa, comprovando a dilatação da esfera.

» Dilatação de líquidos

Ao comentar sobre o funcionamento do termômetro de mercúrio, explique a eles que esses objetos deixaram de ser comercializados no Brasil a partir de 2019, pois o mercúrio é tóxico ao organismo e ao ambiente. Sobre isso, leia o texto a seguir.

A partir de 1º de janeiro de 2019 estará proibida a fabricação, importação e comercialização dos termômetros e esfigmomanômetros (aparelhos para verificar a pressão arterial) que utilizam coluna de mercúrio para diagnóstico em saúde. A medida também inclui a proibição de uso destes equipamentos em serviços de saúde, que deverão realizar o descarte dos resíduos sólidos contendo mercúrio [...]. A nova determinação, aprovada pelo Ministério da Saúde e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), cumpre o compromisso assumido pelo Brasil na Convenção de Minamata, que debateu os riscos do uso do mercúrio para a saúde e para o meio ambiente.

A diretora do Departamento de Saúde do Trabalhador e Saúde Ambiental do Ministério da Saúde, Daniela Buosi explica que a convenção assinada pelo Brasil e mais 140 países, em 2013, tem como objetivo eliminar o uso de mercúrio em diferentes produtos, como pilhas, lâmpadas e equipamentos para saúde, entre outros, pois apresentam riscos à saúde humana e ao meio ambiente. Segundo a diretora, o mercúrio pode causar problemas ao sistema nervoso central e à tireoide, caso a exposição ao material ocorra por longos períodos.

[...]

Apesar da quantidade de mercúrio presente em um termômetro de uso residencial ser pequena, em caso de quebra é importante tomar as seguintes precauções:

- Isolar o local e não permitir que crianças brinquem com as bolinhas de mercúrio;
- Abrir as janelas para arejar o ambiente;
- Recolher com cuidado os restos de vidro em toalha de papel ou luvas e colocar em recipiente resistente à ruptura, para evitar ferimento;
- Localizar as “bolinhas” de mercúrio e juntá-las com cuidado, utilizando um papel cartão ou similar, evitando contato da pele com o mercúrio. Recolher as gotas de mercúrio com uma seringa sem agulha. As gotas menores podem ser recolhidas com uma fita adesiva;
- Transferir o mercúrio recolhido para um recipiente de plástico duro e resistente ou vidro, colocar água até cobrir completamente o mercúrio a fim de minimizar a formação de vapores de mercúrio, e fechar o recipiente;
- Identificar/rotular o recipiente, escrevendo na parte externa “Resíduos tóxicos contendo mercúrio”;
- Não usar aspirador, pois isso vai acelerar a evaporação do mercúrio, assim como contaminar outros resíduos contidos no aspirador;

[...]

BRASIL. Ministério da Saúde. **Saúde e Anvisa proíbem dois produtos que utilizam mercúrio**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/saude-e-anvisa-proibem-produtos-com-mercuro-a-partir-de-2019>. Acesso em: 15 set. 2020.

Comente com os estudantes a viabilidade em abastecer o automóvel com gasolina no período da manhã. Durante esse período, a gasolina, por estar mais fria, ocupa um volume menor. Caso, durante a tarde, ocorra um acréscimo de 15 °C na temperatura da gasolina, seu volume terá um aumento de aproximadamente 0,9 litros no tanque. Para o exemplo citado, considere-se um volume inicial de 50 L de combustível.

Também é possível citar o comportamento anômalo da água entre os intervalos de 0 °C a 4 °C. Ao aquecer a água, a partir de 0 °C o seu volume diminui até atingir 4 °C. A partir dessa temperatura, ela passa a ter o comportamento normal, dilatando-se ao ser aquecida. Esse comportamento ocorre porque a água é constituída de ligações de hidrogênio.

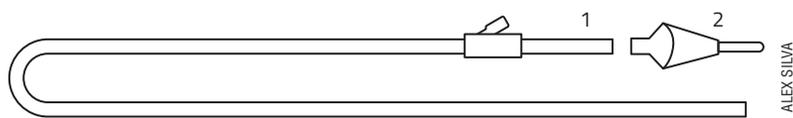
Quando a temperatura da água aumenta, entre 0 °C e 4 °C, as ligações de hidrogênio se rompem, resultando em um rearranjo molecular com a aproximação das moléculas. Esse efeito supera a agitação térmica molecular de modo que ocorre contração em seu volume. Quando a temperatura da água supera os 4 °C, o número de ligações de hidrogênio é reduzido, prevalecendo o afastamento molecular e o consequente aumento de seu volume.

Ampliando

Essa atividade demonstra que o volume de um material aumenta e diminui quando ele é, respectivamente, aquecido e resfriado. Pode-se dividir os estudantes em grupos, incentivando a colaboração e comunicação entre eles. Para o experimento são necessários os seguintes materiais: lata de leite em pó vazia, objeto pontiagudo (chave de fenda, por exemplo), água, copo de vidro ou de plástico, mangueira de equipo macrogotas para soro (vendida em farmácias), adesivo epóxi, fita crepe e régua de 50 centímetros. Pode-se usar corante para favorecer a visualização da água.

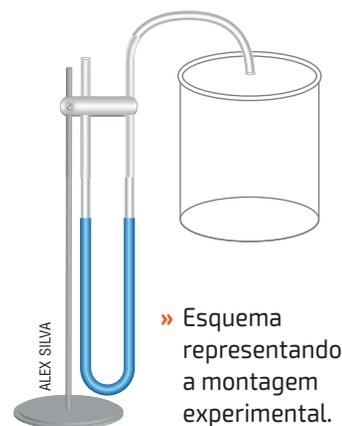
Proceda do seguinte modo:

- Use a chave de fenda (ou outro objeto pontiagudo) para fazer um furo na tampa da lata de leite em pó. Esse furo deve ter o mesmo diâmetro da mangueira.
- Desmonte o aparelho de equipo macrogotas para soro conforme mostrado na figura a seguir.



» Esquema representando mangueira de equipo macrogotas para soro.

- Encaixe a parte 2 da mangueira no furo.
- Use o adesivo epóxi para vedar a borda ao redor do furo e da tampa.
- Utilize a fita crepe para fixar a mangueira na régua de modo que a curva dela fique na base (em zero centímetro).
- Coloque água no copo (adicione o corante, se optar por usá-lo), posicione uma das pontas da mangueira dentro dele e a boca na outra extremidade dela. Puxe o ar para deslocar a água do copo para a curva da mangueira. A água deve ocupar a mesma altura nas duas colunas da mangueira, conforme mostrado na figura ao lado.
- Encaixe a ponta sobressalente da mangueira na parte 2, que está fixada na lata.
- Segure a lata com as duas mãos a fim de aquecê-la e observe a água subindo pela mangueira.
- Ao soltar a lata, a água volta a ocupar a posição original.



» Esquema representando a montagem experimental.

Espera-se que os estudantes consigam observar a variação do volume do ar contido em uma lata por meio do deslocamento da água contida na mangueira ligada à lata. Quando a lata é aquecida com as mãos, o ar em seu interior também é aquecido, dilatando-se e aumentando seu volume. Ao resfriar a lata, observa-se uma contração do volume.

Após a realização da demonstração, peça aos estudantes que elaborem um relatório, descrevendo os materiais utilizados e os procedimentos adotados. Eles também devem explicar a dilatação volumétrica fundamentados nessa demonstração. Esse relatório pode ser usado para a avaliação dos estudantes.

Tema 3 • Propagação do calor

Neste tema são abordados conceitos sobre propagação de calor por condução, convecção e irradiação. Antes de iniciar o trabalho com esses assuntos, faça alguns questionamentos que permitem o levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes, tais como:

- “Por que utilizamos xícaras de porcelana para tomar café em vez de xícaras de alumínio?” É possível que eles respondam que o alumínio se aquece mais rapidamente, o que poderia dificultar o manuseio da xícara. Caso essa observação não seja feita, incentive-os a refletir sobre suas experiências com outros objetos feitos de alumínio, como panelas. Questione-os, nesse caso, sobre o motivo de as panelas terem um cabo feito de outro material, como um plástico resistente ou madeira. Conduza uma discussão sobre a importância de conhecermos as propriedades de um material a fim de avaliarmos a adequação de suas aplicações no cotidiano.
- “Por que, durante o dia, a brisa marítima desloca-se do mar para o continente, e, durante à noite, a brisa desloca-se do continente para o mar?”. É possível que os estudantes relacionem a diferença de temperatura durante o dia como fator principal para a ocorrência desse fenômeno. Sabe-se que as brisas marítimas estão diretamente relacionadas à convecção térmica. Esse assunto é tratado no decorrer desse tema e, por isso, sugerimos que a explicação não seja feita de modo imediato, incentivando os estudantes a elaborar hipóteses para explicá-la.

Na abertura desse tema é apresentada a fotografia de uma inuit no interior de um iglu. Resalte que, no contexto da imagem, o gelo é um excelente isolante térmico. Caso os estudantes queiram conhecer mais sobre a estrutura dos iglus, sugira a leitura da reportagem indicada na seção **#FICA A DICA, Estudante!**

» Condução térmica

Se desejar, explique aos estudantes o coeficiente de condutibilidade térmica. Diga que esse coeficiente indica a facilidade de condução do calor pelas moléculas do sólido. Materiais que apresentam alto coeficiente de condutibilidade térmica são melhores condutores térmicos. Logo, os que possuem baixo coeficiente de condutibilidade térmica não são bons condutores de calor, podendo, portanto, ser utilizados como isolantes térmicos, como é o caso do gelo usado na construção de iglus.

É possível pedir a eles que pesquisem e montem uma tabela com os coeficientes de condutibilidade térmica de diferentes materiais, relacionando-os à sua aplicação no cotidiano e na indústria. Para auxiliá-los na pesquisa, divulgue o *link* disponibilizado na seção **#FICA A DICA, Estudante!**

» Convecção térmica

As correntes de convecção são responsáveis pelo movimento das placas tectônicas. Se desejar saber mais sobre o assunto, leia o texto sugerido na seção **#FICA A DICA, Professor!**

» Irradiação térmica

Neste momento, retome com os estudantes o funcionamento do pirômetro de radiação, instrumento utilizado atualmente para medir a temperatura através da irradiação térmica dos corpos. Este dispositivo não necessita de contato físico com o objeto ou a pessoa cuja temperatura se pretende medir.

» Oficina Científica

Os objetivos desta seção são:

- Construir um forno solar com materiais de fácil acesso;
- Verificar a relação entre a temperatura e o volume de água por meio desse forno solar;
- Construir um projeto de forno solar que possa ser utilizado por famílias de baixa renda.

Para a confecção do forno solar, peça aos estudantes que procurem alguns materiais em suas casas, como papelão e saco plástico. Esse procedimento visa minimizar a produção de resíduos a partir de sua reutilização.

É possível dividir os estudantes em grupos e explicar a eles que cada grupo vai construir o seu forno solar. Incentive a colaboração e o trabalho em equipe, que são habilidades socioemocionais necessárias ao convívio em sociedade.

Comente com eles as vantagens proporcionadas pelos fornos solares, os quais podem contribuir na economia do consumo de energia elétrica, além de minimizar a emissão de gases poluentes decorrentes do uso do gás de cozinha. Outra possibilidade é usar esses fornos como alternativa ao fogão para famílias que não têm acesso à rede elétrica, permitindo o cozimento de alimentos e o aquecimento de água.

Caso queira saber mais sobre outros projetos de forno solar, acesse os *links* disponibilizados na seção **#FICA A DICA, Professor!**

#FICA A DICA, Estudante!

- Para saber mais sobre os iglus construídos pelos Inuit, acesse o seguinte *link*: O GELO que esquenta: os engenhosos segredos dos iglus. **BBC Brasil**, 21 fev. 2017. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-38970141>. Acesso em: 15 set. 2020.
- Para saber mais sobre condutibilidade térmica, acesse o *link* a seguir. OUTRAS características. **IAU, USP**, [2013]. Disponível em: https://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arqtema/guiacera-mica-completo/02/content/02010320_outras_caracteristicas.htm. Acesso em: 15 set. 2020.

#FICA A DICA, Professor!

- Sobre o movimento das placas tectônicas, leia o seguinte artigo: CAPOZOLI, U. A terra inquieta. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, ed. 53, maio 2000. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-terra-inquieta/>. Acesso em: 15 set. 2020.
- Para saber mais sobre a construção de fornos solares com tubos de PVC, acesse: AQUECEDOR solar com uso de materiais reciclados. Tupã: Unesp: CNPq, [2020]. Disponível em: <https://www.tupa.unesp.br/Home/Extensao/AquecedorSolar/Manualdeconstrucao.pdf>. Acesso em: 15 set. 2020.
- O artigo a seguir relata a experiência de construir fornos solares junto a estudantes de diferentes idades. GONÇALVES, N. N.; SILVA, R. S.; ANDRADE, R. N. de; SIQUEIRA, B. M. de M.; RUY, R. B. Construção de fornos solares: uma atitude sustentável para erradicação da pobreza. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, Vitória, v. 3, n. 1, p. 88-94, jun. 2013. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/dect/article/view/51/45>. Acesso em: 15 set. 2020.

Tema 4 • Calorimetria

Neste tema são abordados os conceitos sobre calor sensível, calor latente e trocas de calor. A fim de levantar o conhecimento prévio dos estudantes em relação aos conceitos que serão abordados aqui, sugerimos que sejam realizados os seguintes questionamentos:

- “Por que a temperatura de alguns materiais aumenta e diminui com mais facilidade que outros?”. É possível que eles citem a condutibilidade térmica dos materiais, estudadas no **Tema 3**. Contudo, a resposta está relacionada ao conceito de calor específico sensível dos materiais, ou seja, à quantidade de calor necessária para que 1 g de determinada substância varie sua temperatura em 1 °C, tanto para mais quanto para menos. Quanto menor for o calor específico da substância, menos calor ela precisará para que sua temperatura varie, como é o caso dos metais. A associação com a condutibilidade térmica pode ocorrer espontaneamente, pois boa parte dos bons condutores térmicos apresentam baixo calor específico. No entanto, durante o estudo do tema, é importante que os estudantes diferenciem esses conceitos.
- “Qual é a temperatura em que a água ferve?”. É possível que eles respondam 100 °C. Contudo, destaque que, esse valor, apenas equivale à ebulição da água pura ao nível do mar. Portanto, a temperatura de fervura da água mineral, por exemplo, em altitudes superiores ao nível do mar, é menor que 100 °C.
- “Quando a água é colocada para ferver em um fogão localizado ao nível do mar, qual é a maior temperatura que ela poderá atingir?”. É possível que os estudantes citem temperaturas superiores a 100 °C. Sabe-se, no entanto, que, ao nível do mar, a temperatura de ebulição da água é igual a 100 °C, desse modo, a temperatura permanece constante durante a mudança de estado físico. Como esse assunto será tratado no decorrer desse tema, sugerimos que essa explicação não seja feita de modo imediato.

Na abertura desse tema é apresentada a fotografia de uma esmerilhadeira cortando um metal e produzindo muitas faíscas incandescentes. A análise dessa imagem propicia a introdução das trocas de calor entre corpos com temperaturas diferentes.

Os estudantes são questionados sobre a importância do uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), os quais são muito importantes para proteger os trabalhadores em suas atividades, reduzindo o risco de acidentes. A utilização desses equipamentos é determinada por uma norma regulamentadora (NR), a qual estabelece que os EPIs sejam fornecidos de forma gratuita ao trabalhador da empresa. Essa norma é apresentada na seção **Falando de... Equipamentos de proteção individual**, localizada ao final desta Unidade no livro do estudante. Contudo, é possível conversar com eles, já na abertura desse tema, sobre a importância de seu uso.

» Calor sensível

Se desejar, peça aos estudantes que pesquisem e montem uma tabela em seu caderno com o calor específico de materiais não contemplados na tabela apresentada no **Livro do Estudante**.

» Calorímetro

É possível medir o calor específico de materiais sem utilizar um calorímetro. Caso queira saber mais sobre o assunto, leia o artigo sugerido na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

» Calor latente

Neste momento, pode-se retomar o questionamento proposto sobre a temperatura máxima atingida por determinada quantidade de água sendo fervida em fogão localizado ao nível do mar.

Se desejar, realize uma demonstração proposta na seção **Ampliando** sobre a mudança de estado físico da parafina.

» Trocas de calor

As trocas de calor podem ser abordadas como uma aplicação do princípio da conservação da energia, uma vez que a energia térmica cedida por um ou mais corpos é absorvida por outros.

Ampliando

Essa atividade mostra a mudança de estado físico da parafina. Para realizá-la, são necessários os seguintes materiais: vela, suporte para velas, caixa de palitos de fósforo, colher de sopa e estilete. Proceda do seguinte modo:

- Use o estilete para retirar aproximadamente três milímetros cúbicos da parafina localizada na lateral da vela.
- Coloque essa parafina na colher de sopa.
- Utilize um palito de fósforo para acender a vela e fixe-a no suporte para velas.
- Segure a colher de sopa contendo parafina um pouco acima da chama da vela.
- Espere a parafina derreter.
- Retire a colher da chama e espere a parafina esfriar e voltar ao seu estado sólido.
- Coloque a colher de sopa novamente um pouco acima da chama da vela.
- Espere até que a parafina passe para o estado gasoso.

O uso da parafina nessa demonstração evidencia as mudanças de estado físico. Peça aos estudantes que identifiquem e descrevam as mudanças de estado físico observadas (fusão, que é a passagem do estado sólido para o estado líquido; depois, solidificação, que é a passagem do estado líquido para o estado sólido; fusão, seguida da vaporização, que é a passagem do estado líquido para o estado gasoso).

Oriente-os a produzir um gráfico que represente o comportamento da parafina frente ao aquecimento e ao resfriamento, conforme mostrado na atividade. É importante que no gráfico indique que, durante a mudança de estado físico, a temperatura da parafina permanece constante.

#FICA A DICA, Professor

- Caso queira saber mais sobre a medida de calor específico sem o uso de calorímetro, acesse o seguinte *link*: MATTOS, C.; GASPAR, A. Uma medida de calor específico sem calorímetro. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 1, 2003. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172003000100006. Acesso em: 15 set. 2020.

Falando de... Equipamentos de proteção individual

Nesta seção, são abordados os equipamentos de proteção individual e explicada a importância de seu uso para reduzir riscos à integridade física de trabalhadores que exercem profissões de risco.

Ressalte aos estudantes que os equipamentos de proteção individual são confeccionados considerando as propriedades dos materiais que os compõem. As luvas utilizadas pelos profissionais que realizam a manutenção da rede elétrica devem ser feitas de materiais isolantes elétricos, para que sejam eficientes em oferecer proteção contra choques. Já as luvas usadas por cozinheiros para retirar recipientes do forno devem ser feitas de materiais isolantes térmicos, para que sejam eficientes em oferecer proteção contra queimaduras. Os protetores auriculares utilizados por profissionais que trabalham na extração de carvão devem ser feitos de isolantes acústicos, para que sejam eficientes em oferecer proteção contra os ruídos das máquinas usadas na execução da atividade. A partir desses exemplos, incentive-os a refletir sobre outros equipamentos utilizados no cotidiano e a analisar as propriedades dos materiais que os compõem.

É importante destacar que, em atividades profissionais, é obrigatório que as empresas forneçam esses equipamentos a fim de evitar a exposição dos trabalhadores às condições de risco, como contaminação, intoxicação, ruídos, altas temperaturas, entre outras.

Destaque o contexto da pandemia de Covid-19 e a recomendação do uso de máscaras pela população como um esforço a mais na tentativa de conter a disseminação do vírus SARS-CoV-2, causador da doença. Como grande parte dos casos é assintomática, a Organização Mundial de Saúde recomendou o uso de máscaras em ambientes públicos. Em algumas cidades, essa recomendação se tornou obrigatória, pois representa uma ação de responsabilidade com a saúde individual e, principalmente, coletiva. Apesar de as máscaras serem um equipamento de proteção individual, no caso dessa doença, elas assumiram um papel importante na proteção coletiva.

Aproveite o momento para discutir com os estudantes que algumas pessoas, ainda assim, recusaram-se a usar máscaras. Destaque que, nesse caso, elas não estavam apenas se expondo à doença, mas expondo outros, caso fossem assintomáticas. Comente sobre a importância da empatia e do cuidado com o outro, habilidades socioemocionais importantes ao convívio em sociedade.

Caso eles queiram saber sobre os EPIs utilizados por profissionais da saúde, especificamente enfermeiros, recomende o *link* disponibilizado na seção **#FICA A DICA, Estudante!**

#FICA A DICA, Estudante!

- Para saber mais sobre equipamentos de proteção individual, leia o seguinte material. CONFEN; COREN. **Covid-19 – Orientações sobre a colocação e retirada dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)**. Brasília, DF, mar. 2020. Disponível em: http://www.cofen.gov.br/wp-content/uploads/2020/03/cartilha_epi.pdf. Acesso em: 15 set. 2020.

Planejamento

Considerando os conteúdos apresentados nos temas, sugere-se a seguinte distribuição de aulas a ser considerada no planejamento desta Unidade pelos docentes da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

- Tema 1 (Estudo dos gases): 5 aulas;
- Tema 2 (Termodinâmica): 6 aulas;
- Tema 3 (Máquinas térmicas): 6 aulas;
- Tema 4 (Termoquímica: reações exotérmicas e endotérmicas): 7 aulas.

É importante destacar que essa distribuição foi feita considerando que este Volume seja trabalhado ao longo de um semestre. Caso a dinâmica do trabalho com o Volume seja outra, é possível alterá-la.

A BNCC nesta Unidade

Competências gerais da BNCC: 1, 2, 4, 6, 8 e 10

Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Competências específicas: 1, 2 e 3

Habilidades: EM13CNT101, EM13CNT102, EM13CNT205, EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT309

Esta Unidade possibilita o estudo de variáveis termodinâmicas, relacionando-as ao funcionamento de máquinas térmicas. Além disso, destacam-se reações endotérmicas e exotérmicas. Ao permitir o estudo de fenômenos naturais e de processos tecnológicos, baseando-se nas interações entre matéria e energia, é possível desenvolver a **competência específica 1**. Ao permitir a análise do conceito de entropia, verificando que ele faz parte da dinâmica do Universo, é possível elaborar argumentos e realizar previsões sobre o funcionamento do Universo, o que auxilia no desenvolvimento da **competência específica 2**. Em alguns momentos da Unidade, proporcionam-se momentos para a avaliação da aplicação dos conhecimentos científicos na sociedade, possibilitando, portanto, o desenvolvimento da **competência específica 3**. Para tanto, a Unidade foi estruturada em quatro temas, explicitados a seguir.

O **Tema 1** propicia o estudo das variáveis de estado de gás. No caso, são apresentadas as relações entre temperatura, pressão e volume, enfatizando os tipos de transformação que envolvem essas variáveis. Por fim, destaca-se a equação de Clapeyron. Sugerimos que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Física**.

Os assuntos do tema fornecem subsídios para a mobilização da habilidade **EM13CNT102**, pois os estudantes poderão fazer previsões sobre sistemas térmicos, considerando os efeitos de variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento. Do mesmo modo, essa habilidade é mobilizada nas atividades **1, 3 e 4** da seção **Atividades**.

Na abertura do tema, há uma tirinha que explora uma situação de transformação isotérmica. É solicitado aos estudantes que elaborem explicações para a situação mostrada. Para tanto, eles devem investigar causas e analisá-las, recorrendo à abordagem própria das Ciências. Essa é uma oportunidade para o desenvolvimento da **competência geral 2**.

Ao apresentar-se um breve contexto histórico relacionado às proposições feitas por pesquisadores quanto às transformações gasosas, valoriza-se os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico para a explicação da realidade. Portanto, a **competência geral 1** pode ser desenvolvida.

O **Tema 2** introduz o estudo da termodinâmica, apresentando a primeira lei e suas aplicações. Sugerimos que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Física**.

Ao longo do tema, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT102**, pois os estudantes poderão realizar previsões sobre o funcionamento de sistemas térmicos, considerando os efeitos das variáveis termodinâmicas durante sua operação. Essa habilidade também pode ser mobilizada nas atividades **2** e **5** da seção **Atividades**.

Na abertura deste tema, são apresentadas situações que envolvem transformações adiabáticas: *spray* de desodorante e jato de extintor de incêndio. É pedido aos estudantes que analisem essas situações e apontem semelhanças entre elas do ponto de vista científico. Essa é uma oportunidade para desenvolver a **competência geral 2**, pois eles terão de recorrer à abordagem própria das Ciências, considerando a investigação e a análise crítica.

O **Tema 3** aborda o funcionamento de máquinas térmicas, destacando-se a segunda lei da Termodinâmica e o ciclo de Carnot. Sugerimos que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Física**.

Os assuntos do tema permitem a mobilização da habilidade **EM13CNT102**, pois, a partir do conhecimento do funcionamento de uma máquina térmica, os estudantes serão capazes de realizar previsões de sistemas térmicos, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento. Essa habilidade pode ser mobilizada nas atividades **1** a **4**, da seção **Atividades** deste tema.

Ao apresentar uma breve contextualização relacionada à proposição do ciclo de Carnot, é possível desenvolver a **competência geral 1**, pois os estudantes poderão valorizar conhecimentos historicamente construídos.

Além disso, ao sugerir a eles que façam uma visita a uma fábrica de motores de veículos, ou a uma oficina mecânica, possibilita-se a apropriação dos conhecimentos e das experiências partilhadas por profissionais que atuam nesses locais, auxiliando-os na construção de seus projetos de vida e na compreensão de relações próprias do mundo do trabalho. Portanto, é possível desenvolver a **competência geral 6**.

O **Tema 4** proporciona o estudo da termoquímica. São trabalhadas as transferências de calor que ocorrem nas reações endotérmicas e exotérmicas, a análise dos diferentes tipos de entalpia, a lei de Hess e o cálculo das calorias dos alimentos. A apresentação da variação de entalpia também é feita junto à linguagem gráfica. Sugerimos que este tema seja ministrado prioritariamente pelo(a) **docente de Química**. O tema possibilita um trabalho integrado com o(a) docente de Biologia, que pode fornecer maiores informações sobre a digestão de alimentos.

Os conteúdos deste tema permitem a mobilização da habilidade **EM13CNT101**, pois sua abordagem incentiva os estudantes a analisar as transformações em sistemas que envolvem matéria e energia, de modo que sejam capazes de realizar previsões sobre seu comportamento em situações cotidianas. Além disso, a abordagem proposta possibilita a mobilização da habilidade **EM13CNT102**, pois os estudantes terão de fazer previsões sobre sistemas térmicos, considerando as variáveis envolvidas em seu funcionamento.

A apresentação de gráficos ao longo do tema contribui para o desenvolvimento da **competência geral 4**, pois eles poderão utilizar conhecimentos da linguagem matemática. Além disso, a discussão sobre as calorias presentes em alimentos permite o desenvolvimento da **competência geral 8**, relacionada ao cuidado com a saúde física. Essa mesma competência pode ser desenvolvida na atividade **1** da seção **Atividades**, quando os estudantes são incentivados a fazer uma análise da quantidade de calorias ingeridas por eles ao longo de um dia, verificando se ela está de acordo com os parâmetros determinados pela Organização Mundial de Saúde.

Na seção **Oficina científica** deste tema, eles poderão reconhecer reações exotérmicas. Para tanto, devem realizar uma atividade prática e interpretar os resultados experimentais obtidos. Essas ações permitem a mobilização das habilidades **EM13CNT205** e **EM13CNT301**. Além disso, a recorrência à abordagem das Ciências, considerando a investigação e a análise crítica, permite o desenvolvimento da **competência geral 2**.

Nas **Atividades extras** desta Unidade, os estudantes poderão revisitar os conteúdos estudados ao longo dos temas. Na atividade **5**, eles podem mobilizar a habilidade **EM13CNT101**, pois terão de analisar as transformações que ocorrem em sistemas que envolvem quantidade de matéria e de energia, no caso, na fotossíntese.

Na seção **Integrando com Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, apresenta-se o aperfeiçoamento das máquinas térmicas. Em uma das atividades da seção, os estudantes terão de fazer uma pesquisa sobre as mudanças decorrentes da Revolução Industrial, tanto para a sociedade quanto para o ambiente. Essa atividade permite a mobilização da habilidade **EM13CNT309**, pois eles vão analisar questões sociais e econômicas relativas à dependência mundial de recursos não renováveis.

Além disso, é pedido a eles que escolham uma máquina térmica e proponham soluções para a minimização dos impactos ambientais provocados por ela. Portanto, essa atividade possibilita a mobilização da habilidade **EM13CNT102**, pois os estudantes terão de avaliar intervenções em protótipos de sistemas térmicos visando à minimização de impactos ambientais, ou seja, a sustentabilidade. Ela também contribui para o desenvolvimento da **competência geral 2**, ao incentivá-los a resolver problemas e criar soluções, considerando os conhecimentos de diferentes áreas, e da **competência geral 10**, pois eles terão de agir com responsabilidade, baseando-se em princípios sustentáveis. Por fim, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT302** ao solicitar a eles que comuniquem os resultados de sua pesquisa.

Tema 1 • Estudo dos gases

Esse tema introduz o estudo dos gases por meio da abordagem dos seguintes assuntos: transformação isocórica, transformação isobárica e transformação isotérmica, além de apresentar a equação de Clapeyron, que estabelece as relações entre volume, temperatura e pressão, e a quantidade de gás em um sistema. É importante verificar, por meio de perguntas, os conhecimentos prévios dos estudantes sobre esses assuntos para orientar o planejamento das aulas.

- “O que é temperatura?”. Espera-se que eles apontem que a temperatura se refere ao estado de agitação das moléculas. Verifique se os estudantes confundem a definição de calor e de temperatura. Caso essa resposta não seja apontada ou eles confundam essas definições, é possível retomar brevemente os assuntos estudados na **Unidade 2**.

- “Considere dois recipientes iguais, preenchidos por ar. Caso um deles seja aquecido, o que é esperado que aconteça com a pressão em seu interior?”. Espera-se que os estudantes apontem o aumento da pressão. Contudo, caso isso não ocorra, conduza o raciocínio de modo que eles percebam que o volume dos recipientes é igual, mas, quando um deles é aquecido, a pressão em seu interior aumenta.

Na abertura do tema é apresentada uma tirinha. Solicite aos estudantes que um deles se voluntarie a fazer a sua leitura em voz alta e, em seguida, peça-lhes que expliquem o motivo de o balão ter estourado no terceiro quadrinho, atendendo ao questionamento oral desta página. Considere as intervenções dos estudantes para levantar o conhecimento prévio deles sobre a interação entre a pressão e o volume de um gás, variáveis que serão estudadas no tema. Aproveite o assunto para comentar que soltar balões é proibido devido aos riscos de acidentes envolvendo a rede elétrica e a possibilidade de causar incêndios.

Ao introduzir as variáveis de estado do gás, comente com os estudantes que é obrigatório o uso da temperatura na escala Kelvin, cuja relação com a escala Celsius é dada por: $T_K = T_C + 273$. Além disso, as unidades de pressão e volume são as seguintes:

Pressão: $1 \text{ atm} = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 1 \cdot 10^5 \text{ n/m}^2 = 760 \text{ mmHg}$

Volume: $1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ L}$; $1 \text{ L} = 10^3 \text{ mL} = 10^3 \text{ cm}^3$; $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$

Se possível, escreva essas unidades no quadro e solicite aos estudantes que as copiem.

Durante o estudo das transformações isocórica, isobárica e isotérmica, descritas a seguir, realize a atividade proposta na seção **Ampliando**, que permite a observação delas por meio de um simulador. Caso não seja possível, peça aos estudantes que acessem o simulador em suas residências, para aprofundar seus estudos.

» Transformação isocórica

Peça aos estudantes que identifiquem uma situação cotidiana relacionada à transformação isocórica. É possível que citem a panela de pressão, cujo volume permanece constante mesmo com o aumento da temperatura. Caso eles não consigam fornecer esse ou outro exemplo, conduza o raciocínio de modo que percebam essa transformação.

» Transformação isobárica

Dê a eles um exemplo desse tipo de transformação. Comente sobre o enchimento de um grande balão de ar quente, uma vez que a pressão interna se equilibra com a pressão externa (atmosférica) que, para pequenas variações de altitude, se mantém constante.

» Transformação isotérmica

Nesse momento, retome a tirinha apresentada na abertura. Explique que, com o aumento da altitude, ocorre a diminuição da pressão externa sobre o balão. Desse modo, o gás nele contido se expande, estourando-o. Desconsiderando alterações na temperatura, a diminuição da pressão acarreta um aumento de volume, revelando uma transformação isotérmica.

Apresente outro exemplo desse tipo de transformação. Diga que, quando tampamos a saída de uma seringa de injeção e, bem lentamente, pressionamos o êmbolo, aumentando, desse modo, a pressão e diminuindo o volume do ar nela contido, a temperatura do ar não varia. Portanto, essa transformação também é isotérmica.

» Equação de Clapeyron

A equação de Clapeyron permite o estudo quantitativo das relações entre as variáveis de estado e a quantidade de gás, representada pelo número de mols. Se possível, faça a dedução desta equação no quadro. A dedução pode ampliar as possibilidades de aprendizado dos estudantes.

Ampliando

Para o trabalho com os tipos de transformação apresentadas, utilize durante a aula, com os estudantes, o simulador indicado a seguir. PROPRIEDADES dos gases. **PhET**, c2002-2020. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_pt_BR.html. Acesso em: 16 set. 2020.

O uso desse simulador permite o estudo das variáveis de estado de um gás. Para acessá-lo, clique na opção “Ideal” e modifique as variáveis volume, temperatura e pressão, na lateral direita. Peça aos estudantes que observem como a variação de uma delas interfere na outra. Mostre-lhes um exemplo: clique em “volume” para mantê-lo constante e introduza moléculas de gás no interior do recipiente movendo a bomba de ar para cima e para baixo. Solicite a eles que observem a variação da pressão, que se tornará cada vez maior.

Essa atividade possibilita a mobilização da habilidade **EM13CNT102**, ao permitir que os estudantes avaliem sistemas térmicos por meio de tecnologias digitais, considerando as variáveis termodinâmicas que interferem em seu funcionamento. Além disso, incentiva o uso de tecnologias digitais para a aprendizagem dos estudantes, protagonizando seu papel como construtores do próprio conhecimento.

Tema 2 • Termodinâmica

Neste tema são abordados os seguintes assuntos: trabalho, energia interna, primeira lei da Termodinâmica e transformações gasosas. A fim de levantar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação aos conteúdos do tema, faça alguns questionamentos, tais como:

- “O que é termodinâmica?” É possível que eles não saibam definir esse termo. Incentive-os a refletir sobre os significados das duas palavras que o compõem: “termo” e “dinâmica”. Possivelmente, eles poderão considerar que seja algo relacionado a variações (dinâmica) da temperatura (termo). Anote suas respostas no quadro e peça a eles que as corrijam durante o estudo do tema.

Na abertura deste tema, são apresentadas fotografias de *spray* de desodorante e de jato de extintor de incêndio de dióxido de carbono. Essas imagens exemplificam a transformação adiabática. Neste momento, não é esperado que os estudantes sejam capazes de identificá-la. Incentive-os a interpretar as variáveis envolvidas nas duas situações, introduzindo, desse modo, o estudo do tema.

» Trabalho

Ao comentar sobre trabalho de um gás à pressão constante, bem como à pressão variável, é possível realizar uma breve demonstração desse tipo de transformação. Para tanto, reserve dois recipientes (um contendo água gelada e outro contendo água quente), um balão e uma garrafa PET de 1 L. Prenda a boca do balão no gargalo da garrafa e disponha esse aparato no interior do recipiente que contém água gelada. Aguarde um minuto. Em seguida, disponha o aparato no interior do

recipiente que contém água quente. Peça aos estudantes que observem o que acontece e descrevam os resultados. Quando o aparato é mergulhado na água gelada, determinada quantidade de massa de ar fica aprisionada no balão. No instante em que o aparato é colocado no recipiente que contém água quente (em temperatura elevada), ocorre um aumento da temperatura das moléculas do gás, resultando em uma expansão gasosa e na conseqüente expansão do balão. O fator comum entre as duas situações é que a pressão externa (pressão atmosférica) permanece constante, sendo possível demonstrar claramente uma transformação isobárica.

» Energia interna

Caso tenha realizado a demonstração sugerida anteriormente, retome-a neste momento. Diga que, na situação observada, ocorre um aumento da temperatura das moléculas gasosas quando o aparato é colocado em contato com água quente, o que leva a uma maior agitação delas, resultando em um aumento da energia cinética molecular. Por fim, o aumento da energia cinética resulta em um aumento da energia interna dessas moléculas.

» Primeira lei da Termodinâmica

A primeira lei da termodinâmica é um conceito central no desenvolvimento dos estudos da termodinâmica e de máquinas térmicas. Por isso é importante desenvolver discussões com os estudantes que envolvam as transformações gasosas isotérmicas, isobáricas, isocóricas e adiabáticas. Nessas discussões, pode-se solicitar a eles que elaborem explicações e hipóteses sobre o comportamento energético em cada tipo de transformação, contribuindo para a mobilização da habilidade **EM13CNT102**.

Tema 3 • Máquinas térmicas

Neste tema são abordados os conceitos de máquinas térmicas, segunda lei da Termodinâmica, entropia e ciclo de Carnot. Para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre esses assuntos, antes de iniciar a aula, faça algumas perguntas, como:

- “O que é uma máquina térmica?”. É possível que eles associem a palavra térmica ao conceito de calor, mas não conheçam a definição conceitual de máquinas térmicas. Incentive-os a elaborar definições exercendo o pensamento científico. Aproveite as definições apresentadas para identificar suas concepções sobre o assunto. Explique a eles que máquinas térmicas são dispositivos que transformam a energia interna de um combustível em energia mecânica, ou seja, elas convertem calor em trabalho mecânico.
- Ao término dessa discussão inicial, proponha a eles outra pergunta: “Quais são os exemplos de máquinas térmicas que vocês conhecem?”. É possível que os estudantes citem vários equipamentos em que o calor é fundamental para seu funcionamento, mesmo que não seja uma máquina térmica. Alguns exemplos de máquinas térmicas são os motores de combustão interna, as máquinas a vapor e as usinas termoelétricas.

Na abertura desse tema é apresentada a fotografia de máquina que se comportaria como moto-contínuo, introduzindo o conceito de transformações gasosas cíclicas. Em seguida,

é sugerida uma pesquisa sobre a possibilidade ou não de existência dessa máquina. Como sugestão de pesquisa sobre o assunto, é disponibilizado um *link* na seção **#FICA A DICA, Estudante!**.

» Transformações gasosas reversíveis e irreversíveis

A abordagem de processos reversíveis ou irreversíveis pode ser feita explorando situações cotidianas, tais como a queda de um objeto espalhando a água ao cair ou o copo que se quebra na queda.

» Segunda lei da Termodinâmica

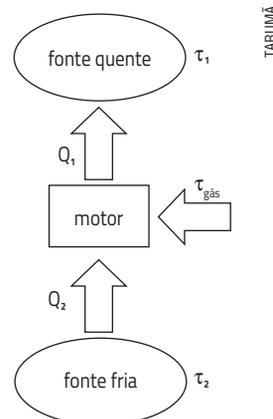
Uma possibilidade é explorar os conceitos da segunda lei por meio da discussão do que são processos espontâneos e não espontâneos.

» Máquinas térmicas

Ao apresentar as máquinas térmicas, retome os questionamentos iniciais envolvendo este assunto. Se desejar, é possível trabalhar a seção **Integrando com Ciências Humanas e Sociais Aplicadas** após o estudo dessas máquinas. Verifique a possibilidade de promover um trabalho conjunto com o(a) docente de História.

Até o momento foram apresentados os conceitos que envolvem o funcionamento de uma máquina térmica. Sugerimos também que seja explicado aos estudantes o funcionamento de uma máquina frigorífica.

As máquinas frigoríficas são comumente utilizadas em nosso cotidiano, como geladeiras, *freezers* e refrigeradores. Elas funcionam de maneira contrária às máquinas térmicas, ou seja, retiram calor da fonte fria e o cedem à fonte quente e, desse modo, o fluido de trabalho é submetido a um ciclo de sentido anti-horário. Sabe-se que a passagem de calor da fonte fria para a fonte quente não ocorre de maneira espontânea, sendo necessária a realização de um trabalho externo. É importante frisar que, em razão dessa característica, esse dispositivo não viola a segunda lei da Termodinâmica. Em uma geladeira, por exemplo, o compressor é responsável pela realização desse trabalho.



» Esquema sobre o funcionamento de uma máquina frigorífica.

» Ciclo de Carnot

Nesse momento é apresentado o ciclo de Carnot como uma máquina hipotética, que produziria o maior rendimento possível entre duas temperaturas determinadas. Sugerimos que cada etapa do ciclo seja analisada a partir do que acontece com a pressão, o volume, a temperatura e o calor, identificando cada transformação gasosa do ciclo.

» Conceito de entropia

É importante que a abordagem da entropia seja feita de forma a esclarecer que o conceito se trata de uma grandeza que fornece informações sobre o grau de desordem do sistema, e não como sinônimo de desordem.

» Funcionamento do motor a combustão interna

No boxe **Espaços de Aprendizagem**, sugerimos aos estudantes que façam uma visita a uma fábrica de motores de veículos e entrevistem um mecânico ou outro profissional a fim de conhecerem um pouco mais sobre essa atividade. Para tanto, verifique a possibilidade de realizar a visita junto com os estudantes. Caso não seja possível, uma alternativa é convidar um profissional para uma visita à escola. É importante deixar os estudantes à vontade para fazerem seus questionamentos a ele, bem como orientá-los na elaboração de uma lista de perguntas.

#FICA A DICA, Estudante!

- Para saber mais sobre máquinas de movimento perpétuo, acesse o seguinte *link*: LANG, F. O que são máquinas de movimento perpétuo? Elas existem mesmo? Oráculo. **Superinteressante**, São Paulo, 21 set. 2017. Disponível em: <https://super.abril.com.br/blog/oraculo/o-que-sao-maquinas-de-movimento-perpetuo-elas-existem-mesmo/>. Acesso em: 16 set. 2020.

Tema 4 • Termoquímica: reações exotérmicas e endotérmicas

Neste tema são apresentados os seguintes conteúdos: introdução à termoquímica, identificação dos tipos de reações químicas (exotérmica e endotérmica) e interpretação de seus gráficos, entalpia, tipos de entalpia e cálculo da variação da entalpia nas reações químicas, lei de Hess e análise das calorias dos alimentos. É possível levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre esses assuntos, fazendo alguns questionamentos, como:

- “Por que é comum vermos fogueiras em filmes que mostram um acampamento em dias frios?”. É possível que eles apontem que a fogueira aquece as pessoas. Questione-os sobre o modo de propagação de calor envolvido nessa situação, retomando os conteúdos trabalhados na **Unidade 2**. Espera-se que eles mencionem a irradiação térmica.
- “Que reação química possibilita a irradiação térmica?”. É provável que citem a combustão, uma reação que libera energia na forma de calor, retomando os conteúdos trabalhados na **Unidade 1**. Caso isso não ocorra, faça uma breve retomada desse assunto.
- “A combustão é uma reação exotérmica ou endotérmica?”. Mesmo que eles não saibam as definições desses termos, é possível que as deduzam por meio da análise do significado dos prefixos “exo-” e “endo-” e do termo “térmica”. Conduza o raciocínio dos estudantes de modo que concluam que a combustão constitui um exemplo de reação exotérmica.

Na abertura do tema são apresentadas fotografias que envolvem calor e reações químicas, no caso, o cozimento de alimentos e a digestão. É possível que eles tenham dificuldade em concluir que a digestão esteja relacionada a reações químicas e ao calor. Contudo, incentive-os a elaborar explicações sobre o que é mostrado nas imagens, relacionando-as a calor e a reações químicas. Pode-se, por exemplo, comentar sobre a sensação de calor que sentimos depois de ingerirmos uma refeição calórica em um dia quente.

» Equações termoquímicas

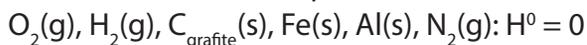
Explique aos estudantes que não é possível medir o valor absoluto da entalpia de um sistema. Podemos, no entanto, determinar sua variação (ΔH) nas reações e processos químicos a partir da diferença entre a entalpia final (ou do produto) e inicial (ou do reagente) do sistema. Se desejar, comente que a variação da entalpia (ΔH) é medida com o calorímetro com base no ganho ou na perda de calor do sistema. O sinal de soma (+) indica absorção de calor e o sinal de subtração (–) indica a liberação calor, revelando-nos o tipo de reação.

Professor(a), caso queira saber mais sobre as reações termoquímicas sob o ponto de vista atômico-molecular, faça a leitura do artigo indicado na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

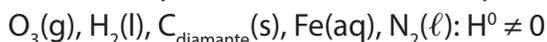
» Cálculo de ΔH por energia de formação

É importante especificar aos estudantes que, para trabalhar a variação da entalpia nas reações, é preciso adotar algumas condições, chamadas de estado padrão. Para isso, considera-se o estado físico mais comum da substância simples (nas CNTP) e o alótropo mais estável. Para as substâncias simples no estado padrão é atribuída entalpia zero ($H^0 = 0$). Cite alguns exemplos, tais como os apresentados a seguir.

Substâncias no estado padrão:



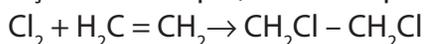
Moléculas que não estão no estado padrão:



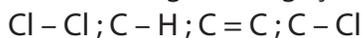
» Cálculo de ΔH por energia de ligação

De modo a facilitar a compreensão do cálculo do ΔH por método de energia de ligação, é importante que se retome as ligações covalentes. Para tanto, realize a seguinte sugestão de atividade.

Separe previamente massa de modelar colorida, palitos de dente e tinta guache. Faça uma equação de exemplo, como a representada a seguir:



Coloque na lousa valores reais das energias de ligação, que são facilmente encontrados em tabelas de energias de ligação.



Peça aos estudantes que pintem os palitos de dente de cores distintas, representando uma ordem de maior energia para menor energia de ligação. Então, utilizando a massa de modelar, peça para que façam representações das fórmulas estruturais das moléculas.

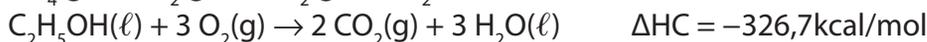
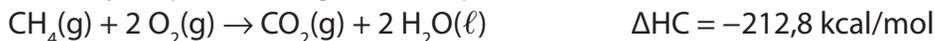
Por fim, oriente-os a analisar o lado da reação em que existem mais palitos de maior energia. Então, incentive-os a realizar os cálculos, verificando que, se a energia dos reagentes for maior, a reação vai liberar calor, sendo exotérmica; e que, se a energia dos produtos for maior, a reação precisará de fornecimento de calor, sendo endotérmica.

» Cálculo de ΔH pela lei de Hess

Antes de introduzir a lei de Hess, acrescente a entalpia de combustão (ΔH_c) nas explicações. Comente que ela é a variação de entalpia ou o calor liberado na queima de um mol de substância a 25 °C e 1 atm (condições padrão). Nela, sempre será produzido gás carbônico (CO₂)

quando há combustão completa, ou monóxido de carbono (CO), no caso de combustão incompleta (com exceção da combustão do gás hidrogênio H₂, que forma H₂O). Ela ocorre durante a queima de combustíveis fósseis, como carvão, derivados do petróleo, gás natural, liberando energia (exotérmica) para movimentar um motor ou para aquecimento. A queima de alimentos também libera a energia que mantém os seres vivos.

Se desejar, apresente alguns exemplos aos estudantes, como os indicados a seguir.



» Calorias nos alimentos

Para trabalhar este assunto, peça previamente para que os estudantes levem para a sala de aula rótulos de alimentos que ingeriram durante a semana. Incentive-os a analisar o conteúdo calórico dos alimentos, comparando os valores indicados nos rótulos para porções similares (por exemplo, 100 gramas).

Aproveite para promover uma discussão sobre a importância de se adotar uma dieta balanceada, que inclua a ingestão de grupos alimentares diversos, reduzindo o consumo de alimentos industrializados. Destaque que uma alimentação saudável não se resume apenas à quantidade de calorias ingeridas, mas à ingestão dos nutrientes adequados às necessidades de cada um.

#FICA A DICA, Professor!

- Para saber mais sobre reações termoquímicas, leia o artigo a seguir. BARROS, H. L. C. Processos endotérmicos e exotérmicos: uma visão atômico-molecular. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 4, nov. 2009. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_4/04-CCD-7008.pdf. Acesso em: 16 set. 2020.

Integrando com Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Esta seção possibilita uma integração com a área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas ao permitir uma análise do impacto provocado por tecnologias na estruturação e na dinâmica da sociedade. No caso, as tecnologias consideradas são as máquinas térmicas, com ênfase ao seu aprimoramento ao longo do tempo.

Ao trabalhar a seção, procure destacar as épocas em que os equipamentos foram desenvolvidos, retomando as tecnologias de cada período histórico. Se desejar, é possível projetar as imagens dessas máquinas por meio de um projetor, caso a escola disponha de um. Caso contrário, solicite aos estudantes uma pesquisa sobre elas. Comente sobre as principais funcionalidades e as fontes de energia usadas para alimentar as máquinas. Se eles quiserem se aprofundar no estudo das máquinas térmicas, sugira a leitura indicada na seção **#FICA A DICA, Estudante!**

Ao mencionar as máquinas, comente que o trabalho exercido pela mão de obra dos trabalhadores pode ser substituído, parcialmente, pelo desenvolvimento de novas tecnologias.

Sendo assim, é possível aprofundar discussões sobre os impactos na oferta de empregos, as mudanças no mundo do trabalho que afetam o projeto de vida dos estudantes e a Quarta Revolução Industrial. Sobre esse tema, é possível ler o seguinte excerto para eles:

[...]

“Estamos a bordo de uma revolução tecnológica que transformará fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos. Em sua escala, alcance e complexidade, a transformação será diferente de qualquer coisa que o ser humano tenha experimentado antes”, diz Klaus Schwab, autor do livro **A Quarta Revolução Industrial**, publicado este ano.

[...]

“A quarta revolução industrial não é definida por um conjunto de tecnologias emergentes em si mesmas, mas a transição em direção a novos sistemas que foram construídos sobre a infraestrutura da revolução digital (anterior)”, diz Schwab [...].

“Há três razões pelas quais as transformações atuais não representam uma extensão da terceira revolução industrial, mas a chegada de uma diferente: a velocidade, o alcance e o impacto nos sistemas. A velocidade dos avanços atuais não tem precedentes na história e está interferindo em quase todas as indústrias de todos os países” [...].

Também chamada de 4.0, a revolução acontece após três processos históricos transformadores. A primeira marcou o ritmo da produção manual à mecanizada, entre 1760 e 1830. A segunda, por volta de 1850, trouxe a eletricidade e permitiu a manufatura em massa. E a terceira aconteceu em meados do século 20, com a chegada da eletrônica, da tecnologia da informação e das telecomunicações.

Agora, a quarta mudança traz consigo uma tendência à automatização total das fábricas - seu nome vem, na verdade, de um projeto de estratégia de alta tecnologia do governo da Alemanha, trabalhado desde 2013 para levar sua produção a uma total independência da obra humana.

A automatização acontece através de sistemas ciberfísicos, que foram possíveis graças à internet das coisas e à computação na nuvem.

Os sistemas ciberfísicos, que combinam máquinas com processos digitais, são capazes de tomar decisões descentralizadas e de cooperar - entre eles e com humanos - mediante a internet das coisas.

[...]

PERASSO, V. O que é a 4ª revolução industrial - e como ela deve afetar nossas vidas. **BBC Brasil**, 22 out. 2016. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-37658309>. Acesso em: 16 set. 2020

Ao final da seção, fomente um debate sobre a importância do desenvolvimento e/ou do uso de fontes de energia alternativas para garantir o desenvolvimento sustentável na comunidade internacional. Comente, contudo, que o consumo de combustíveis fósseis é muito elevado, sendo um grande desafio sua substituição, considerando a alta demanda energética e o padrão de crescimento da população mundial.

#FICA A DICA, Estudante!

- Para saber mais sobre as máquinas térmicas, leia o texto a seguir. **MÁQUINAS térmicas. Instituto de Física da UFRGS**, Porto Alegre, c2009. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/~dschulz/web/maquinas_termicas.htm. Acesso em: 16 set. 2020.

Planejamento

Considerando os conteúdos apresentados nos temas, sugere-se a seguinte distribuição de aulas a ser considerada no planejamento desta Unidade pelos docentes da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

- Tema 1 (Biodiversidade): 6 aulas;
- Tema 2 (Impactos ambientais): 6 aulas;
- Tema 3 (Conversação, preservação e sustentabilidade): 6 aulas.

É importante destacar que essa distribuição foi feita considerando que este Volume seja trabalhado ao longo de um semestre. Caso a dinâmica do trabalho com o Volume seja outra, é possível alterá-la.

A BNCC nesta Unidade

Competências gerais da BNCC: 2, 4, 5, 7 e 10

Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Competências específicas: 1, 2 e 3

Habilidades: EM13CNT104, EM13CNT202, EM13CNT203, EM13CNT206, EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT310

Esta Unidade propicia o estudo de aspectos relacionados à proteção da biodiversidade do planeta. São apresentadas características relativas à diversidade de seres vivos em um ecossistema. Destacam-se alguns fatores favoráveis e limitantes à sua existência no ambiente, como as condições abióticas e as relações estabelecidas entre os seres vivos, de modo que se garanta a manutenção de um equilíbrio ecológico. Também são abordados os efeitos de algumas atividades humanas sob os ecossistemas, sobretudo, com relação à ameaça à biodiversidade. No encerramento da Unidade, ressalta-se a importância de se proteger a biodiversidade por meio da conservação e/ou da preservação. Para tanto, são abordadas ações governamentais e individuais voltadas para essa finalidade e para a manutenção da sustentabilidade do planeta.

Ao longo da Unidade, permite-se que os estudantes proponham ações individuais e coletivas que minimizem os impactos socioambientais e melhorem as condições de vida da população. Portanto, é possível desenvolver a **competência específica 1**. Ao proporcionar o estudo e a análise da dinâmica da vida e permitir aos estudantes que fundamentem e defendam decisões éticas voltadas à proteção da biodiversidade, essa Unidade possibilita a abordagem da **competência específica 2**. Além disso, em alguns momentos da Unidade, é solicitado a eles que investiguem situações-problema e proponham soluções para elas. Deste modo, pode-se desenvolver a **competência específica 3**. Para tanto, a Unidade foi estruturada em três temas, explicitados a seguir.

O **Tema 1** apresenta brevemente os componentes dos ecossistemas, considerando fatores abióticos, fatores bióticos e suas interações, as quais são necessárias à manutenção do equilíbrio ecológico. Explica-se também que essas interações podem limitar ou favorecer a existência dos seres vivos em determinado ambiente. Por fim, destacam-se algumas características de

diversos grupos de seres vivos, como bactérias, protozoários, algas, fungos, plantas e animais, os quais podem existir na diversidade de ecossistemas do planeta. Sugerimos que este tema seja trabalhado prioritariamente pelo(a) **docente de Biologia**.

Os assuntos abordados neste tema permitem a mobilização da habilidade **EM13CNT202**, pois os estudantes vão analisar formas de manifestação da vida considerando seus diferentes níveis de organização, bem como reconhecer fatores limitantes e favoráveis ao seu desenvolvimento.

Essa habilidade também é mobilizada na atividade **3** da seção **Atividades** deste tema, ao solicitar que eles analisem as condições favoráveis e limitantes ao desenvolvimento de duas espécies de gramíneas distintas. Além disso, essa atividade permite a mobilização da habilidade **EM13CNT302**, pois os estudantes devem comunicar os resultados de pesquisas elaborando gráficos. Ela também possibilita o desenvolvimento da **competência geral 4**, já que eles terão de fazer uso dos conhecimentos advindos da linguagem matemática para sua resolução, bem como da **competência geral 5**, pois utilizarão tecnologias digitais para a produção do conhecimento, elaborando gráficos dos resultados experimentais fornecidos no enunciado.

O **Tema 2** aborda os efeitos de atividades humanas nos ecossistemas, considerando, sobretudo, seus impactos à biodiversidade. São destacadas as queimadas, o desmatamento, o tráfico de animais silvestres, a caça e a pesca predatórias, a contaminação por produtos químicos (decorrente, por exemplo, do uso de agrotóxicos), e a produção e o descarte de resíduos. Sugerimos que este tema seja ministrado prioritariamente pelo(a) **docente de Biologia**. O tema possibilita um trabalho integrado com o(a) docente de Química durante a abordagem dos efeitos provocados pelas queimadas, pela contaminação por produtos químicos e pela produção e descarte de resíduos.

Neste tema é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT203** ao incentivar os estudantes a avaliar e fazer previsões sobre os efeitos das atividades humanas nos ecossistemas, considerando, sobretudo, a manutenção da vida. A habilidade **EM13CNT104** pode ser mobilizada durante o trabalho com a contaminação ambiental por produtos químicos e resíduos, de modo geral, pois é possível analisar seus riscos ao ambiente e posicionar-se criticamente em relação a eles. O assunto estudado contribui para o desenvolvimento da **competência geral 10**, ao incentivar os estudantes a agir de modo responsável e consciente, com base em princípios sustentáveis.

As habilidades citadas, **EM13CNT104** e **EM13CNT203**, podem ser trabalhadas na atividade **2** da seção **Atividades** deste tema, na qual são trabalhados os riscos ao ambiente decorrentes do uso indiscriminado de agrotóxicos. Os estudantes são desafiados a propor soluções para minimizar esse impacto, proporcionando uma avaliação dos efeitos decorrentes do uso de agrotóxicos nos ecossistemas. Essa atividade também permite o desenvolvimento da **competência geral 2** ao exercitar o pensamento científico dos estudantes, exigindo que criem soluções à situação-problema apresentada.

As atividades **3**, **5** e **6** possibilitam a mobilização da habilidade **EM13CNT203**, quando os estudantes devem avaliar os efeitos de intervenções humanas nos ecossistemas, considerando os mecanismos de manutenção da vida, bem como propor ações para minimizá-los. A atividade **6** contribui para o desenvolvimento da **competência geral 4**, ao solicitar a eles que utilizem diferentes linguagens (verbal e visual) para partilharem informações por meio de uma palestra.

No **Tema 3** trabalha-se a importância da proteção da biodiversidade, distinguindo a finalidade de ações que buscam sua conservação daquelas que buscam sua preservação.

São apresentadas ações governamentais voltadas para essa proteção, como leis brasileiras e acordos firmados com diversos países, além de ações individuais que podem ser adotadas a fim de garantir a sustentabilidade do planeta. Sugerimos que este tema seja abordado prioritariamente pelo(a) **docente de Biologia**.

Ao proporcionar aos estudantes a possibilidade de justificar a importância de se proteger a biodiversidade e de avaliar os efeitos de ações governamentais e atitudes cotidianas relacionadas a ela, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT206**. Além disso, ao fornecer subsídios às suas ações, de modo que façam escolhas conscientes e responsáveis, baseando-se em princípios éticos e sustentáveis, é possível desenvolver a **competência geral 10**.

Na abertura deste tema já é iniciado o trabalho com a habilidade **EM13CNT206**, pois os estudantes são incentivados a discutir com os colegas a importância da preservação da biodiversidade considerando dados quantitativos apresentados em um texto. Nas atividades **3** a **9** da seção **Atividades** deste tema essa habilidade também é mobilizada, pois eles precisam justificar a importância de se proteger a biodiversidade e/ou avaliar os efeitos de ações governamentais e/ou de atividades humanas para a garantia da sustentabilidade do planeta. A proposição de ações para contribuir com a proteção da biodiversidade, solicitada em parte das atividades, permite que parte da **competência geral 2** seja desenvolvida, pois os estudantes terão de elaborar soluções para situações-problema do cotidiano.

Na atividade **7**, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT303**, relacionada à interpretação de textos de divulgação científica.

Nas **Atividades extras** desta Unidade, os estudantes poderão revisar os conteúdos estudados ao longo dos temas. Nas atividades **1**, **2** e **4**, eles podem mobilizar a habilidade **EM13CNT203**, pois terão de avaliar os efeitos provocados nos ecossistemas por atividades humanas (os benefícios proporcionados pela agricultura orgânica ou os prejuízos ambientais decorrentes do desmatamento e da produção excessiva de resíduos). A habilidade **EM13CNT206** pode ser mobilizada ao requerer a eles que justifiquem a importância de se proteger a biodiversidade e/ou avaliar os efeitos de práticas voltadas à manutenção da sustentabilidade do planeta (a própria agricultura orgânica ou a política dos 5 R's).

Na atividade **2** é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT303** ao solicitar a interpretação de textos de divulgação científica, expressos por meio de tabelas. Na atividade **4** pode-se desenvolver a **competência geral 10**, pois os estudantes devem propor ações voltadas à política dos 5 R's, ou seja, eles são incentivados a agir com responsabilidade e determinação, com base em princípios sustentáveis.

Na atividade **5**, é possível mobilizar a habilidade **EM13CNT202**, pois os estudantes vão avaliar condições favoráveis e limitantes ao desenvolvimento dos cactos da espécie *Carnegiea gigante*.

Na atividade **7**, pode-se mobilizar a habilidade **EM13CNT203**, relacionada à avaliação das intervenções humanas nos ecossistemas, no caso, a caça predatória às baleias. Além disso, ela permite também o desenvolvimento da **competência geral 7** ao solicitar a eles que se posicionem frente a essa atividade, incentivando sua consciência socioambiental.

Na seção **Integrando com Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, apresentam-se os serviços que compõem o saneamento básico e seus efeitos na saúde e no ambiente. Em uma das atividades da seção é possível que os estudantes mobilizem a habilidade **EM13CNT310**, pois eles terão de investigar e analisar os efeitos do saneamento básico em seu bairro, identificando

necessidades locais e propondo ações que visem à melhoria da qualidade de vida da população. Deste modo, desenvolvem, também, a **competência geral 10**, ao agirem pessoal e coletivamente com responsabilidade, baseando-se em princípios democráticos e sustentáveis. Além disso, ao se envolverem com uma investigação de uma situação-problema de seu cotidiano, devendo, pois, propor soluções a ela, pode-se executar a **competência geral 2** e a habilidade **EM13CNT301**. Ao comunicarem os resultados obtidos por meio de sua investigação utilizando-se um relatório, é possível trabalhar a habilidade **EM13CNT302**.

Tema 1 • Biodiversidade

Neste tema são analisados os seguintes tópicos: componentes dos ecossistemas e suas interações; algumas características de bactérias, protozoários, algas, fungos, animais e plantas; e algumas interações interespecíficas. Com o objetivo de avaliar o conhecimento prévio dos estudantes, podem ser feitas as seguintes perguntas de diagnóstico:

- “O que significa o termo biodiversidade?”. Espera-se que eles apresentem definições variadas. Anote as principais concepções de biodiversidade no quadro ou no caderno para que as respostas sejam comparadas após o estudo do tema. É possível que eles associem a definição do termo à diversidade de espécies de um ambiente.
- “Quais fatores alteram a biodiversidade de uma região?”. É possível que os estudantes apontem o clima, a poluição, a presença de áreas urbanas, entre outros fatores. Explique a eles que, ao longo da escala geológica de tempo, vários eventos de extinção em massa provocaram a queda da biodiversidade.

Na abertura do tema consta um infográfico sobre o número de espécies dos grandes grupos taxonômicos da fauna e da flora brasileiras. Caso queira saber mais sobre a biodiversidade brasileira, acesse o *link* disponibilizado na seção **#FICA A DICA, Professor!**. Comente com a turma que a biodiversidade cumpre um papel importante na manutenção das relações ecológicas, polinização de plantas e manutenção do microclima.

Explique aos estudantes que a biodiversidade também pode ser compreendida quanto à variabilidade genética de uma espécie, à diversidade de espécies de determinada região e à diversidade de relações em um ecossistema.

» Ecossistemas

Comente que as espécies devem ser estudadas em relação aos fatores abióticos de seu ambiente, além das relações que estabelecem com outros seres vivos. As relações entre o meio físico e biológico definem um ecossistema. Diga aos estudantes que há diversos tipos e tamanhos de ecossistemas, por exemplo, uma gota de uma corrente de água ou a extensão de um manguezal.

Se desejar, explique a eles que o conjunto de ecossistemas do planeta forma a biosfera. Enfatize que uma comunidade é o conjunto de diferentes populações que vivem em uma região. Uma população, por sua vez, é o conjunto de organismos de uma mesma espécie que habita o mesmo local em determinado tempo. Organismo é um indivíduo isolado da população. O lugar em que uma população ou um organismo vive é chamado de habitat, e o papel que essa população desenvolve no ambiente se refere a seu nicho ecológico.

Ao abordar as limitações das condições de vida, cite que a salinidade elevada pode proporcionar a perda de água por osmose e que as condições de baixa concentração de oxigênio impedem a respiração celular. O pH do meio é muito importante para o funcionamento de enzimas e variações desta condição podem prejudicar o metabolismo celular. Estes são alguns dos exemplos que podem ser usados para explicar como as condições ambientais podem ser limitantes para a vida. Não deixe de citar os organismos extremófilos, que são capazes de viver em locais de condições extremas de temperatura, pressão, salinidade e pH.

» Bactérias

Ao tratar sobre as bactérias com os estudantes, é possível destacar sua importância econômica para a indústria, já que elas são utilizadas em processos de fabricação de alimentos, como bebidas lácteas, na produção de insulina, entre outras aplicações.

» Protozoários

Ao tratar sobre os protozoários, mencione que nem todos eles são parasitas, muitos possuem vida livre e são inofensivos, como algumas espécies de amebas.

Comente com os estudantes que as triconinfas são protozoários que apresentam flagelos. Eles são mutualísticos, vivem no intestino de alguns insetos e auxiliam a degradação da celulose, constituinte da parede celular das plantas. As amebas, por sua vez, são protozoários que se locomovem por meio de pseudópodes. Algumas espécies podem causar infecções no trato gastrointestinal, levando a quadros de diarreia e desidratação.

» Algas

Ao mencionar as algas, pode-se ressaltar a importância econômica de seus produtos, tais como a carragenana, utilizada como espessante, como agente de suspensão e como estabilizante na indústria alimentícia. Além disso, as algas são usadas na culinária oriental, sendo frequente seu consumo. Elas também podem ser usadas na fabricação de cosméticos, cremes dentais, entre outros produtos industriais.

Assim como as plantas, as algas possuem clorofila e podem fazer a fotossíntese. Comente que elas contribuem expressivamente para a produção de oxigênio na Terra.

» Fungos

Sobre os fungos, destaque a importância econômica desses organismos, principalmente na culinária e na produção de fármacos, como a penicilina. Ressalte o papel ecológico desses organismos em processos de decomposição e de fertilização do solo. Cite os cuidados que devemos ter com algumas espécies de cogumelos, as quais podem produzir substâncias tóxicas e alucinógenas.

» Animais

Ao explicar a importância dos insetos e de outros animais na polinização, destaque que a reprodução das angiospermas independe da água, mas depende de agentes

polinizadores (sejam eles seres vivos, sejam fatores abióticos, como a água e o vento). Os organismos polinizadores alimentam-se do néctar das flores, o que favorece o processo de transferência dos grãos de pólen para o ovário delas, contribuindo, desse modo, com a fecundação. Em alguns casos, a retirada dos polinizadores pode provocar a extinção de espécies de plantas.

Animais predadores podem ser utilizados para o controle biológico na agricultura, o qual constitui uma alternativa ao uso de agrotóxicos na agricultura, prática nociva ao ambiente.

» Plantas

Se desejar, apresente alguns aspectos evolutivos do grupo das plantas. A conquista do ambiente terrestre foi possível, sobretudo, em razão da independência da água na reprodução. Além disso, os vasos condutores são fundamentais para que haja o transporte de seiva no corpo do organismo, possibilitando tamanho maior e competição pela luz solar.

Explique aos estudantes que as briófitas não possuem vasos condutores e sua reprodução depende de água. As pteridófitas, por sua vez, não apresentam independência da água na reprodução. A diferença entre gimnospermas e angiospermas refere-se à presença de frutos desenvolvidos. Os frutos auxiliam a dispersão das sementes e possibilitaram maior variabilidade e conquista do ambiente terrestre.

» Interações interespecíficas

Se desejar, apresente outras formas de interação, como o comensalismo e a facilitação. O comensalismo é uma relação entre espécies diferentes, porém uma delas não apresenta prejuízo, enquanto a relação é benéfica para a outra. A facilitação refere-se ao processo pelo qual uma espécie pioneira altera as condições ambientais favorecendo o desenvolvimento de uma espécie tardia.

Em geral, a predação remete a relações entre animais. Contudo, alguns autores consideram que, quando um animal se alimenta dos tecidos de uma planta e provoca sua morte, impedindo-a de se propagar no ambiente, também configura um exemplo de predação. Outros autores defendem que, quando um indivíduo de uma espécie se alimenta de uma planta inteira, ou de partes dela, configura a herbivoria. Assim como na predação, o herbívoro é beneficiado pela relação, enquanto a planta é prejudicada. Muitos animais são herbívoros, inclusive diversos invertebrados, como as lagartas, os besouros e os gafanhotos, e vertebrados, como os bovinos, os ovinos e determinados peixes.

A pressão seletiva da predação é bastante intensa na natureza e, por isso, alguns predadores apresentam estruturas sensoriais muito desenvolvidas, tais como os olhos das águias, que conseguem localizar presas em distâncias muito grandes; e as fossetas loreais de algumas víboras, que percebem variações mínimas de temperatura.

Comente com os estudantes que há parasitas que vivem no interior do corpo do hospedeiro, como as tênias, que se alojam no intestino dos seres humanos; e os que vivem fora do corpo do hospedeiro, associando-se à sua superfície, como os carrapatos, que parasitam a pele.

#FICA A DICA, Professor!

- Se desejar mais informações sobre a biodiversidade brasileira, pesquise no site do projeto biota, da Fundação de Amparo à Pesquisa (Fapesp). BIOTA. Disponível em: <https://www.biota.org.br/>. Acesso em: 16 set. 2020.

Tema 2 • Impactos ambientais

Neste tema são trabalhados os efeitos ambientais de algumas atividades humanas, como as queimadas, o desmatamento, o tráfico de animais silvestres, a caça e a pesca predatórias, a contaminação por produtos químicos (como agrotóxicos e fertilizantes) e a produção e o descarte de resíduos. Antes de iniciar o trabalho com o tema, faça perguntas que permitam o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre esses assuntos, como:

- “Em quais situações vocês se lembram de ter ouvido a expressão ‘impactos ambientais’?”. Eles poderão falar em morte de animais, extinção, desmatamento, queimadas, poluição etc. Anote suas respostas no quadro e peça a eles que as organizem em dois grupos: causas e consequências. É importante que distingam as atividades humanas (desmatamento, queimadas, agricultura etc.) como causas dos impactos ambientais (poluição, morte de animais, extinção de espécies etc.).
- “Como as atividades humanas podem ameaçar a biodiversidade nos ecossistemas?”. Neste momento, não é esperado que os estudantes elaborem uma resposta adequada, mas que reflitam sobre o assunto. É possível comentar que muitas atividades comprometem a sobrevivência das espécies ao removerem seus habitats, obrigando-as a se deslocarem a outros locais e a competirem por recursos, que são limitados.

A abertura do tema apresenta informações sobre o desastre ambiental provocado pelo rompimento da barragem de minérios situada na cidade de Mariana (MG), em 2015. Aproveite o assunto para comentar sobre o rompimento de outra barragem de minérios localizada na cidade de Brumadinho (MG), em 2019. Apesar desse desastre não ter tido as mesmas proporções que o de Mariana, suas consequências ambientais foram similares, pois diversos seres vivos morreram devido à contaminação de ambientes aquáticos e ao soterramento. O desastre em Brumadinho provocou, contudo, um número maior de mortes de pessoas, com mais de 270 óbitos confirmados.

» Queimadas e desmatamento

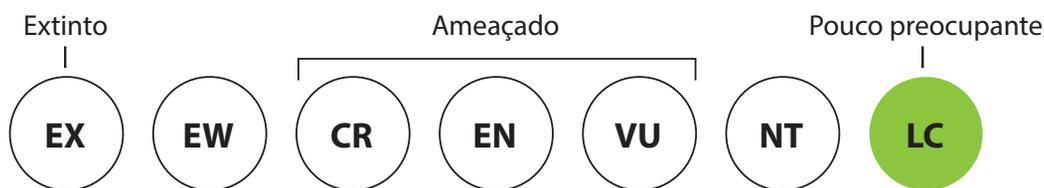
Segundo dados do Programa de Queimadas, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Brasil encerrou o ano de 2019 com 318 mil km² de área florestal consumidas pelo fogo. Em 2018, a área florestal queimada foi de 170 mil km². Isso significa que a área atingida em 2019 é 86% maior que em 2018. Para saber mais, acesse o *link* sugerido na seção **#FICA A DICA, Professor!**

Sobre a interferência nas relações tróficas estabelecidas entre os seres vivos provocada indiretamente pelas queimadas e o desmatamento, diga aos estudantes que o tamanho das populações pode ser alterado e haver aumento daquelas que apresentam vantagens à competição por recursos, bem como redução (ou mesmo extinção local) das que não apresentam vantagens.

» Tráfico de animais silvestres, caça e pesca predatórias

Se desejar, forneça aos estudantes mais informações sobre o estado de ameaça à extinção de animais. Em 1964, a União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) criou a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas. Essa lista foi criada para facilitar o acesso a informações científicas sobre os estados das espécies no âmbito global; chamar a atenção para a biodiversidade ameaçada; e servir de base para orientar ações de conservação dessa diversidade. A lista é considerada o maior catálogo sobre o estado de conservação de espécies e apresenta informações sobre plantas, animais, fungos e protozoários de todo planeta.

Nessa lista, as espécies são classificadas nos grupos descritos abaixo.



As siglas são obtidas a partir do nome da categoria na língua inglesa e são utilizadas em todo o mundo. Leia o significado de cada sigla, em português:

- EX – extinta: uma espécie é considerada extinta quando o último indivíduo morre.
- EW – extinta na natureza: existem exemplares da espécie apenas em cativeiro.
- CR – criticamente em perigo: espécies que enfrentam risco extremamente elevado de extinção na natureza.
- EN – em perigo: indica que a espécie provavelmente será extinta em breve.
- VU – vulnerável: indica risco elevado de extinção na natureza em breve, mas pode ser que a espécie se recupere caso as circunstâncias que ameaçam sua sobrevivência e reprodução melhorem.
- NT – quase ameaçada: a espécie está próxima de ser classificada em uma das categorias de ameaça.
- LC – segura ou pouco preocupante: é a categoria de risco mais baixo entre as citadas anteriormente. Espécies que têm grande número de indivíduos e que são amplamente distribuídas são incluídas nessa categoria.

O Brasil possui um Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, publicado no ano de 2018 pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), um órgão ambiental do governo brasileiro. Você encontra mais informações sobre o livro e o instituto na seção **#FICA A DICA, Professor!**

Se desejar, apresente mais informações aos estudantes sobre alguns animais ameaçados de extinção devido ao tráfico de animais silvestres, obtidos do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção.

A arara-azul-de-lear (*Anodorynchus leari*) encontra-se na categoria em perigo (EM). A espécie é endêmica do bioma Caatinga, ocorrendo no nordeste da Bahia. A população viável encontra-se em uma pequena área e sofre ameaças como alteração de e perda de habitat, conflitos

com proprietários de terra e tráfico de animais silvestres. Fêmeas da arara-azul-de-lear colocam seus ovos em paredões de arenito. Macho e fêmea se revezam no cuidado parental e de um a três filhotes deixam o ninho. Os frutos da palmeira licuri são sua principal fonte de alimentação, mas também se alimentam de baraúna, pinhão, umbu etc.

O mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) também se encontra categorizado como em perigo (EN). A espécie possui distribuição restrita a remanescentes da Mata Atlântica do Rio de Janeiro. Entre as ameaças à espécie estão tráfico de animais silvestres, incêndios, expansão urbana, competição com espécies exóticas, redução de habitat etc.

A Lei nº 9 605, de 12 de fevereiro de 1998, dispõe sobre sanções derivadas de atividades que lesionam o ambiente. Caso queira conhecê-la, acesse-a na íntegra desse documento por meio do *link* disponibilizado na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

» Contaminação por produtos químicos

Se desejar, explique aos estudantes que, para os seres humanos, os efeitos imediatos do consumo de água ou plantas contaminados por agrotóxicos incluem fraqueza, vômitos e dificuldade respiratória; a longo prazo, alterações neurológicas, lesões no fígado e até câncer.

» Produção e descarte de resíduos

Com relação aos resíduos sólidos, é possível comentar sobre a Lei nº 12 305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Esta lei prevê a redução na geração de resíduos sólidos por meio do consumo consciente, aumento da reciclagem, reutilização de resíduos sólidos, além da destinação adequada dos rejeitos, que não podem ser reciclados nem reutilizados, como papel higiênico, fraldas etc. Caso queira se aprofundar no assunto, acesse esse documento na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

Sobre a destinação correta dos resíduos sólidos, comente com os estudantes que os objetos perfurantes, como vidros quebrados, por exemplo, devem ser embrulhados em jornais e ensacados separadamente dos demais resíduos. Se possível, deve-se anotar uma indicação visível de que o material pode perfurar, para alertar quem realizará a coleta, evitando danos à sua saúde.

Caso eles queiram saber mais sobre a coleta seletiva, disponibilize o *link* sugerido na seção **#FICA A DICA, Estudante!**. Uma sugestão para que eles possam ter uma visão ampla sobre a questão dos resíduos sólidos e seu destino adequado é trabalhar o vídeo indicado na seção **#FICA A DICA, Estudante!**.

Explique que, embora a ideia seja reduzir ao máximo os resíduos sólidos domésticos, não é possível reciclar ou reutilizar todos eles, por isso, parte deles deve ser encaminhada aos aterros sanitários. Nesses locais, os resíduos são compactados no solo, de modo que formem camadas, as quais são, com frequência, cobertas por terra ou outro material inerte. O aterro deve evitar a contaminação do lençol freático pelo chorume (líquido resultante da decomposição da matéria orgânica). Deve-se evitar também o acúmulo de biogás, que resulta da decomposição anaeróbia do lixo. Se o biogás infiltrar pelo solo pode atingir locais, como redes de esgoto, e causar explosões.

#FICA A DICA, Estudante!

- Sobre coleta seletiva, indique o texto disponível no seguinte *link*: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Coleta seletiva**. Brasília, DF, [2020]. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento>. Acesso em: 16 set. 2020.
- Para saber mais sobre resíduos sólidos, indique para os estudantes o vídeo disponível no *link* a seguir. RESÍDUOS sólidos. 2015. Vídeo (3min33s). Publicado pelo canal Programa Água Brasil. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=MiuIckYJfQY&ab_channel=Programa%C3%81guaBrasil. Acesso em: 27 set. 2020.

#FICA A DICA, Professor!

- Para mais informações sobre o Programa de Queimadas do INPE, acesse seu espaço virtual. QUEIMADAS. INPE. Disponível em: <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal>. Acesso em: 16 set. 2020.
- Acesse a íntegra da Política Nacional de Resíduos Sólidos no seguinte *link*: BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 16 set. 2020.
- Conheça o Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Livro Vermelho**, da fauna brasileira ameaçada de extinção. v. 1, Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/component/content/article/10187>. Acesso em: 16 set. 2020.
- Para saber mais sobre o ICMBio, acesse o *link* a seguir. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **ICMBio**. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/>. Acesso em: 16 set. 2020.
- Para conhecer a íntegra da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, acesse: BRASIL. Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 16 set. 2020.

Tema 3 • Conservação, preservação e sustentabilidade

Neste tema são trabalhados os seguintes conteúdos: conservação e preservação da biodiversidade, medidas governamentais voltadas à proteção da biodiversidade e do ambiente, e sustentabilidade. Antes de introduzir o trabalho com o tema, levante os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os assuntos por meio de questões como a do exemplo a seguir.

- “O que é sustentabilidade?”. Neste momento, não é esperado que os estudantes saibam definir adequadamente o termo, mas que reflitam sobre ele. É possível que citem que a sustentabilidade engloba a proteção da natureza e da biodiversidade. Anote suas respostas no quadro e peça a eles que as corrijam ao final do tema.

Na abertura do tema são apresentadas algumas informações sobre o relatório Planeta Vivo, publicado em 2018. Se desejar, forneça outras informações aos estudantes apontadas por esse relatório, como:

- Alguns animais brasileiros estão ameaçados de extinção devido à perda de seus habitats. Entre eles está o tatu-bola (*Tolipeutes tricinctus*).
- No Brasil, o desmatamento tem afetado a disponibilidade de água doce (água que poderia ser utilizada para consumo humano e para a dessedentação).
- Seriam necessários cerca de 6 milhões de anos para que a natureza se recupere sozinha dos danos causados pela humanidade.
- Cerca de três quartos do planeta já foram impactados pela interferência humana.

Sobre a arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*), comentada na abertura, explique aos estudantes que ela pode chegar a um metro de comprimento, possui bico grande e forte, e coloração azul. Sua dieta é constituída, principalmente, por cocos de palmeiras nativas, como o buriti e a macaúba. A espécie coloca os ovos em ocos de árvores ou cavidades de paredes. Para saber mais informações sobre a arara-azul, indique aos estudantes o texto da seção **#FICA A DICA, Estudante!**.

» **Conservação e preservação**

Com relação às estimativas para a extinção de espécies, se julgar oportuno, comente que, segundo o relatório de Avaliação Global, publicado em 2019 pela Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES, na sigla em inglês), da Organização das Nações Unidas (ONU), em questão de décadas, é possível que um milhão de espécies de plantas e animais sejam extintas, caso não sejam adotadas ações que minimizem os impactos das atividades humanas de modo efetivo.

Nos últimos anos, o relatório aponta que as atividades agrícolas foram uma das que mais impactaram os ecossistemas. Outras ameaças à natureza são a extração da madeira; a caça e a pesca; as alterações climáticas; a poluição e a disseminação de espécies invasoras. Para saber mais sobre o assunto, leia o texto indicado na seção **#FICA A DICA, Professor!**.

Caso queira conhecer a lei nº 9 985/00, que determina os critérios para a criação e a gestão de áreas protegidas, denominadas Unidades de Conservação (UC), consulte a seção **#FICA A DICA, Professor!**. Se desejar, comente com os estudantes mais informações sobre as Unidades de Conservação (UCs).

As Unidades de Proteção Integral são distribuídas nas seguintes categorias: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio da Vida Silvestre. As Reservas Biológicas, por exemplo, são áreas destinadas à preservação da biodiversidade nas quais só são permitidas a realização de medidas de recuperação e ações de manejo.

Comente que as Unidades de Uso Sustentável possuem as seguintes categorias: Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Extrativista, Área de Proteção Ambiental (APA) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN). As Reservas Extrativistas, por exemplo, são áreas ocupadas por populações extrativistas tradicionais que exercem atividades de extrativismo, agricultura de subsistência e criação de animais de pequeno porte de modo sustentá-

vel. Nessas unidades é permitida a visitação pública e a pesquisa científica. Outro exemplo são as Reservas de Desenvolvimento Sustentável, em que vivem populações tradicionais que exploram, de modo sustentável, os recursos naturais. São permitidas a visitação pública e a pesquisa científica.

» **Combate às mudanças climáticas**

Diga aos estudantes que a redução da emissão de gases do efeito estufa atende ao 13º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Organização das Nações Unidas (ONU). Para saber mais sobre esse objetivo, acesse o *link* sugerido na seção **#FICA A DICA, Professor!**

Comente que as RCEs ficaram conhecidas por créditos de carbono. Explique aos estudantes que, apesar de essa designação referir-se ao gás carbônico, a redução da emissão de outros gases estufa, como o gás metano (CH₄) e os hidrofluorcarbonetos (HFCs), também pode ser convertida em créditos de carbono. A conversão é feita considerando o potencial de aquecimento global desses gases em comparação ao gás carbônico. Por exemplo, uma tonelada de gás carbônico não emitida na atmosfera equivale a um crédito de carbono. Como o gás metano tem um potencial de aquecimento global 21 vezes maior que o do gás carbônico, uma tonelada não emitida desse gás equivale a 21 créditos de carbono. Sobre a equivalência de dióxido de carbono, acesse o *link* na seção **#FICA A DICA, Professor!**

Explique que as árvores removem o gás carbônico da atmosfera ao realizarem a fotossíntese, processo metabólico no qual este gás e a água são transformados em gás oxigênio e glicose. Comente que a remoção do gás carbônico que já se encontra na atmosfera é denominada sequestro de carbono. Caso queira saber mais sobre esse processo, acesse o *link* sugerido na seção **#FICA A DICA, Professor!**

As plantas necessitam de grande quantidade de carbono para incorporar a sua biomassa e crescer. Por incorporar o carbono à sua biomassa, as florestas constituem grandes estoques de carbono. Em um hectare de floresta madura há um estoque de cerca de 150 toneladas de carbono, que somente retornarão à atmosfera, de forma natural, após anos, durante sua decomposição ou queima.

» **Proteção da camada de ozônio**

No ano de 2019, a camada de ozônio teve seu menor tamanho já registrado. No entanto, essa redução é explicada por um fenômeno climático e não de ações humanas. Leia mais informações sobre esse assunto na reportagem da seção **#FICA A DICA, Professor!**

» **Sustentabilidade**

Sobre a necessidade de repensar o uso da água, diga aos estudantes que também é necessário repensar sobre o consumo de materiais, de modo geral, pois a quantidade de água utilizada para sua produção pode ser muito expressiva, caracterizando um consumo indireto deste recurso. O volume de água utilizado na produção de bens é denominado água virtual.

#FICA A DICA, Estudante

- Sobre a arara-azul, recomende o texto disponível no seguinte *link*: WWF. **Arara-azul: beleza ameaçada**. Brasília, DF, [2020]. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/biodiversidade/especie_do_mes/novembro_arara_azul.cfm. Acesso em: 16 set. 2020.

#FICA A DICA, Professor!

- Para saber mais sobre o Relatório de Avaliação Global do IPBES, leia o texto indicado no *link* a seguir. 1 MILHÃO de espécies estão em risco de extinção, revela relatório da ONU. **ONU News**, 6 maio 2019. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/05/1670971>. Acesso em: 16 set. 2020.
- Para ler a íntegra da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, acesse o seguinte *link*: BRASIL. Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o artigo 225. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm. Acesso em: 16 set. 2020.
- Para mais informações sobre o 13º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Organização das Nações Unidas (ONU) e outros objetivos, acesse: NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivo 13**. Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos. Brasília, DF, c2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/13>. Acesso em: 16 set. 2020.
- Para saber mais sobre a equivalência de dióxido de carbono de outros gases, acesse: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Metadado**. Brasília, DF, [2020]. Disponível em: https://www.mma.gov.br/pnia/Arquivos/Temas/Atmosfera_e_Mudancas_Climaticas_AMC/1_Mudancas_Climaticas/AMC_1_1/Metadado_AMC_1_1.pdf. Acesso em: 16 set. 2020.
- No *link* a seguir você obtém mais informações sobre o sequestro de carbono. FERNANDEZ, V.; TANIZAKI, K. Sequestro de carbono: o poder das soluções simples. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, 1 jul. 2019. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/artigo/sequestro-de-carbono/>. Acesso em: 16 set. 2020.
- A reportagem a seguir apresenta informações sobre o tamanho do buraco da camada de ozônio em 2019. POR QUE o buraco na camada de ozônio está no menor tamanho já registrado. **Portal G1**, 25 out. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2019/10/25/por-que-o-buraco-na-camada-de-ozonio-esta-no-menor-tamanho-ja-registrado.ghtml>. Acesso em: 16 set. 2020.

Ampliando

Se desejar, proponha aos estudantes a realização de uma atividade sobre serviços ecossistêmicos, os quais compreendem processos que ocorrem nos ecossistemas e que beneficiam a sociedade, como a polinização, importante para a agricultura. Peça a eles que se

organizem em grupos e pesquisem sobre o assunto. Espera-se que eles percebam que a preservação da biodiversidade também está relacionada à sobrevivência da espécie humana. Eles devem produzir um relatório a partir dos resultados de sua pesquisa, que pode ser utilizado como parte da avaliação.

Para a realização dessa pesquisa, sugira o *link* a seguir como fonte de busca: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Serviços ecossistêmicos**. Brasília, DF, [2020]. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biodiversidade/economia-dos-ecossistemas-e-da-biodiversidade/servi%C3%A7os-ecossist%C3%AAmicos.html#servi%C3%A7os-ecossist%C3%AAmicos>. Acesso em: 16 set. 2020.

Integrando com Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Nesta seção é proposta uma integração com a área das Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Neste caso, apresenta-se os serviços que compõem o saneamento básico, destacando sua importância à sociedade e ao ambiente. Portanto, permite-se que os estudantes analisem os efeitos socioambientais de práticas governamentais, no caso, o acesso aos serviços de saneamento básico.

Ao iniciar o trabalho do assunto da seção, verifique se o bairro em que os estudantes residem possui acesso aos serviços de saneamento básico. Trabalhe o assunto com cautela, pois eles não devem se sentir constrangidos com a situação. O objetivo desse debate é levá-los a reconhecer a importância deste tema e do exercício de seus direitos como cidadãos, conforme apontado na Lei nº 11.445/2007. Caso queira obtê-la na íntegra, acesse o *link* disponibilizado na seção **#FICA A DICA, Professor!**

Auxilie os estudantes a interpretar o gráfico. Peça a eles que observem o que ocorre com o número de casos de infecções gastrointestinais conforme aumenta o acesso ao esgotamento sanitário. Espera-se que eles percebam que esta é uma relação inversa, já que o acesso ao serviço diminui o número de casos de infecções gastrointestinais.

#FICA A DICA, Professor!

- O *link* a seguir disponibiliza, na íntegra, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. BRASIL. Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 16 set. 2020.

Unidade 1 • Química, ambiente e saúde

1. Resposta pessoal. Não se espera que os estudantes respondam adequadamente, mas que conversem sobre o assunto e digam que são compostos químicos que possuem carbono em sua constituição, com algumas exceções, como o dióxido de carbono (CO_2), que é considerado um composto inorgânico, entre outros.
2. Resposta pessoal. Os compostos orgânicos naturais são produzidos pelos seres vivos e os artificiais são sintetizados quimicamente em laboratórios e indústrias.

Tema 1: Química ambiental

1. Espera-se que os estudantes já tenham lido ou ouvido notícias sobre mudanças climáticas e que comentem sobre o que assimilaram. Aproveite este momento para identificar seus conhecimentos prévios sobre o assunto.
2. Resposta pessoal. Não é esperado que os estudantes respondam adequadamente, mas que reflitam sobre o assunto. Possíveis respostas devem fazer referências às atividades humanas que emitem gases poluentes na atmosfera, como as queimadas e a queima de combustíveis fósseis. O tema “mudanças climáticas” é comum em reportagens e em notícias, como a apresentada nesta abertura de tema. Elas se referem a alterações nos padrões do clima em um intervalo de tempo prolongado, as quais podem provocar impactos ambientais devastadores. Nos últimos anos, pesquisadores têm associado as causas desse impacto à emissão de gases poluentes na atmosfera, resultado de atividades humanas.
3. Possibilidades de resposta: Usar meios de transportes coletivos, como ônibus e metrô; incentivar os pais ou responsáveis a adotar sistemas de carona, bem como a abastecer o veículo com etanol, um combustível renovável; utilizar mais a bicicleta etc.
4. O escurecimento de painéis decorre da sujeira presente no sistema de entrada de ar, que impede que uma quantidade adequada de oxigênio participe da combustão completa. A insuficiência desse gás torna a combustão fuliginosa. Chamas azuis são características de combustão completa, enquanto chamas amareladas e com fumaça caracterizam combustão com insuficiência de oxigênio.

Atividades

1. a) A chuva ácida. A água da chuva é ligeiramente ácida, com pH em torno de 5,6 devido à presença de gás carbônico (CO_2) na atmosfera, que, ao reagir com ela, forma o ácido carbônico (H_2CO_3). No entanto, a presença de altos níveis de gases poluentes na atmosfera, como o dióxido de enxofre (SO_2) e o óxido de nitrogênio (NO), podem levar à precipitação atmosférica com grandes quantidades de ácidos, fenômeno conhecido por chuva ácida.
b) A acidificação de rios e lagos, que provoca a morte de inúmeros animais e vegetais sensíveis a variações do pH

da água, e a acidificação do solo, que prejudica as plantações. Aos seres humanos pode provocar irritações e problemas nas vias respiratórias. Por ter efeito corrosivo, a chuva ácida também danifica construções, monumentos históricos e obras de arte feitos de mármore, alguns metais, cimento e outros materiais.

c) Não. Os gases poluentes são transportados juntamente às massas de ar a outras localidades ao redor das fontes emissoras de gases poluentes, o que pode ocasionar a acidificação da chuva que cai em outras cidades, estados ou até mesmo países.

d) Espera-se que os estudantes mencionem ações que reduzam a emissão de gases poluentes causadores da chuva ácida, como o dióxido de enxofre (SO_2) e o óxido de nitrogênio (NO). Como esses gases são emitidos principalmente pela queima de combustíveis fósseis utilizados por muitos veículos, eles podem citar ações que contribuam para a redução do número de veículos em circulação, como o uso de transportes públicos, de bicicletas e o deslocamento feito por meio de caminhadas, quando possível.

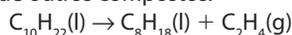
2. a) Automóvel.
b) Derretimento das calotas polares.
3. a) Todos os átomos representados em azul são radicais livres que precisam fazer ligação química e, por isso, atacam outras moléculas. Esses radicais são espécies químicas com deficiência de ligação, que ficam com número ímpar de elétrons, o que lhes confere uma elevada reatividade. Os radicais livres reagem em efeito cascata, ou seja, geram novos radicais livres.
b) Espera-se que os estudantes percebam, por meio das imagens, que em 1979 o buraco praticamente não existia, aumentou com o passar do tempo. Por meio das pesquisas, espera-se que os estudantes comentem que de 1980 até o início dos anos 1990, o buraco cresceu rapidamente. Nos primeiros anos do século XXI, os buracos se estabilizaram e começaram a regredir lentamente. Um dos possíveis motivos foi a descoberta de que os cloro-fluorcarbonetos (CFCs) destruíam o ozônio, o que levou à criação do Protocolo de Montreal de 1987, para a eliminação deste composto. Segundo estudos, níveis similares a 1980 poderão ser alcançados novamente por volta da metade deste século, caso continue ocorrendo conscientização de governos e de pessoas sobre o problema.

Tema 2: Fundamentos de Química Orgânica

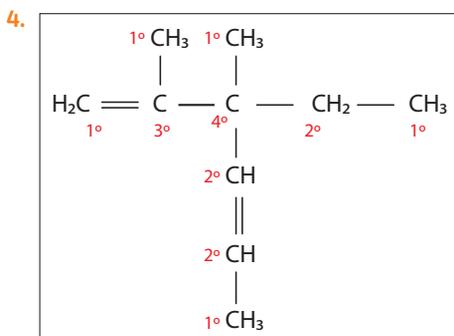
1. Os produtos orgânicos são originados de práticas extrativistas sustentáveis, que não prejudicam o ecossistema local. Eles não contêm fertilizantes ou agrotóxicos e precisam ter uma certificação do Ministério da Agricultura que garanta a sua qualidade e procedência. A ausência de compostos químicos industrializados nos orgânicos evita que eles sejam dispersos no ambiente e os contamine, preservando a biodiversidade. Outro benefício está associado à promoção, ou manutenção, da saúde do consumidor, em razão da ausência de substâncias

que possam prejudicar o organismo humano. A preservação do solo também é um aspecto importante, pois a microbiota local é mantida e sua fertilidade pode ser ampliada com a utilização de adubos orgânicos. A palavra "orgânica", em química, diz respeito à área que estuda os compostos que contêm carbono.

- Quanto maior o número de carbonos na fração a ser destilada, maior a temperatura de ebulição.
- Moléculas grandes do petróleo são quebradas em moléculas menores por meio de aquecimento e de uso de catalisadores. Um exemplo é o craqueamento de moléculas com 10 carbonos (decano) para a formação de moléculas com oito carbonos (octano), utilizadas como matéria-prima da gasolina. Moléculas que contêm dois carbonos (eteno) são usadas como matéria-prima de plásticos e de outros compostos.



O octano não é a gasolina, mas seu isômero, o isoctano (2,2,4-trimetilpentano), que tem a mesma fórmula molecular C_8H_{18} , sendo formado a partir da isomerização do octano. Explique que compostos orgânicos diferentes podem ter a mesma fórmula molecular, mas diferem na organização estrutural de seus átomos.

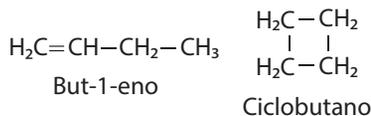


- C_4H_8 , fechada, não ramificada, saturada, homogênea e alifática.
 - $C_6H_{12}O_2$, aberta, ramificada, saturada, homogênea e alifática.

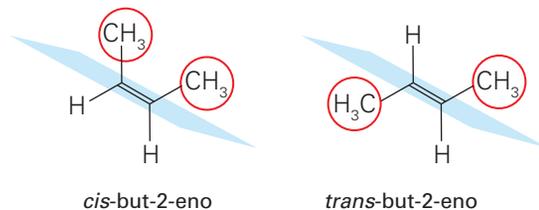
Nome	Fórmula
Etanoato de propila (ila) é o radical que se liga é o radical que se liga ao oxigênio da simples ligação	$H_3C - C = O$ $O - CH_2 - CH_2 - CH_3$
Butanona	$H_3C - C - CH_3 - CH_3$ O
Trimetilamina	$H_3C - N - CH_3$ CH ₃
2 - butanol	$H_3C - OH - CH_2 - CH_3$ OH

EDITORIA DE ARTE

7. Isomeria de cadeia:



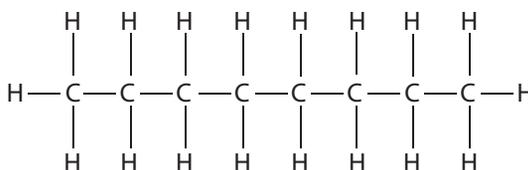
Isomeria cis-trans:



Atividades

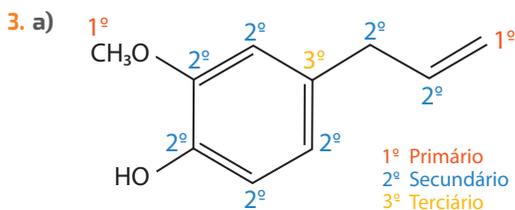
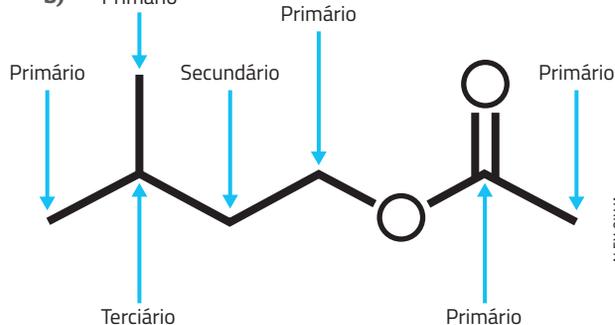
- A gasolina com maior octanagem é de melhor qualidade, reduz problemas mecânicos no motor e proporciona menor consumo de combustível. Em contrapartida, sua produção é mais cara, o que aumenta o preço por litro ao consumidor final.

b) Octano: C_8H_{18}



- Aberta, saturada, heterogênea, alifática e ramificada.

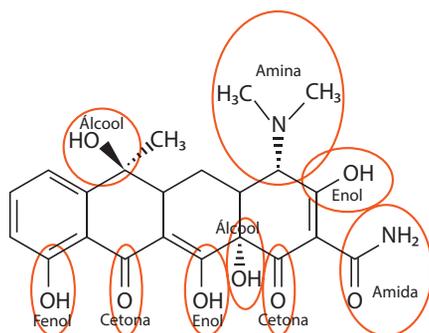
b)



Contém dois carbonos primários, sete secundários e um terciário.

b) $C_{10}H_{12}O_2$

4. a) Álcool, amina, fenol, cetona, enol e amida.

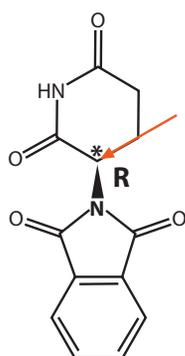


SONIA VAZ

*Enol = álcool que contém um ou mais radicais de hidroxila (—OH), sempre ligados a um átomo de carbono insaturado.

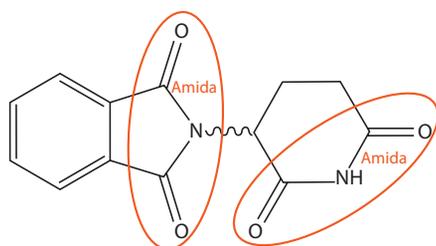
b) $C_{22}H_{24}N_2O_8$

5. a) O carbono assimétrico é o que possui em sua ligação os quatro ligantes diferentes.



SONIA VAZ

b) Amida.



SONIA VAZ

c) Espera-se que, por meio desta pesquisa, os estudantes obtenham informações relevantes sobre os efeitos de compostos enantioméricos no ambiente e/ou no corpo humano. Sugira, como fonte de pesquisa, o seguinte link: LIMA, V. L. E. Os fármacos e a quiralidade: uma breve abordagem. *Química Nova*, São Paulo, v. 20, n. 6, nov./dez. 1997. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421997000600015. Acesso em: 17 set. 2020.

Tema 3: Reações orgânicas

1. Espera-se que, por meio de dados obtidos em sua pesquisa, os estudantes percebam que muitos plásticos não podem ser reciclados, o que aumenta a presença deste material no ambiente. Plásticos utilizados em

computadores, telefones e eletrodomésticos são chamados de termorrígidos, e seu descarte deve ser feito em locais de coleta de lixo eletrônico. O celofane não pode ser reciclado, mas alguns estudos mostram a possibilidade de seu uso na fabricação de bandejas para transporte de frutas e legumes. Espumas também não são recicláveis, mas pesquisas indicam seu aproveitamento em cimentos e argamassas. Embalagens metalizadas, apesar de poderem ser recicladas, possuem uma mistura grande de diferentes tipos de material, o que torna sua reciclagem complexa. Fraldas descartáveis e absorventes não são reciclados. No entanto, algumas empresas estrangeiras fazem a separação do material orgânico e reciclam o plástico. Esse sistema não existe no Brasil. Cabos de panelas também não são recicláveis e, por isso, ao comprá-las, a preferência deve ser por panelas inteiramente recicláveis, de alumínio ou ferro. Para os adesivos, que também não são recicláveis, a reciclagem energética é uma saída. Ainda que não ideal, o descarte dos plásticos não recicláveis deve ser feito em aterros sanitários, no qual o seu acondicionamento evita a contaminação das águas subterrâneas.

- Espera-se que os estudantes, fundamentados em sua pesquisa, citem, como vantagens, o fato de o etanol ser produzido a partir de fontes renováveis de energia e de ser menos poluente que os combustíveis de origem fóssil. Entre as desvantagens, eles podem mencionar que sua eficiência energética é inferior à dos combustíveis de origem fóssil, que as matérias-primas demandam grandes áreas de plantio e que não são eficientes a baixas temperaturas. Esse levantamento das vantagens e desvantagens favorece o debate sobre a produção do etanol. Se considerar oportuno, indique aos estudantes a seguinte fonte de pesquisa. LEITE, R. C.; CORTEZ, L. A. B. O etanol combustível no Brasil. **EMBRAPA**, Brasília, DF, [2020] Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/etanol3_000g7gq2cz702wx5ok0wtedt3xdrmfk.pdf. Acesso em: 17 set. 2020.
- O ácido clorídrico pode levar à formação de chuva ácida.
- Espera-se que os estudantes constatem, em sua pesquisa, que o etanol de 2ª geração promove o reaproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar, um dos maiores resíduos da agroindústria brasileira. Assim, a produção deste tipo de álcool reduz a quantidade de resíduos, sendo essa uma de suas vantagens. Sugestão de fonte de pesquisa: PROPRIEDADES do bagaço da cana-de-açúcar. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo ed. 30, abr. 1998. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/propriedades-do-bagaco-da-cana-de-acucar/>. Acesso em: 17 set. 2020.
- Espera-se que, em sua pesquisa, os estudantes constatem que os efeitos do álcool variam conforme as concentrações. Em baixas concentrações, ele ocasiona a diminuição do estado de alerta e de vigilância, tornando os reflexos mais lentos. Além disso, há dificuldade na coordenação motora, problemas no equilíbrio e uma redução da força muscular. Em altas concentrações, o álcool pode ocasionar episódios de vômito, alteração nos sentidos, perda

da consciência e até parada respiratória. Todos esses sintomas prejudicam a direção, tornando-a perigosa tanto ao motorista alcoolizado quanto aos demais sujeitos do trânsito (motoristas, motociclistas, ciclistas e pedestres), pois há maior probabilidade de ocorrer acidentes.

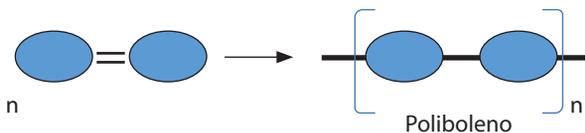
- Espera-se que os estudantes questionem a composição dos alimentos que consomem e que, por exemplo, tenham a percepção de que o sabor morango de bolachas ou guloseimas ultraprocessadas não é natural.
- Os termoplásticos tornam-se líquidos por meio da ação da temperatura, podendo ser moldados diversas vezes. Os plásticos termorrígidos são moldados somente no momento de sua fabricação.

8.

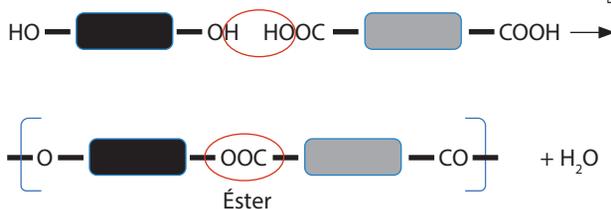
Símbolo	Sigla do plástico	Tipo de plástico
	PET	Poliuretrefalato de etileno
	HDPE ou PEAD	Poliétileno de alta densidade
	PVC	Policloreto de vinila
	LDPE ou PEBD	Poliétileno de baixa densidade
	PP	Polipropileno
	PS	Poliestileno
	Outros	Outros tipos de plástico

Atividades

1. a)



b)



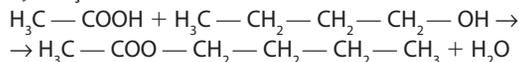
2. A oxidação está na etapa parcial, pois o produto formado é um aldeído e não o ácido carboxílico.

3. a) Espera-se que os estudantes deduzam que os impactos associados ao descarte de óleos usados estão relacionados, sobretudo, à sua insolubilidade em água. Quando despejados no solo, dificultam a infiltração de água, prejudicando o seu fornecimento às plantas. Em baixas concentrações de oxigênio pode haver a produção de um gás estufa, o metano. Além disso, ao serem despejados na pia, dificultam e encarecem o tratamento de água.

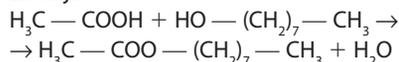
b) A parte apolar consiste na cadeia carbônica e, a parte polar, no grupamento $\text{COO}^- \text{Na}^+$

c) O grupo funcional do glicerol é o álcool.

4. a) Maçã verde:



Laranja:



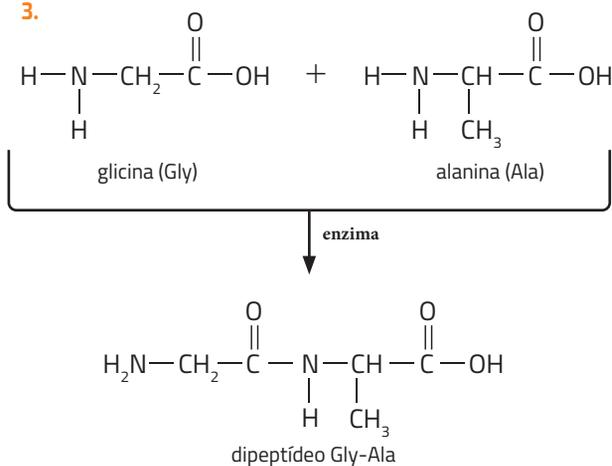
b) Um exemplo são as balas de abacaxi, cujo éster é o butanoato de etila.

Tema 4: Bioquímica

1. Metabolismo.

2. Glicina: H ; alanina: CH_3 ; lisina: $\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$. No caso da lisina, alguns estudantes podem indicar a estrutura NH_3^+ , equivalente à cadeia lateral em sua forma protonada.

3.



4. Espera-se que, em sua pesquisa, os estudantes conclua que a batata é um dos alimentos de origem vegetal mais cultivados no mundo e, por isso, possui grande importância econômica em muitos países, como China, Rússia e Índia. A batata é muito consumida devido ao seu valor nutricional e energético. Há indícios de que ela é nativa da América do Sul. Acredita-se que sua introdução na Europa tenha ocorrido por volta do século XVI, a partir de colonizadores espanhóis. Sugestão de site para pesquisa: A CULTURA da batata. **Embrapa**, Brasília, DF, [2020] <https://www.embrapa.br/hortalias/batata/origem-e-botanica>. Acesso em: 17 set. 2020.

5. Uma dieta saudável está relacionada à ingestão, de modo balanceado, de alimentos de vários grupos alimentares, dando prioridade aos naturais ou minimamente processados, como frutas, hortaliças, carnes e ovos, os quais fornecem uma grande diversidade de nutrientes ao nosso organismo e, conseqüentemente, diversos elementos químicos necessários à manutenção de suas funções básicas. Os alimentos industrializados não são recomendados, pois, em geral, fornecem poucos nutrientes ao nosso organismo, ou seja, apresentam baixo valor nutricional. Neste momento é possível ampliar a discussão solicitando aos estudantes que, após confrontarem seus hábitos alimentares com as informações obtidas na pesquisa, sugiram mudanças em sua dieta a fim de torná-la mais saudável. **Guia alimentar para a população brasileira.** Brasília, DF, 2014. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf. Acesso em: 17 set. 2020.
6. São gorduras os ácidos graxos que apresentam temperaturas de fusão maiores que 25 °C; são óleos aqueles que possuem temperaturas de fusão menores que 25 °C.

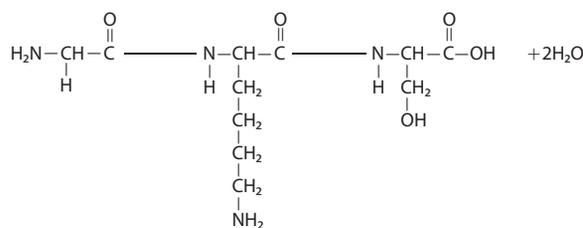
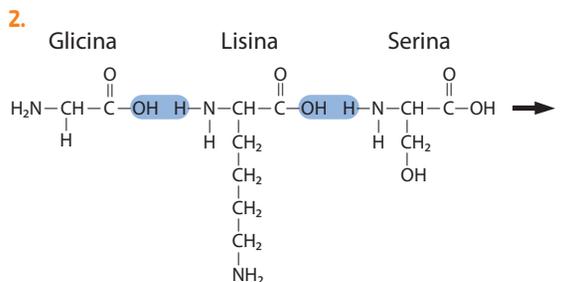
Atividades

1. Para a elaboração da tabela foi considerada a quantidade de carboidrato disponível (que é assimilada na digestão). Os ácidos graxos mono e poliinsaturados foram reunidos em um único grupo: ácidos graxos insaturados. Para esta atividade, consideramos também porções de alimentos crus, *in natura* (com exceção da margarina). É importante destacar que esses valores são alterados conforme o modo de preparo dos alimentos.
- a) Castanha de caju (a porção de 100 g apresenta 26,9 g de carboidratos) e batata-inglesa (a porção de 100 g apresenta 15,2 g de carboidratos). Os carboidratos participam da constituição estrutural dos seres vivos e são fonte de energia para as células.
- b) A carne bovina (a porção de 100 g apresenta 19,4 g de proteínas), a castanha de caju (a porção de 100 g apresenta 18,2 g de proteínas) e o ovo de galinha (a porção de 100 g apresenta 11,3 g de proteínas). As proteínas podem exercer uma série de funções no organismo humano, tais como: construção e reparação muscular; formação de hormônios; participação do controle do metabolismo celular; transporte de moléculas entre células; comunicação entre as células; formação de enzimas, que são substâncias que promovem o aumento da velocidade das reações químicas, entre outras.
- c) A castanha de caju (a porção de 100 g apresenta 43,8 g de lipídios) e a margarina (a porção de 100 g apresenta 60 g de lipídios). Os lipídios participam da estrutura de membranas celulares, armazenam energia e conferem isolamento térmico.
- d) Os ácidos graxos são constituídos por longas cadeias de átomos de carbono (C) e de hidrogênio (H) ligados entre si, sendo que, em uma de suas extremidades, encontra-se um grupo carboxila (–COOH). Esses ácidos podem ser saturados ou insaturados. Os saturados apresentam

apenas ligações covalentes simples entre os átomos de carbono de sua cadeia. De modo geral, eles estão presentes mais expressivamente nas gorduras animais, como na carne bovina. Os insaturados, por sua vez, possuem uma ou mais insaturações, que são ligações covalentes duplas ou triplas entre os átomos de carbono de sua cadeia. De modo geral, são encontrados mais expressivamente em óleos vegetais, como no abacate e na castanha de caju.

Os ácidos graxos insaturados apresentam as configurações *cis* e *trans*. Na configuração *cis*, os hidrogênios próximos à dupla ligação estão do mesmo lado da cadeia. Ela é mais comumente encontrada nos alimentos naturais. Na configuração *trans*, os hidrogênios próximos à dupla ligação estão em lados opostos da cadeia, sendo menos comuns nos alimentos. Contudo, os ácidos graxos *trans* podem se tornar expressivos em alimentos feitos com óleo vegetal que passou por hidrogenação, como é o caso da margarina.

e) Espera-se que os estudantes conheçam a composição nutricional dos alimentos que mais ingerem diariamente, analisando se seu consumo está sendo feito de modo balanceado. É importante enfatizar que uma dieta balanceada envolve o consumo diário de todos os nutrientes, nas quantidades recomendadas por profissionais especializados.



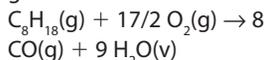
3. a) Um sachê que contém a enzima lactase, que pode ser adicionada no leite, possibilitando que ele seja ingerido por pessoas intolerantes à lactose.
- b) A lactose é um carboidrato utilizado como fonte de energia para as células. A enzima lactase é uma proteína que aumenta a taxa de desenvolvimento de reações químicas (no caso, de degradação da lactose).
- c) Espera-se que os estudantes discutam suas opiniões sobre o papel da escola no incentivo às pesquisas científicas.
- d) Por ser uma enzima, ou seja, um catalisador bioquímico, a lactase acelera a hidrólise da lactose, que é transformada em moléculas menores (glicose e galactose).

Atividades extras

1. a) Sintomas causados pela falta de oxigênio que não chega em todos os lugares do corpo.

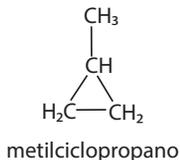
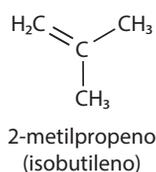
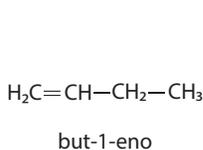
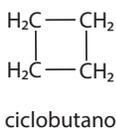
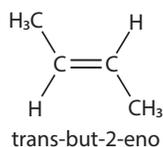
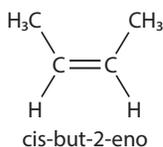
A resolução desta atividade pode ser feita por meio do pensamento computacional. A imagem apresentada sobre a ligação do monóxido de carbono à hemoglobina precisa ser decomposta, de modo que suas partes sejam compreendidas para o posterior entendimento do todo. Para apontar as consequências ao organismo provocadas por essa ligação, os estudantes deverão exercer a abstração, selecionando as informações mais importantes e relevantes ao problema. O pensamento algoritmo pode se fazer presente quando eles elaborarem sequências de passos para compreender os efeitos da carboxihemoglobina no organismo.

b) Combustão incompleta de combustíveis. Exemplo da combustão incompleta da gasolina: quando um carro fica ligado em uma garagem fechada, por exemplo. Dento da garagem a concentração de monóxido de carbono aumenta e a de oxigênio diminui, pois este está sendo gasto na combustão.



2. a)

Isômeros com fórmula molecular C_4H_8



- b) Cadeia: but-1-eno e metilpropeno
Geométrico: cis-but-2-eno e trans-but-2-eno

3. a)

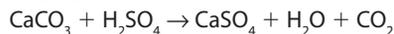


- b) Poliamida.

4. a) Proteínas: função amida.
Lípidos: função éster.
Carboidratos: funções álcool, aldeído e/ou cetona.

b) Proteínas são polímeros de aminoácidos, e amido e celulose são polímeros de glicose.

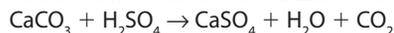
5. Alternativa b.



6. Alternativa c.

I. Correta, pois gases de óxidos ácidos provocam chuva ácida.

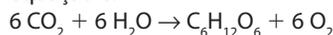
II. Correta, pois as correntes de vento levam a poluição atmosférica para a zona rural e o uso de carbonato de cálcio é um modo de neutralizar o meio ácido.



III. Incorreta, pois a precipitação ácida afeta o ecossistema e a transpiração dos vegetais não neutraliza o excesso de ácido.

7. Alternativa a.

Os vegetais são seres autótrofos, que produzem o próprio alimento por meio da fotossíntese. O reflorestamento possibilita que mais plantas realizem a fotossíntese, cuja equação é:



8. Alternativa b.

9. Alternativa c.

A cadeia é cíclica porque os átomos se fecham; é saturada porque não apresenta nenhuma ligação dupla ou tripla; e é heterogênea porque apresenta nitrogênio na sua cadeia.

10. Alternativa b.

O metanoato de etila pertence aos ésteres, que são derivados de ácidos carboxílicos, em que o grupo funcional $-\text{COOH}$ tem o hidrogênio substituído por uma cadeia carbônica.

O benzeno pertence aos hidrocarbonetos, que são compostos formados por átomos de carbono e hidrogênio.

O etóxietano pertence aos éteres, que são compostos em que o oxigênio está ligado a duas cadeias carbônicas.

A propanona pertence às cetonas, que têm a carbonila ($\text{C}=\text{O}$) ligada a duas cadeias carbônicas.

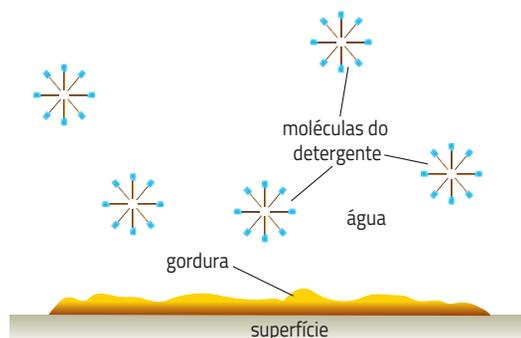
O metanal pertence aos aldeídos, que são compostos que possuem o grupo funcional $-\text{CHO}$.

11. Alternativa b.

Um ácido de quatro carbonos na cadeia e o álcool de dois carbonos na cadeia.

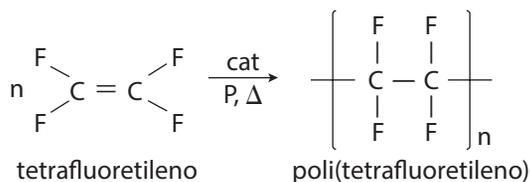
12. Alternativa c.

Na formação das micelas em água, o ânion do sabão tem sua porção apolar direcionada para a parte de dentro. Exemplo:



SONIA VAZ

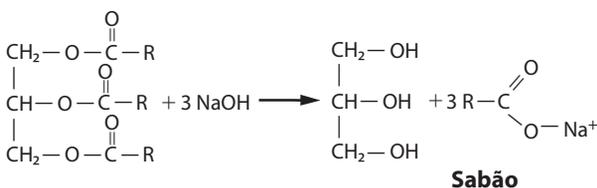
13. a) Polimerização por adição.



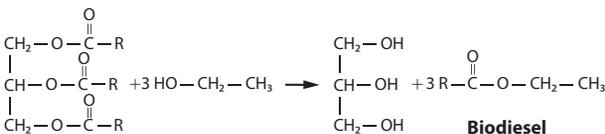
b) A substância é resistente a altas temperaturas e pode ser utilizada no revestimento de peças metálicas, tais como painéis e frigideiras.

c) Polietileno.

14. a)



b)



Falando de...

Plástico biodegradável

- Em aterros sanitários e no ambiente.
- Aproximadamente 9,5% foram reciclados; 12,7% foram incinerados; e 77,7% foram destinados aos aterros ou ao ambiente. Para fazer o cálculo, basta realizar uma regra de três: quantidade de plástico descartada está para 100% assim como quantidade de plástico (reciclada/incinerada/destinada a aterros ou ambiente) está para x.
Exemplo para o cálculo dos resíduos que foram reciclados:
6 300 000 000 toneladas — 100%
600 000 000 toneladas — x
60 000 000 000 = 6 300 000 000 · x
x = 60 000 000 000 / 6 300 000 000 = 9,5%
- Entre as vantagens está a sua rápida decomposição no ambiente, evitando que seja acumulado. Quando é produzido a partir de resíduos agroindustriais, ocorre a reutilização desses resíduos, que seriam descartados. Entre as desvantagens estão o alto custo para produção e a dificuldade no desenvolvimento de um plástico biodegradável que tenha propriedades similares à do plástico convencional, como a resistência.
- Espera-se que os estudantes proponham atitudes/ações que possam ser adotadas na escola, voltadas à redução da produção de resíduos plásticos. Possíveis atitudes/ações: levar as próprias canecas e garrafas para consumo de água nos bebedouros em vez de usar copos descartáveis; utilizar talheres de alumínio e pratos de vidro em vez de

talheres e pratos descartáveis; não solicitar canudos plásticos na cantina (se houver) etc. Essas ações podem ser indicadas em um panfleto, possivelmente digital, que os estudantes devem produzir e compartilhar com a comunidade escolar.

Unidade 2 • Fenômenos térmicos

- Resposta pessoal. Verifique se os estudantes identificam algum tipo de fenômeno térmico presente no aquecedor solar, como condução, irradiação ou convecção.
- Além de reduzir o consumo de energia elétrica para o aquecimento da água no local em que é instalado, também contribui para a redução na emissão de gases poluentes, pois, a longo prazo, pode diminuir a necessidade de instalação de mais usinas geradoras de energia elétrica, como as termelétricas.

Tema 1: Calor e temperatura

- Primeira frase: O conceito de calor deve ser utilizado quando ocorre transferência de energia térmica entre dois corpos e não para indicar posse ou algo que está dentro do corpo. Calor sempre se refere a uma quantidade de energia que é passada de um corpo para outro. Segunda frase: Temperatura não se relaciona a algo que é passado de um corpo para outro. Ela indica a energia associada à movimentação das partículas que constituem o corpo, ou seja, quando a temperatura dele é mais elevada, as partículas que o compõem apresentam movimentos de vibração mais intensos.
- Espera-se que os estudantes citem diversas possibilidades, inclusive as de natureza regional, que podem ser discutidas para enriquecer o conhecimento da cultura local.

Atividades

- A afirmação está correta, pois o termômetro é colocado em contato com o objeto que se quer medir a temperatura até que atinja o equilíbrio térmico com ele. Assim, a temperatura em que o termômetro está define o comportamento de sua substância termométrica e a correspondente indicação de temperatura, que é igual à do corpo.
- O mercúrio se dilata e o comprimento de sua coluna indica a temperatura. No forno, ele se dilataria muito e, não tendo espaço, estouraria o vidro do termômetro. O termômetro adequado para essa medida é o termômetro de lâmina bimetálica ou termômetro de radiação (pirômetro óptico).

$$3. \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_C}{5} \Rightarrow \frac{T_F - 32}{9} = \frac{240}{5} \Rightarrow \frac{T_F - 32}{9} = 48 \Rightarrow \Rightarrow T_F - 32 = 432 \Rightarrow T_F = 464 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$4. \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_C}{5} \Rightarrow \frac{2X - 32}{9} = \frac{X}{5} \Rightarrow 10 \cdot X - 160 = 9 \cdot X \Rightarrow X = 160$$

Portanto, as indicações são:

Celsius: 160 °C

Fahrenheit: 320 °F

Kelvin: $T_k = T_c + 273 \Rightarrow T_k = 160 + 273 \Rightarrow T_k = 433 \text{ K}$

Tema 2: Dilatação térmica

1. Sim, ela pode ser encarada como uma hipótese viável, desde que ocorra forte aquecimento na região ocasionado, por exemplo, pela luz solar. Essa elevação do pavimento poderia decorrer se, durante sua construção, não fossem construídas as juntas de dilatação, recurso de engenharia bastante utilizado para atenuar o efeito da dilatação térmica. Por meio da análise da fotografia pode-se supor que se trata de pavimentação de concreto, mais rígida do que o asfalto, necessitando de pequenos espaços entre as placas de concreto para que a dilatação ocorra.
2. Os engenheiros deveriam ter deixado pequenos espaços entre as placas de concreto do pavimento. Assim, ao dilatar, o concreto teria espaço para ocupar, não deformando a superfície.
3. No cotidiano, a dilatação térmica pode ser usada para abrir potes de vidro com tampa metálica. Muitas vezes não conseguimos retirar a tampa desse tipo de recipiente por estar muito presa. Para resolver esse problema, pode-se mergulhar o pote, de cabeça para baixo, em uma panela com água quente, tomando os cuidados para não se queimar. Como o metal da tampa dilata mais do que o vidro, a tampa se desprende, ficando mais fácil abri-la. Outro exemplo são as juntas de dilatação colocadas, por exemplo, em pontes, nas quais pequenos espaços são deixados ou preenchidos com materiais maleáveis, permitindo a movimentação da construção devido às dilatações e contrações que ocorrem diariamente.

Atividades

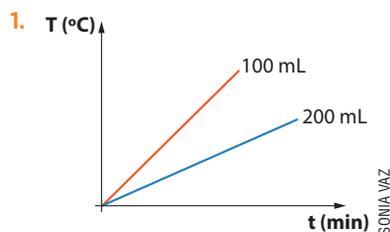
1. Caso o mercúrio dilatasse menos que o vidro, o comprimento da coluna de líquido diminuiria com o aumento da temperatura. Mesmo assim, ele ainda poderia ser utilizado com a recalibragem de sua escala, ou seja, temperaturas mais altas corresponderiam a menores comprimentos da coluna de líquido.
2. $\Delta L = 0,44 \text{ mm} \Rightarrow \Delta L = 0,044 \text{ cm}$
 $\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \Rightarrow 0,044 = 20 \cdot \alpha \cdot 100 \Rightarrow \alpha = 22 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
 Portanto, $\gamma = 3 \cdot \alpha \Rightarrow \gamma = 3 \cdot 22 \cdot 10^{-6} \Rightarrow \gamma = 66 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
 $\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta V = 1000 \cdot 66 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \Rightarrow \Delta V = 3,3 \text{ mL}$
3. $\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta V = 50 \cdot 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \Rightarrow \Delta V = 1,65 \text{ L}$
 Caso isso se repita por 30 dias, o volume jogado fora será de: $\Delta V = 30 \cdot 1,65 \Rightarrow \Delta V = 49,5 \text{ L}$
 Como cada litro custa R\$ 4,15, o prejuízo do motorista será de: $49,5 \cdot 4,15 = \text{R\$ } 205,42$
4. Ao aquecer a chapa, o furo dilata, como se fosse preenchido por matéria, pois as partículas posicionadas na sua

borda tendem a se distanciar umas das outras durante a dilatação. Logo, elas só podem se dilatar “para fora”, aumentando o diâmetro do furo.

Tema 3: Propagação do calor

1. Resposta pessoal. É provável que os estudantes digam que o metal está mais frio. Nessa hora, o professor pode avançar na discussão, lembrando o conceito de equilíbrio térmico, no qual os corpos em um mesmo ambiente tendem a alcançar mesma temperatura de equilíbrio térmico.
 Resposta correta: a temperatura é a mesma, mas a sensação térmica é diferente, pois o metal, por ser melhor condutor de calor, retira calor de nossas mãos de modo mais intenso do que a madeira.
2. Resposta pessoal. A neve compactada, muito mais do que o gelo, é isolante térmico, permitindo que a temperatura em seu interior se mantenha por volta de $-3 \text{ } ^\circ\text{C}$, bem mais alta do que a externa, que oscila entre $-30 \text{ } ^\circ\text{C}$ a $-45 \text{ } ^\circ\text{C}$. A neve compactada mantém bolhas de ar entre suas partículas constituintes, e essas bolhas ajudam a isolar termicamente o interior do iglu do meio externo.

Oficina científica



Observação: Pode ser que os pontos não fiquem perfeitamente alinhados. Nesse caso, trace a reta média, de modo que fique o mais próximo possível dos pontos.

2. Os estudantes devem indicar que a temperatura da água aumentou gradativamente enquanto ficou exposta à luz do Sol.
3. Sim, a caneca que continha menor quantidade de água sofreu maior variação da temperatura.
4. Como produto deste projeto, sugerimos a confecção de um panfleto que possa ser distribuído à comunidade. Antes disso, identifique, com a participação dos estudantes e da direção da escola, o melhor dia e local para a sua distribuição. Ele deve conter justificativas para a utilização deste equipamento, os materiais que podem ser utilizados e o passo a passo de sua montagem. Organize os grupos para a pesquisa. Com os resultados, defina com a turma o melhor modelo e peça aos grupos que montem o forno. Em algumas regiões do Brasil, como na Caatinga, muitas famílias usam lenha e carvão retirados do ambiente para preparar suas refeições. Alguns projetos distribuem fornos solares para essas famílias, auxiliando na sustentabilidade.

Atividades

- O ar mais quente é refrigerado pelo congelador situado na parte de cima e, por ficar mais denso, desce. O ar que estava embaixo sobe e, ao ser resfriado, fica mais denso e desce, mantendo o ciclo e formando as correntes de convecção.
- A atmosfera terrestre é composta, principalmente, pelos gases nitrogênio e oxigênio, os quais são transparentes para a radiação solar, permitindo que ela chegue à superfície terrestre, na qual uma parte dela é absorvida e, outra parte, refletida. A parcela refletida pela superfície terrestre contém radiação infravermelha, que fica aprisionada na atmosfera, pois esta é opaca para o infravermelho. É esse fenômeno que mantém a temperatura terrestre com pouca amplitude térmica, permitindo que haja vida na Terra tal qual a conhecemos. O agravamento do efeito estufa provoca o aquecimento global, podendo provocar derretimento de geleiras e destruição de flora.
- Nos desertos, as temperaturas são muito altas durante o dia e caem abaixo de zero à noite, fazendo com que a variação de temperatura seja muito acentuada (grande amplitude térmica). Os nômades utilizam a roupa de lã por ela ser um isolante térmico, pois nesse tipo de tecido o ar fica retido entre as tramas de suas linhas. Assim, a lã impede que eles recebam muito calor durante o dia e ajuda a reter o calor durante a noite, protegendo-os das temperaturas extremamente altas e muito baixas.
- A placa de tubos de PVC, pintada de preto, absorve o calor e, por condução, aquece a água que passa por eles. Uma vez aquecida, essa água, por convecção, sobe para o reservatório, forçando a água fria a descer. O fluxo cessa quando toda a água estiver na mesma temperatura.
- Na ordem determinada (da mais fria para a mais quente): crosta, manto, núcleo externo e núcleo interno
Explicação: Como existe uma corrente de convecção no manto, este deve ser um fluido que vai da camada mais quente (núcleo externo) para a mais fria (crosta). Portanto, podemos inferir que a temperatura da Terra aumenta com a profundidade; logo, o núcleo interno deve ser mais quente que as outras camadas.

Tema 4: Calorimetria

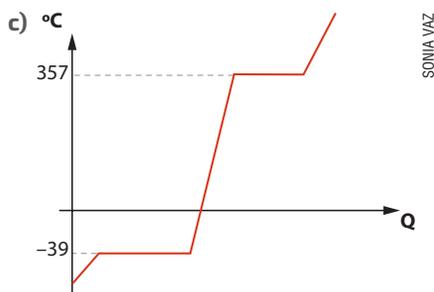
- As fagulhas, apesar de estarem em temperaturas muito altas, pois o metal está incandescente, transportam uma quantidade muito pequena de energia em razão de sua massa extremamente reduzida, além de o metal ter um calor específico muito pequeno. Logo, a capacidade térmica das fagulhas é pequena e elas transportam pequena quantidade de calor. Espera-se que, em sua pesquisa, os estudantes encontrem os termos “calor específico”, “capacidade térmica” e “poder calorífico”, entre outros.
- EPI é a sigla para Equipamentos de Proteção Individual, os quais devem ser utilizados para proteger um profissional contra riscos capazes de ameaçar sua segurança e saúde.

Atividades

- Pela tampa pode ter ocorrido convecção, com saída de ar quente e entrada de ar frio. Pelo corpo da garrafa, por condução.
 - $Q = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow Q = 1500 \cdot 1 \cdot (-70) \Rightarrow Q = -105\,000 \text{ cal}$
 - O fluxo pode ser calculado dividindo-se o calor perdido pelo tempo:

$$-\frac{105\,000}{4} = -26\,250 \text{ cal/h}$$
 Perde-se 26 250 calorias por hora.
- Aquecer o gelo de -10°C a 0°C :
 $Q_1 = m_g \cdot c_g \cdot \Delta T \Rightarrow Q_1 = 60\,000 \cdot 0,5 \cdot [0 - (-10)] \Rightarrow Q_1 = 300\,000 \text{ cal} = 300 \text{ kcal}$
 - Fusão do gelo a 0°C :
 $Q_2 = m_g \cdot L_f \Rightarrow Q_2 = 60\,000 \cdot 80 \Rightarrow Q_2 = 4\,800\,000 \text{ cal} = 4\,800 \text{ kcal}$
 - Aquecimento da água de 0°C a 20°C :
 $Q_3 = m_g \cdot c_{\text{água}} \cdot \Delta T \Rightarrow Q_3 = 60\,000 \cdot 1 \cdot (20 - 0) \Rightarrow Q_3 = 1\,200\,000 \text{ cal} = 1\,200 \text{ kcal}$
 - Logo:
 $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \Rightarrow Q = 300 + 4\,800 + 1\,200 \Rightarrow Q = 6\,300 \text{ kcal}$
 - Massa de gás consumido:
 $1 \text{ kg} \text{ — } 11\,000 \text{ kcal}$
 $m_{\text{gás}} \text{ — } 6\,300 \text{ kcal}$
 $11\,000 \cdot m_{\text{gás}} = 1 \cdot 6\,300 \Rightarrow m_{\text{gás}} = \frac{6\,300}{11\,000} \Rightarrow m_{\text{gás}} \cong 0,572 \text{ kg}$
 Massa de gás restante: $m_{\text{restante}} = 1 - 0,572 = 0,428 \text{ kg}$
- Pelo princípio das trocas de calor:
 $Q_{\text{calorímetro}} + Q_{\text{água}} + Q_{\text{bolinhas}} = 0$
 $C_{\text{calorímetro}} \cdot \Delta T + m_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot \Delta T + m_{\text{bolinha}} \cdot c_{\text{bolinha}} \cdot \Delta T = 0$
 $C_{\text{calorímetro}} \cdot (25 - 20) + 200 \cdot 1 \cdot (25 - 20) + 200 \cdot 0,16 \cdot (25 - 75) = 0$
 $C_{\text{calorímetro}} \cdot 5 + 1000 - 1600 = 0$
 $C_{\text{calorímetro}} \cdot 5 - 600 = 0$
 $C_{\text{calorímetro}} = \frac{600}{5} = 120 \text{ cal/}^\circ\text{C}$
- Os estudantes devem perceber que essas cidades estão em diferentes altitudes em relação ao nível do mar e inferir que a temperatura de ebulição diminui com a altitude.

$$b) \frac{Q_s}{Q_o} = \frac{m \cdot c \cdot (100 - 0)}{m \cdot c \cdot (90 - 0)} \Rightarrow \frac{Q_s}{Q_o} = \frac{100}{90} \Rightarrow Q_s = \frac{10}{9} \cdot Q_o$$
 - O elemento é o mercúrio. O seu símbolo provém de seu nome em latim: *hydrargyrum*, que significa “prata líquida”.
 - 400°C : estado de vapor.
 - -40°C : estado sólido.
 - 40°C : estado líquido.



Atividades extras

1. a) $\frac{\Delta T_C}{5} = \frac{\Delta T_F}{9} \Rightarrow \frac{(33-25)}{5} = \frac{\Delta T_F}{9} \Rightarrow \frac{8}{5} = \frac{\Delta T_F}{9} \Rightarrow \Delta T_F = 14,4 \text{ } ^\circ\text{F}$

b) Máxima:
 $\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} \Rightarrow \frac{33}{5} = \frac{T_F - 32}{9} \Rightarrow 6,6 = \frac{T_F - 32}{9} \Rightarrow T_F = 91,4 \text{ } ^\circ\text{F}$

Mínima:
 $\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} \Rightarrow \frac{25}{5} = \frac{T_F - 32}{9} \Rightarrow 5 = \frac{T_F - 32}{9} \Rightarrow T_F = 77 \text{ } ^\circ\text{F}$

2. Utilizando-se a equação: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$
Alumínio: $Q_{Al} = 250 \cdot 0,2 \cdot 80 \Rightarrow Q_{Al} = 4000 \text{ cal}$
Ferro: $Q_{Fe} = 1500 \cdot 0,1 \cdot 80 \Rightarrow Q_{Fe} = 12000 \text{ cal}$
Logó: $Q_{Fe} = 3 \cdot Q_{Al}$

3. a) $Q_{liq} = m \cdot c_{liq} \cdot \Delta T \Rightarrow 2000 = 100 \cdot c_{liq} \cdot 440 \Rightarrow c_{liq} = \frac{2000}{44000} \Rightarrow c_{liq} \cong 0,045 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$

b) $Q_{fusão} = m \cdot L_{fusão} \Rightarrow 4000 = 100 \cdot L_{fusão} \Rightarrow L_{fusão} = 40 \text{ cal/g}$

c) $Q_{vap} = m \cdot L_{vap} \Rightarrow 3000 = 100 \cdot L_{vap} \Rightarrow L_{vap} = 30 \text{ cal/g}$

d) O elemento no qual ele se baseou é o mercúrio (Hg):
 $T_F = 39 \text{ } ^\circ\text{C}$ e $T_E = 357 \text{ } ^\circ\text{C}$

e) As substâncias são diferentes, pois elas apresentam calor específico diferentes, sendo $0,033 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ o calor específico do mercúrio e $0,45 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ o da substância apresentada.

4. O gelo é um ótimo isolante térmico. Quando o iglu é habitado, a produção de calor do corpo humano e até de uma pequena fogueira, permanecem na parte interna, aquecendo o ambiente.

5. $\Delta A = A_0 \cdot 2\alpha \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta A = 1 \cdot 2,2 \cdot 10^{-6} \cdot 60 \Rightarrow \Delta A = 1,32 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

6. $\frac{\Delta T_C}{5} = \frac{\Delta T_F}{9} \Rightarrow \frac{-10}{5} = \frac{\Delta T_F}{9} \Rightarrow -2 = \frac{\Delta T_F}{9} \Rightarrow \Delta T_F = -18 \text{ } ^\circ\text{F}$
Alternativa a.

7. $\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} \Rightarrow \frac{T_C}{5} = \frac{10,4 - 32}{9} \Rightarrow \frac{T_C}{5} = \frac{-21,6}{9} \Rightarrow \frac{T_C}{5} = -2,4 \Rightarrow T_C = -12 \text{ } ^\circ\text{C}$

Alternativa c.

8. A dilatação linear é dada por: $\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$
Por meio da análise do gráfico, temos:
 $\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \Rightarrow 0,24 = 2 \cdot \alpha \cdot 200 \Rightarrow 0,24 = 400 \cdot \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{0,24}{400} \Rightarrow \alpha = 0,0006 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Alternativa e.

9. I. Como: $\gamma = \frac{3}{2} \cdot \beta = 3 \cdot \alpha$; logo, $\frac{\Delta V}{V_0} > \frac{\Delta A}{A_0} > \frac{\Delta L}{L_0}$, que representam a variação percentual de cada uma das variações.
II. A massa do sólido permanece constante na expansão.
III. Com o aumento do volume, mantendo-se a massa constante, a densidade do sólido diminuirá.
Alternativa b.

10. As operações I e III estão corretas e de acordo com os conceitos de convecção e irradiação, respectivamente. A operação II é incorreta, pois a parede de gelo funciona como isolante térmico e impede a transferência de calor para fora do aparelho.
Alternativa d.

11. O ambiente estabiliza na temperatura de *setup* do aparelho mais rapidamente, evitando que ele fique ligado por tempo superior ao desejado.
Alternativa d.

12. 1 – Interação entre cão e solo (condução); 2 – interação entre pele e ambiente (evaporação); 3 – Ar com fluxo “circular” (convecção); 4 – radiação solar; 5 – calor emitido pelo cão aquecido (radiação).
Alternativa c.

13. $Q_1 = Q_2 \Rightarrow m \cdot c_1 \cdot \Delta T_1 = m \cdot c_2 \cdot \Delta T_2 \Rightarrow c_1 \cdot \Delta T_1 = c_2 \cdot \Delta T_2$
(massas iguais se anulam)
 $\Delta T_1 = \frac{(c_2 \cdot \Delta T_2)}{c_1} \Rightarrow \Delta T_1 = \frac{(c_2 \cdot \Delta T_2)}{5 \cdot c_2} \Rightarrow \Delta T_1 = \frac{\Delta T_2}{5}$
Alternativa a.

14. As substâncias que apresentarem $T_F > 50 \text{ } ^\circ\text{C} > T_E$ estarão no estado líquido. São os casos do bromo e do mercúrio.
Alternativa d.

15. I. Como estão no litoral, a pressão atmosférica é de 1 atm, portanto a água ferverá a $100 \text{ } ^\circ\text{C}$.
II. Pelo princípio das trocas de calor:

$$Q_{quente} + Q_{fria} = 0 \Rightarrow m_q \cdot c \cdot \Delta T_q = -m_f \cdot c \cdot \Delta T_f$$

(os calores específicos são iguais, logo eles se anulam)

$$m_q \cdot \Delta T_q = -m_f \cdot \Delta T_f \Rightarrow m_q \cdot (T - T_q) = -m_f \cdot (T - T_f) \Rightarrow m_q \cdot (80 - 100) = -200 \cdot (80 - 25) \Rightarrow m_q \cdot (-20) = -200 \cdot 55 \Rightarrow -20 \cdot m_q = -11000 \Rightarrow m_q = 550 \text{ g} \Rightarrow 550 \text{ mL}$$

Alternativa e.

Falando de...

Equipamentos de proteção individual

1. Entre as atividades que podem ser sugeridas estão algumas relacionadas a fundições, marcenarias, frigoríficos, serralherias, hospitais, laboratórios de análises clínicas ou químicas, indústrias químicas, construção civil, entre outras. Dependendo da atividade selecionada, diferentes regiões do corpo podem estar expostas. Contudo, é interessante que os estudantes selecionem atividades nas quais ao menos três partes do corpo sejam protegidas: cabeça, pele, olhos, boca, nariz, ouvidos, mãos, pés. A NR-6 pode ser encontrada no seguinte site: ENIT. Inspeção do Trabalho. **NR-6 – Equipamento de Proteção Individual – EPI.** Brasília, DF, [2018]. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-06.pdf. Acesso em: 17 set. 2020.
2. A utilização de EPIs para a proteção contra contaminações biológicas pode impedir que uma pessoa seja contaminada por um agente infeccioso e, conseqüentemente, evitar que ela contamine outras pessoas. A utilização para proteção contra algum tipo de radioatividade colabora para evitar a contaminação de outras pessoas e do ambiente, dependendo do tipo e do tempo de exposição.
3. No Brasil, a PFF2 é uma máscara de peça semifacial filtrante para proteção das vias respiratórias contra poeiras, névoas e fumos. Entre as suas principais características estão o nível de proteção de até 95% contra partículas maiores do que três micrômetros, o bom encaixe no rosto e o fato de poder ser reutilizada. Espera-se que os estudantes deduzam ser desnecessário o uso desse tipo de máscara por pessoas que não estão em ambientes contaminados, pois todo EPI deve ser utilizado somente em locais de risco. Além disso, essa postura pode ser considerada egoísta, pois dificulta o acesso ao produto para quem precisa dele realmente.

Unidade 3 • Termodinâmica e termoquímica

1. Neste momento, não se espera que os estudantes saibam a definição, mas que conversem sobre ela. A máquina térmica transforma energia térmica em energia mecânica.
2. Espera-se que os estudantes consigam elaborar argumentos consistentes em defesa tanto das ferrovias quanto das rodovias, bem como expressar as desvantagens dessas duas opções de transporte.

Tema 1: Estudo dos gases

1. Sim, a tendência é de o balão estourar, pois ao subir, a pressão atmosférica diminui e, com isso, ela não é suficiente para equilibrar a pressão exercida pela força de pressão interna do gás. Desconsiderando variações significativas de pressão, quando a pressão diminui, o volume do gás aumenta, e o balão estoura.

Atividades

1. a) Transformações isocóricas, pois o volume do botijão não muda.

$$\text{b) } T_1 = 35 + 273 = 308 \text{ K}$$

$$T_2 = 35 - 8 = 27 \text{ } ^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{10}{308} = \frac{p_2}{300} \Rightarrow p_2 = \frac{10 \cdot 300}{308} \Rightarrow p_2 \cong 9,74 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{2. a) } \frac{p_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{p_B \cdot V_B}{T_B} \Rightarrow \frac{2 \cdot 1}{300} = \frac{4 \cdot 3}{T_B} \Rightarrow T_B = \frac{12 \cdot 300}{2} \Rightarrow T_B = 1800 \text{ K}$$

$$\frac{p_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{p_C \cdot V_C}{T_C} \Rightarrow \frac{2 \cdot 1}{300} = \frac{4 \cdot 11}{T_C} \Rightarrow T_C = \frac{44 \cdot 300}{2} \Rightarrow T_C = 6600 \text{ K}$$

$$\text{b) } n = \frac{m}{M} \Rightarrow 2 = \frac{m}{16} \Rightarrow n = 32 \text{ g}$$

$$\text{3. } \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{28}{270} = \frac{p_2}{283} \Rightarrow p_2 = \frac{28 \cdot 283}{270} \Rightarrow p_2 \cong 29,3 \text{ lib/pol}^2$$

A pressão dos pneus aumentou em 1,3 lib/pol², o que significa um aumento de aproximadamente 5% do valor original. Os motoristas estão mais acostumados com variações de pressão negativas nos pneus dos automóveis, daí a necessidade de calibragem periódica.

Aproveite a oportunidade para conversar com os estudantes sobre a importância de averiguar o bom funcionamento do veículo com certa frequência, considerando a calibragem de seus pneus, a checagem do nível de óleo do motor, entre outros pontos, a fim de garantir uma locomoção segura.

4. a) Ele, com certeza, estimou que o cilindro estava em equilíbrio térmico com o ambiente, desprezando possíveis variações de temperatura causadas pela manipulação do cilindro.

b) Pela equação de Clapeyron:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow 2 \cdot 12,3 = n \cdot 0,082 \cdot 300 \Rightarrow \Rightarrow 24,6 = n \cdot 24,6 \Rightarrow n = 1 \text{ mol}$$

Tema 2: Termodinâmica

1. Professor (a), organize a sala de modo que todos possam expor suas hipóteses e conclusões, abrindo a conversa sobre os conceitos que são trabalhados na termodinâmica. Do ponto de vista dos conceitos científicos, as duas imagens estão relacionadas a transformações adiabáticas e, por isso, o jato emitido apresenta-se bem mais frio do que o ambiente.

Atividades

1. Como essa transformação é isobárica, ela pode ser calculada por meio da seguinte equação:

$$\tau = p \cdot \Delta V \Rightarrow \tau = 0,5 \cdot 10^5 \cdot (15 - 5) \Rightarrow \tau = 5 \cdot 10^5 \text{ J}$$

O trabalho realizado é positivo, pois o gás expande.

2. O trabalho é dado pela área do quadrilátero ABCD; logo, em um ciclo, temos:

$$\tau = \text{base} \cdot \text{altura} \Rightarrow \tau = 3 \cdot 2 \cdot 10^5 \Rightarrow \tau = 6 \cdot 10^5 \text{ J}$$

Para 20 ciclos da máquina:

$$\tau = 20 \cdot 6 \cdot 10^5 \Rightarrow \tau = 1,2 \cdot 10^7 \text{ J}$$

A potência é determinada pela relação entre trabalho e tempo. Logo:

$$P_{\text{ot}} = \frac{\tau}{\Delta t} \Rightarrow P_{\text{ot}} = \frac{600000}{120} \Rightarrow P_{\text{ot}} = 5000 \text{ W} = 5 \text{ kW}$$

3. $\Delta V = 0,12 - 0,2 = -0,8 \text{ m}^3$

$$Q = 4000 \cdot 4,2 = -16800 \text{ J}$$

$$p = 2 \text{ atm} = 2 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$\tau = p \cdot \Delta V \Rightarrow \tau = 2 \cdot 10^5 \cdot (-0,8) = -1,6 \cdot 10^5 \text{ J} = -160000 \text{ J}$$

$$Q = \tau + \Delta U \Rightarrow \Delta U = Q - \tau \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta U = -16800 - (-160000) = +143200 \text{ J}$$

4. Possibilidade de resposta: O trabalho foi realizado sobre o gás, que sofre uma contração em seu volume. A energia interna teve uma variação negativa, fazendo com que o gás sofresse diminuição em sua temperatura, enquanto cedia calor ao ambiente.

5. a) O gás sofre, durante toda a transformação, a pressão atmosférica e do peso do êmbolo. Como essas pressões não se alteram durante a transformação e, nas posições 1 e 2, ele está em equilíbrio, ela é isobárica.

$$\frac{P_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{P_B \cdot V_B}{T_B} \Rightarrow \frac{P_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{P_A \cdot V_B}{T_B} \Rightarrow \frac{0,02}{300} = \frac{0,04}{T_B} \Rightarrow T_B = 600 \text{ K}$$

b) $\tau = p \cdot \Delta V \Rightarrow \tau = 1,05 \cdot 10^5 \cdot (0,04 - 0,02) \Rightarrow \tau = 2,1 \cdot 10^3 \text{ J}$

c) $\Delta U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \cdot 1,8 \cdot 31 \cdot (600 - 300) \Rightarrow$
 $\Rightarrow \Delta U \approx 3,7 \cdot 10^3 \text{ J}$

Tema 3: Máquinas térmicas

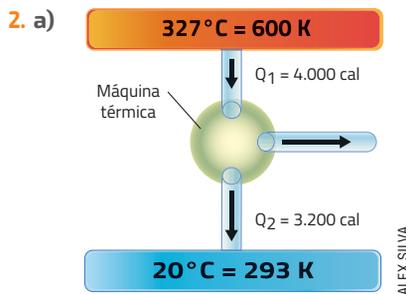
1. Professor (a), organize um painel com as pesquisas da turma sobre o assunto. Ele pode ser enriquecido caso seja desenvolvido um trabalho conjunto com os professores de Ciências Humanas, além dos demais professores de Ciências da Natureza. Organize um tempo apropriado para esta conversa. A pesquisa pode ser realizada em grupo, bem como o início da conversa. No momento seguinte, amplie a discussão para a sala. Ofereça um ambiente de respeito e seriedade.

2. Nesse momento, os estudantes devem argumentar que, segundo o conceito de entropia e a segunda lei da termodinâmica, fisicamente não é possível a construção de um moto-contínuo.

Atividades

1. a) A substância de operação da máquina é o vapor de água.
- b) A fonte quente é a caldeira, em que a água é aquecida; e a fonte fria está localizada no condensador, onde ocorre a diminuição da temperatura, condensando o vapor d'água.
- c) O trabalho é realizado quando o vapor entra na câmara em que o pistão se movimenta, aumentando e diminuindo seu volume.

d) A alimentação da máquina ocorre com a queima (combustão) que aquece a água colocada na caldeira, transformando-a em vapor.



b) $\tau = Q_1 - Q_2 \Rightarrow \tau = 4000 - 3200 \Rightarrow \tau = 800 \text{ cal} = 3200 \text{ J}$

c) $\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{3200}{4000} \Rightarrow \eta = 1 - 0,8 \Rightarrow \eta = 0,2 = 20\%$

d) $P_{\text{ot}} = \frac{\tau}{\Delta t} \Rightarrow P_{\text{ot}} = \frac{3200 \text{ J}}{1 \text{ s}} \Rightarrow P_{\text{ot}} = 3200 \text{ W}$

3. Nenhuma máquina pode operar com rendimento superior ao de uma máquina que funcione de acordo com o ciclo de Carnot, no mesmo intervalo de temperaturas. O rendimento da máquina de Carnot é dado por:

$$T_1 = 227 \text{ }^\circ\text{C} = 500 \text{ K}$$

$$T_2 = 27 \text{ }^\circ\text{C} = 300 \text{ K}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{300}{500} \Rightarrow \eta = 1 - 0,6 \Rightarrow \eta = 0,4 = 40\%$$

Portanto, se o rendimento máximo teórico é de 40%, nesse intervalo de temperatura, a informação dada pelo inventor não é verdadeira.

4. $T_1 = 227 \text{ }^\circ\text{C} = 500 \text{ K}$

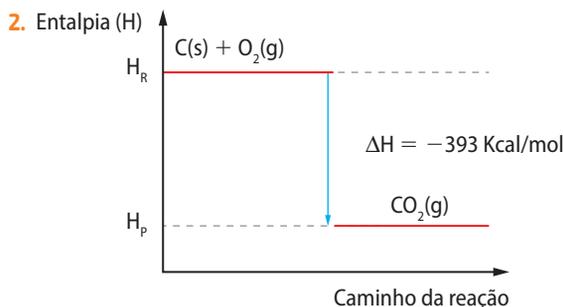
$$Q_1 = 1000 \text{ Kcal}$$

$$Q_2 = 640 \text{ Kcal}$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{640}{1000} = \frac{T_2}{500} \Rightarrow T_2 = 320 \text{ K} = 47 \text{ }^\circ\text{C}$$

Tema 4: Termoquímica – reações exotérmicas e endotérmicas

1. Espera-se que os estudantes citem que ocorrem reações químicas na cena do alimento sendo preparado e na lenha queimando, e que elas liberam calor. Na cena da alimentação, eles podem inferir que, durante o processo digestório, ocorrem reações químicas que também liberam calor.



3. Etapas 1, 2 e 4: endotérmicas, $\Delta H > 0$; etapas 3, 5 e 6: exotérmicas, $\Delta H < 0$.

4. 1º passo: cálculo da entalpia dos produtos (H_p):

$$H_p = 1 \cdot (-134,5) + 3 \cdot (-92,3)$$

$$H_p = -134,5 + (-276,9)$$

$$H_p = -411,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

2º passo: cálculo da entalpia dos reagentes (H_r):

Observação: Como o $\text{Cl}_2(\text{g})$ é uma substância simples, sua entalpia de formação é zero.

$$H_r = 1 \cdot (-74,8) + 3(0)$$

$$H_r = -74,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

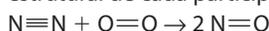
3º passo: cálculo da variação da entalpia do processo:

$$\Delta H = H_p - H_r$$

$$\Delta H = -411,4 - (-74,8)$$

$$\Delta H = -336,6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

5. 1º passo: escreva a equação representando a fórmula estrutural de cada participante da equação:



2º Passo: calcule a energia total das ligações nos reagentes:

$$H_{\text{reagentes}} = 1 \cdot (\text{N} \equiv \text{N}) + 1 \cdot (\text{O} = \text{O})$$

$$H_{\text{reagentes}} = 1 \cdot (950) + 1 \cdot (500)$$

$$H_{\text{reagentes}} = 950 + 500$$

$$H_{\text{reagentes}} = 1450 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

3º passo: calcule a energia total das ligações nos produtos:

$$H_{\text{produtos}} = -2 \cdot (\text{N} = \text{O}) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

4º Passo: determine a variação de entalpia:

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

$$90 = -2 \cdot (\text{N} = \text{O}) + 1450$$

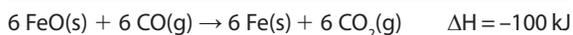
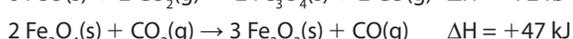
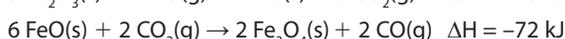
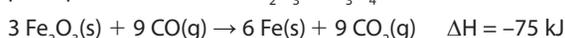
$$2 \cdot (\text{N} = \text{O}) = 1450 - 90$$

$$2 \cdot (\text{N} = \text{O}) = 1360$$

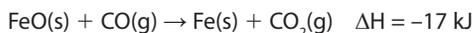
$$(\text{N} = \text{O}) = 1360/2$$

$$(\text{N} = \text{O}) = +680 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

6. Devemos multiplicar a primeira equação por 3 e a segunda por 2 para cancelarmos Fe_2O_3 e Fe_3O_4 :



Podemos dividir todos os valores por 6 para obtermos os menores valores inteiros no balanceamento da equação:



7. a) 500 g — 100% da massa de manteiga de amendoim
x — 50% percentagem em gordura

$$x = 250 \text{ g de gordura}$$

b) 1 g (gordura) — 9 kcal

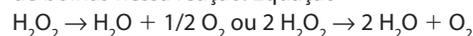
$$250 \text{ g} \text{ — } x$$

$$x = 2250 \text{ kcal}$$

Oficina científica

1. Espera-se que os estudantes identifiquem um leve aumento de temperatura por meio do termômetro. Logo, essa reação libera calor, ou seja, ela é exotérmica.

2. A enzima catalase, encontrada nas células da batata, acelera a reação de decomposição da água oxigenada em água e gás oxigênio e, por isso, observamos a formação de bolhas nessa reação. Equação



Atividades

1. a) 1 — 482 kJ
x — 1650 kJ
x = 3,5 pães.

b) Espera-se que os estudantes não tenham dificuldade em obter na internet os valores calóricos dos alimentos por eles consumidos, bem como em comparar o valor total com os dados de consumo fornecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Nesta atividade, apenas propomos uma autoanálise quanto aos hábitos alimentares dos estudantes. No entanto, é importante destacar que as necessidades nutricionais de cada pessoa são individuais. Para conhecê-las, deve-se consultar um profissional especializado.

Sugestões de links para a pesquisa:

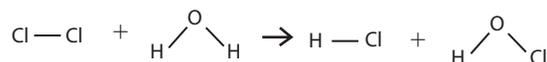
ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE BRASIL. **Folha Informativa – Alimentação saudável.** Brasília, DF, jun. 2019. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5964:-folha-informativa-alimentacao-saudavel&Itemid=839. Acesso em: 17 set. 2020.

2. a) São endotérmicas, pois, em todas as situações mostradas, ocorre absorção de calor do ambiente.

b) De A para B: fusão (passagem do estado sólido para o estado líquido). De B para C: evaporação (passagem do estado líquido para o gasoso).

3. É um exemplo de processo endotérmico, pois, neste caso, o calor está sendo absorvido da pele.

4. a)



SONIA VAZ

b) Cálculo da energia de ligação dos reagentes:

$$243 + 2(464) = 1171 \text{ kJ/mol}$$

Cálculo da energia de ligação dos produtos:

$$431 + 464 + 205 = 1100 \text{ kJ/mol}$$

Cálculo da variação de entalpia:

$$H_r - H_p = 1171 - 1 \cdot 100 = +71 \text{ kJ/mol}$$

Atividades extras

$$1. \frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \cdot 8}{300} = \frac{0,01 \cdot V_2}{238} \Rightarrow V_2 = \frac{8 \cdot 238}{300 \cdot 0,01} \Rightarrow V_2 = 634 \text{ m}^3$$

2. I. Número de mols:

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n = \frac{(233 - 225)}{4} \Rightarrow n = \frac{8}{4} \Rightarrow n = 2 \text{ mols}$$

II. Volume do gás:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow 2 \cdot V = 2 \cdot 0,082 \cdot 293 \Rightarrow V \cong 24 \text{ L}$$

3. A frase está correta, pois, de acordo com a primeira lei da Termodinâmica, temos:

$$Q = \tau + \Delta U$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} n \cdot R \cdot \Delta T$$

Se $Q = 0$ (transformação adiabática), então $\Delta U = -\tau$.

Ou seja, se houver trabalho, ele irá todo para a variação de energia interna do gás, o qual sofre variação de temperatura, mesmo sem trocar calor com o ambiente.

4. a) Ramo AB: ocorre uma expansão em que a pressão é constante (isobárica), sendo um aquecimento.

Ramo BC: ocorre uma transformação a volume constante (isocórica), sendo um resfriamento.

Ramo CA: ocorre uma contração à temperatura constante (isotérmica), pois, segundo o enunciado, temos $T_A = T_C$.

b) Ramo AB: a energia interna aumenta, pois $T_B > T_A$.

Ramo BC: a energia interna diminui, pois $T_B > T_C$.

Ramo CA: a energia interna não se altera, pois $T_C = T_A$.

5. a) Endotérmica, pois utiliza a energia luminosa do sol para sintetizar uma substância, a glicose.

b) Na faixa entre o amarelo e o azul, incluindo a faixa verde, a clorofila absorve menos energia luminosa e, em razão dessa diminuição, pode ocorrer uma queda acentuada da velocidade da reação de fotossíntese.

6. Com a abertura da geladeira, ocorre uma troca de ar frio por ar quente, o qual é resfriado isovolumetricamente, pois o volume interno da geladeira não muda. Logo, segundo a lei dos gases, a pressão diminui.

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 \cdot T_2}{T_1}$$

Como $T_2 < T_1$, temos que $P_2 < P_1$

Alternativa **d**.

7. Os estados assumidos pelo gás, de acordo com o texto, são dados na tabela:

Estado	P	V	T
1	1 atm	V	300 K
2	1 atm	3 V	T_2
3	2 atm	V	T_3

Quando comparamos os estados 1 e 3, temos:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_3 \cdot V_3}{T_3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1 \cdot V}{300} = \frac{2 \cdot V}{T_3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_3 = \frac{2 \cdot 300}{1} \Rightarrow T_3 = 600 \text{ K}$$

Alternativa **a**.

8. Se $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$, então $R = \frac{p \cdot V}{n \cdot T}$. Logo:

$$\frac{p_i \cdot V_i}{n_i \cdot T_i} = \frac{p_f \cdot V_f}{n_f \cdot T_f} \Rightarrow \frac{n_i}{n_f} = \frac{p_i \cdot V_i \cdot T_f}{p_f \cdot V_f \cdot T_i} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{n_i}{n_f} = \frac{T_f}{T_i} \Rightarrow \frac{n_i}{n_f} = \frac{324}{300} = 1,08$$

Alternativa **e**.

9. I. $\tau = p \cdot \Delta V \Rightarrow \tau = 4 \cdot 10^3 \cdot (-0,2) \Rightarrow \tau = -0,8 \cdot 10^3 \text{ J}$
II.

$$Q = \tau + \Delta U \Rightarrow \Delta U = Q - \tau \Rightarrow \Delta U = -1,8 \cdot 10^3 - (-0,8 \cdot 10^3) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta U = -1,0 \cdot 10^3 \text{ J}$$

Alternativa **d**.

10. Quando consideramos que $1 \text{ atm} = 1 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ e $1 \text{ L} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$, temos:

I. No ciclo, a variação de energia interna é nula.

II. O trabalho é dado pela área do triângulo:

$$\tau = \frac{(b \cdot h)}{2} \Rightarrow \tau = \frac{(6 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^5)}{2} \Rightarrow \tau = \frac{1800}{2} \Rightarrow \tau = 900 \text{ J}$$

alternativa **a**.

11. I. $\eta = 1 - \frac{T_B}{T_A} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{300}{500} \Rightarrow \eta = 1 - 0,6 \Rightarrow \eta = 0,4 = 40\%$

$$\text{II. } \eta = \frac{\tau}{Q_A} \Rightarrow 0,4 = \frac{2000}{Q_A} \Rightarrow Q_A = 5000 \text{ J}$$

$$\text{III. } Q_B = Q_A - \tau \Rightarrow Q_B = 5000 - 2000 \Rightarrow Q_B = 3000 \text{ J}$$

Alternativa **c**.

12. $Q_A = 4,186 \cdot 1000 = 4186 \text{ J}$; logo, $Q_A = \tau$, o que viola a 2ª lei da Termodinâmica, que diz que nenhuma máquina térmica consegue transformar integralmente o calor que recebe em trabalho.

Alternativa **d**.

13. O trabalho é dado pela área do trapézio abaixo da linha AB.

$$\tau = \frac{(B+b) \cdot h}{2} \Rightarrow \tau = \frac{(3,6 \cdot 10^6 + 1,2 \cdot 10^6) \cdot 7,5 \cdot 10^{-3}}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \tau = 18 \cdot 10^3 \text{ J} = 18 \text{ kJ}$$

Alternativa **c**.

14. O trabalho é nulo nas transformações em que não ocorre variação de volume, como entre os estados 4 e 5.

Alternativa **d**.

15. Segundo a 1ª lei da Termodinâmica: $Q = \tau + \Delta U$. Se $\Delta U = 0$, temos que $Q = \tau$.

Alternativa **b**.

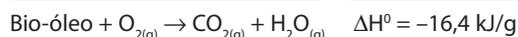
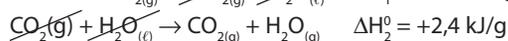
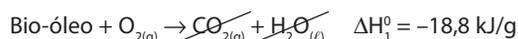
16. A temperatura não é a medida da quantidade de calor, pois calor é uma energia em trânsito entre os materiais. Na mudança de estado físico, a temperatura pode ficar constante, não identificando, portanto, a troca de calor que ocorre nessa etapa.

Alternativa **a**.

17. Todas as reações são exotérmicas (liberam calor), pois os valores de ΔH são todos negativos. A reação que libera mais energia é III.

Alternativa **c**.

18. Quando usamos a lei de Hess:



Cálculo estequiométrico para 5 g:

$$1 \text{ g} \text{ ——— } 16,4 \text{ kJ}$$

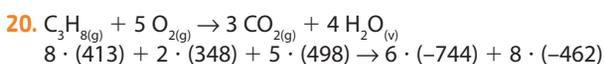
$$5 \text{ g} \text{ ——— } x$$

$$x = 82 \text{ kJ liberados } (-82 \text{ kJ})$$

Alternativa c.

19. O enunciado do exercício indica a combustão do gás metano, em presença de gás oxigênio, sendo um processo termoquímico exclusivamente exotérmico, ou seja, que libera energia.

Alternativa c.



$$\Delta H = -1670 \text{ kJ}$$

Alternativa a.

Integrando com Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

- Espera-se que os estudantes expliquem que a queima do carvão aquece a água no interior do recipiente e, quando ela entra em ebulição, o vapor gerado passa pelos tubos que apoiam a esfera, entra nela e sai pelos tubos curvados com as extremidades abertas, que, por estarem posicionados com as saídas de maneira oposta, fazem a esfera girar.
- A Revolução Industrial provocou mudanças significativas de cunho social, econômico e ambiental, primeiro na Inglaterra, onde começou, depois em outros países. Algumas dessas mudanças proporcionaram benefícios, como a maior eficiência dos métodos de produção e a redução dos preços dos produtos. Além disso, houve grande avanço tecnológico nas mais diversas áreas, como a produção de teares, o desenvolvimento de locomotivas e de barcos a vapor, entre outros. Entretanto, desde o início, a Revolução Industrial também foi marcada pelas consequências negativas para o ser humano e o meio ambiente. A substituição do trabalho humano pelas máquinas deixou milhares de pessoas desempregadas; as condições de trabalho eram precárias, com jornadas que se estendiam por quase 18 horas diárias e sem as devidas medidas de segurança. A queima de carvão vegetal e mineral emitia diversos gases tóxicos no ambiente, além de material particulado, que é prejudicial à saúde. Esses contaminantes poluíam o ar, o solo e as águas de rios e lagos. Ocorreu também uma grande degradação ambiental por causa da mineração e do desmatamento. O avanço tecnológico possibilitou a exploração de novas fontes de energia em substituição ao carvão mineral e ao carvão vegetal. Um exemplo é o processo de refinamento do petróleo, que foi desenvolvido naquele período e permitiu a utilização de seus subprodutos como fonte de energia para o funcionamento de diversas máquinas. Outro exemplo foi a criação de tecnologias que

possibilitaram utilizar a energia elétrica em escala comercial e, posteriormente, em escala doméstica. O controle sobre a manipulação dessa fonte de energia permitiu a construção de máquinas menores e portáteis, além da vantagem de essa energia ser silenciosa e poder ser transmitida a longas distâncias. Novas mudanças relacionadas ao modo de trabalho e às vivências das pessoas continuaram acontecendo. A lâmpada elétrica possibilitou diversas atividades noturnas, como trabalho, estudo e lazer. A evolução dos meios de comunicação e de transporte permitiu acesso mais fácil e rápido a locais e pessoas. O processo de produção industrial foi modificado e, com a criação das linhas de produção, as quais aumentavam a quantidade de produtos feitos em um intervalo de tempo menor, mas tornavam o trabalho repetitivo e cansativo, sem espaço para a criatividade. Associadas a esses fatores estavam as jornadas de trabalho longas e os baixos salários, que impediam os trabalhadores de ter boa qualidade de vida. O aumento do uso de combustíveis, como a gasolina e o *diesel*, gerou grandes impactos no ambiente, pois “intensificou” a poluição do ar em razão da emissão de gases poluentes liberados na queima desses combustíveis. Esses gases também prejudicavam a saúde das pessoas, elevando os casos de problemas respiratórios. Com o passar do tempo, o desenvolvimento da tecnologia propiciou melhorias nas condições de trabalho. De maneira geral, as tarefas realizadas passaram a exigir menor esforço físico, menos repetições e apresentavam menos riscos ao trabalhador. Atualmente a velocidade em que as mudanças ocorrem e a automação praticamente total dos processos industriais, desde a fabricação até a entrega do produto, constituem a grande diferença em relação às transformações até aqui mencionadas da Revolução Industrial. Quanto à parte final da questão, espera-se que os estudantes identifiquem adequadamente os impactos ambientais provocados pela máquina térmica escolhida por eles. Um motor a combustão, por exemplo, gera poluição atmosférica em razão dos gases expelidos durante o seu funcionamento. Para o caso de motores a combustão, os estudantes podem sugerir a utilização de motores que não emitam gases poluentes, como os movidos a hidrogênio ou elétricos. Entretanto, é importante salientar os impactos provocados no processo produção ou de funcionamento desse motor. Sugerimos algumas perguntas que podem ser feitas aos estudantes: Quais os danos ambientais advindos da produção de carros movidos a hidrogênio ou elétricos? A energia elétrica produzida para abastecer um veículo elétrico provém de fontes limpas ou de termelétricas?

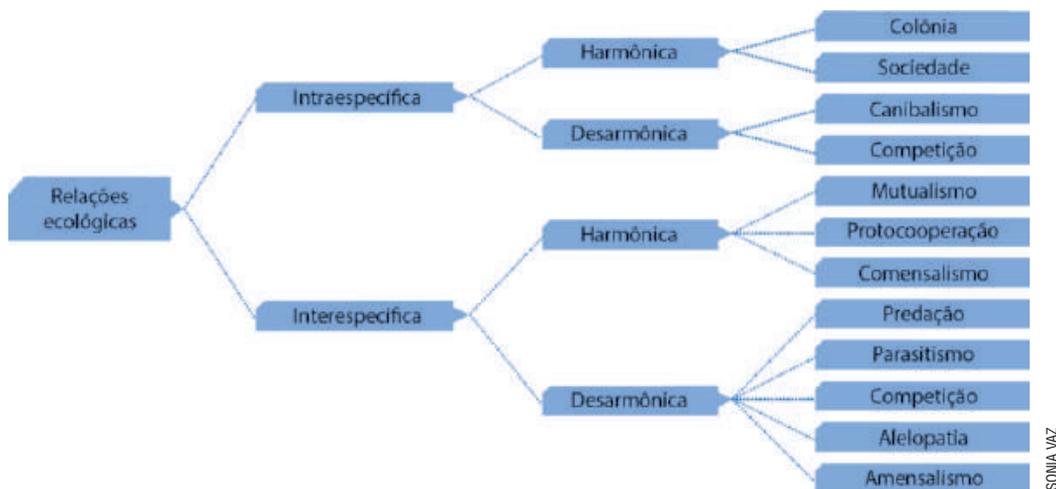
Unidade 4 • Proteção da natureza e sustentabilidade

- Espera-se, por meio da realização desta atividade, que os estudantes conheçam a legislação local quanto aos canudos plásticos, pois seu uso foi proibido em parte das cidades brasileiras. Para a pesquisa, sugira a eles que entrem em contato com a prefeitura de sua cidade ou de uma cidade próxima e façam esse levantamento. Esse contato pode ser por e-mail, incentivando o uso de tecnologias digitais de comunicação.

2. Possibilidades de resposta: os estudantes podem citar, por exemplo, copos e sacolas plásticos descartáveis que poderiam ser substituídos por versões que se decompõem no ambiente ou que sejam reutilizáveis, como as sacolas de pano e as canecas de louça.
3. Resposta pessoal. Neste momento, verifique o que os estudantes entendem por ações sustentáveis e se adotam algumas delas no seu cotidiano. As atitudes sustentáveis são aquelas capazes de suprir as necessidades da geração atual, e que garantem que as gerações futuras também terão a capacidade de atender suas necessidades. Ou seja, são atitudes que contribuem com a manutenção da integridade do planeta e da natureza, garantindo a sobrevivência das próximas gerações.

Tema 1: Biodiversidade

1. Os insetos apresentam a maior diversidade de espécies (83 716) e os mamíferos, a menor (720).
2. As angiospermas apresentam a maior diversidade de espécies (32 292) e as gimnospermas, a menor (29).
3. No Brasil existem mais espécies de animais já descritas (115 333).
4. No Brasil existem 105 565 invertebrados, o que representa, aproximadamente, 91,53% das espécies de animais já descritas.
5. Possíveis respostas dos grupos animais: lagosta, camarão, caranguejo, cracas (crustáceos); polvo, lula, caracol, caramujo, lesma, mexilhões, ostras (moluscos); aranhas, escorpiões, carrapatos (aracnídeos); besouro, abelha, borboleta, mosca (insetos); sapo, rã, perereca (anfíbios); tubarão, peixes ósseos no geral (peixes); tartaruga, jabuti, jacaré, cobra (répteis); galinha, papagaio, avestruz, arara, pomba (aves); cachorro, capivara, leão (mamíferos). Possíveis respostas dos grupos de plantas: musgo, hepática (briófitas); samambaia, samambaiaçu (pteridófitas); pinheiro, araucária (gimnospermas); goiabeira, mangueira, margarida, grama (angiospermas).
6. Espera-se que, por meio dessa pesquisa, os estudantes conheçam as principais características dos grupos de invertebrados e vertebrados. Se considerar interessante, divida-os em treze grupos e oriente-os a pesquisar um dos grupos listados, de modo que todos eles sejam apresentados à turma, posteriormente.
7. Espera-se que, por meio dessa pesquisa, os estudantes conheçam outras características dos grupos plantas. Se considerar interessante, divida-os em quatro grupos grandes e oriente-os a pesquisar um dos grupos listados, de modo que todos os eles sejam apresentados à turma, posteriormente.
8. Resposta pessoal. Se achar interessante, apresente o quadro a seguir para os estudantes e divida a pesquisa pelos grupos.

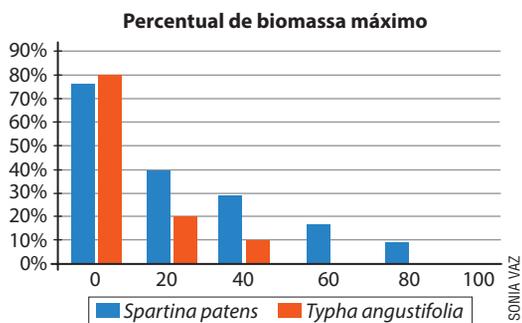


Atividades

1. A biodiversidade diz respeito à variedade de formas de vida existentes em uma região e em determinado tempo. O termo considera desde a diversidade genética entre organismos da mesma espécie até a diversidade de ecossistemas.
2. As afirmativas I e III estão corretas.
 II. O parasitismo é uma relação que pode existir entre indivíduos de diferentes espécies.
 IV. Um ecossistema é formado por um conjunto de comunidades, as quais se referem a conjuntos de populações de diferentes espécies.
 V. As condições ambientais limitam a existência e a distribuição de espécies nos ecossistemas.

3. a) Resposta pessoal. Os estudantes devem construir um gráfico que apresente o percentual de biomassa máxima de cada espécie nos seis níveis de salinidade apresentados.

Sugestão de modelo:



b) A espécie *Spartina patens* apresenta maior tolerância à variação da salinidade, pois foi identificada biomassa dessa espécie em cinco dos seis níveis estudados. Em contrapartida, na espécie *Typha angustifolia* foi identificada biomassa apenas em três dos níveis estudados.

c) Da espécie *Typha angustifolia*, pois sua existência e distribuição se limitam a ambientes com menor salinidade se comparada à espécie *Spartina patens*.

4. a) Mutualismo.
b) Predação.
c) Parasitismo.

5. Para saber mais sobre o estudo realizado sobre a extinção de grandes mamíferos, leia o artigo no site a seguir. FIM da megafauna reduziu a distância de dispersão de sementes grandes. **Agência FAPESP**, São Paulo, 8 mar. 2018. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/fim-da-megafauna-reduziu-a-distancia-de-dispersao-de-sementes-grandes/27284/>. Acesso em: 17 set. 2020.

a) A extinção de mamíferos gigantes reduziu a dispersão de determinadas sementes, sobretudo de dimensões maiores, pois eles as comiam e as eliminavam pelas fezes.

b) Com a extinção de mamíferos gigantes, a distribuição de espécies de plantas que possuem grandes sementes tornou-se limitada, pois elas não contam mais com esses agentes dispersores.

c) Sim. As relações estabelecidas entre diferentes espécies de seres vivos afetam sua existência e/ou sua distribuição no ambiente. No exemplo do enunciado, a relação mencionada seria a dispersão desempenhada por mamíferos gigantes de plantas que apresentavam sementes de grandes dimensões. Com a extinção desses animais, a dispersão dessas sementes deixou de ser realizada, limitando a distribuição dessas plantas no ambiente.

Tema 2: Impactos ambientais

1. Os impactos ambientais foram a morte de milhares de peixes e de centenas de hectares de vegetação, afetando o equilíbrio dos ecossistemas; a contaminação de rios e de córregos; a infertilidade do solo devido à cobertura

de lama. Os impactos sociais foram a destruição de residências, deixando centenas de famílias desabrigadas; a ausência de abastecimento de água limpa para pessoas da região; a impossibilidade de pescar e de realizar o plantio.

2. Remoção da cobertura vegetal das áreas destinadas à extração de minérios, que ficam sujeitas a processos erosivos; poluição de rios ocasionada pelo descarte indevido de materiais não aproveitados na extração; poluição do ar pela queima realizada para a extração de alguns minérios; evasão de animais que vivem próximos ao local da extração de minérios; entre outros.

Atividades

1. O tráfico de animais silvestres reduz o tamanho da população das espécies animais no ambiente. Além de interferir no equilíbrio das cadeias alimentares das quais participam, podem provocar a extinção local de espécies, reduzindo a biodiversidade. Essa retirada de animais também pode interferir nas relações que estabelecem com outros seres vivos.

2. a) A aplicação de agrotóxicos na agricultura.

b) O uso indiscriminado de agrotóxicos pode ser nocivo a outras espécies de seres vivos, não somente as que prejudicam as plantações, comprometendo a biodiversidade. No caso, sua utilização provocou a morte de milhões de abelhas. Como as abelhas são importantes para a reprodução de muitas espécies de plantas, é possível que, com a morte desses animais, a reprodução das plantas seja comprometida, diminuindo, por consequência, a produção de frutos e sementes.

c) O uso exacerbado de agrotóxicos também pode contaminar o solo, rios e lagos, ao serem carregados pela água da chuva. Além disso, eles podem contaminar vegetações nativas próximas às plantações ao serem carregados pelo vento. O consumo de água ou plantas contaminadas por agrotóxicos contamina outros seres vivos, provocando o acúmulo desses produtos ao longo das cadeias alimentares e danos à sua saúde.

d) Espera-se que os estudantes mencionem o uso consciente de agrotóxicos associado a estratégias de controle das espécies que prejudicam as plantações a partir de seus predadores naturais, ao que se denomina controle biológico. Eles também podem citar o incentivo à agricultura orgânica, que não utiliza agrotóxicos.

3. a) O desmatamento de uma área florestal.

b) O desmatamento provoca a redução das populações das espécies vegetais no ambiente. Além disso, força o deslocamento de animais para outros locais, aumentando a competição por recursos, como alimento, abrigo ou parceiros para a reprodução. Isso pode interferir nas relações tróficas estabelecidas entre os seres vivos, alterando o equilíbrio das cadeias alimentares. Também pode deixar o solo suscetível a processos de erosão e ter sua fertilidade reduzida, pois a ciclagem de nutrientes será interrompida. Outro impacto relacionado à remoção da

cobertura vegetal é a interferência no ciclo hidrológico, alterando o regime de chuvas da região.

4.
 - a) As pilhas e as baterias podem contaminar o solo e a água por serem constituídas por elementos tóxicos e, conseqüentemente, contaminar os seres vivos, provocando o acúmulo desses produtos ao longo das cadeias alimentares e causando danos à saúde dos organismos.
 - b) As pilhas e as baterias devem ser separadas e entregues ao fabricante ou às empresas especializadas em sua coleta, que irão se responsabilizar pela destinação adequada.
 - c) Espera-se que a realização dessa atividade contribua com a formação cidadã dos estudantes, incentivando-os a promover a conscientização da comunidade escolar sobre o descarte adequado de pilhas e de baterias. Nos panfletos, eles podem indicar os impactos ambientais provocados quando elas são descartadas de modo irresponsável e informar como é feito o descarte adequado. Caso não seja possível elaborar os panfletos no computador e compartilhá-los em meio digital, oriente os estudantes a produzi-los com papel e a planejarem sua distribuição.
5. Para conhecer mais informações sobre a extinção da anta e da queixada, acesse o seguinte texto: Extinção da anta e da queixada pode comprometer diversidade de florestas. Agência **FAPESP**, São Paulo, 5 set. 2019. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/extincao-da-anta-e-da-queixada-pode-comprometer-diversidade-de-florestas/31388/>. Acesso em: 17 set. 2020.
 - a) A anta e a queixada estão ameaçadas de extinção devido à caça ilegal e ao desmatamento. A caça ilegal remove indivíduos da população. O desmatamento, por sua vez, reduz os locais em que os indivíduos de uma população podem obter recursos, forçando-os a se deslocar a outros ambientes. Nesse caso, ocorre um aumento da competição pelos recursos, pois eles estão disponíveis em quantidades limitadas no ambiente, o que pode prejudicar a sobrevivência das populações. Tanto a caça ilegal quanto o desmatamento podem reduzir o tamanho populacional das espécies, limitando sua sobrevivência no ambiente e podendo levá-las à extinção.
 - b) Espera-se que os estudantes concluam que, considerando as funções desempenhadas por essas espécies no ambiente, caso sejam extintas, a reprodução e a dispersão de muitas espécies vegetais ficarão comprometidas, podendo levar à redução da diversidade de plantas dos locais em que eram encontradas. O enunciado nos informa que os pesquisadores verificaram maior diversidade de plantas em locais onde ambas as espécies ocorriam juntas.
6.
 - a) O acúmulo de resíduos pode ocasionar a morte de diversos seres que os ingerem confundindo-os com alimento. Além disso, é comum animais ficarem presos em alguns desses resíduos, os quais podem fazê-los sofrer ou mesmo levá-los à morte.
 - b) Espera-se que os estudantes deduzam que é possível repensar o consumo individual, priorizando produtos reutilizáveis em vez de descartáveis, bem como realizar o

descarte adequado dos resíduos, separando os recicláveis dos orgânicos, para que os recicláveis sejam encaminhados a empresas que lhes darão destino adequado.

c) Espera-se que os estudantes organizem uma palestra destinada a conscientizar a comunidade escolar sobre o descarte adequado de resíduos domésticos. Na palestra, eles podem comentar sobre a separação de resíduos recicláveis, o descarte de óleo usado, entre outros assuntos que julgarem pertinentes. É possível dividir o tema em subtemas para serem apresentados pelos grupos. Se possível, organize um evento com a direção da escola para que as palestras sejam apresentadas à comunidade escolar.

Tema 3: Conservação, preservação e sustentabilidade

1. O texto fornece informações sobre os resultados de estudo feito por uma Organização Não Governamental (ONG) sobre os impactos provocados pelas atividades humanas, como o desmatamento. Entre os resultados está uma drástica redução das populações nativas de espécies animais.
2. Espera-se que os estudantes concluam que o aumento do desmatamento provoca aumento na ameaça de extinção de espécies, de modo geral.
3. Espera-se que os estudantes deduzam que a proteção da biodiversidade é importante para garantir o equilíbrio dos ecossistemas, pois cada espécie desempenha um papel importante no ambiente em que vive, o qual está associado às relações que estabelece com outras espécies e com os recursos abióticos. No caso, a extinção de uma espécie pode provocar um desequilíbrio no ecossistema e prejudicar a sobrevivência de vários outros seres vivos.
4. Espera-se que os estudantes mencionem a importância do uso consciente dos recursos naturais e as ações destinadas a minimizar os impactos provocados por atividades humanas, como reduzir o uso de agrotóxicos e de fertilizantes, de emissões de gases poluentes pelo setor de transportes e pelo setor elétrico, de geração de resíduos etc.
5. Espera-se que os estudantes conheçam as Unidades de Conservação de seu estado. Caso haja mais de uma unidade, peça a eles que escolham uma delas, identificando se ela é de Proteção Integral ou de Uso Sustentável. Solicite informações, como sua localização, ano da criação, quais atividades são permitidas, entre outras. Sugestão de fonte de pesquisa: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Usos permitidos**. Brasília, DF, 2 maio 2012. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/itemlist/category/34-unidades-de-conservacao>. Acesso em: 17 set. 2020.

Atividades

1. A preservação refere-se à proteção integral de um recurso natural ou de um ecossistema, mantendo-os livres da interferência humana. A conservação refere-se ao uso consciente dos recursos naturais de um ecossistema, visando garantir sua disponibilidade a gerações futuras.

2. A sustentabilidade apoia-se em três pilares: social, ambiental e econômico. O fator social considera a qualidade de vida das pessoas nas áreas da saúde, da segurança, da educação e do lazer. O fator ambiental considera a proteção do ambiente. O fator econômico considera o crescimento financeiro justo, sem prejudicar o ambiente ou as pessoas associadas à determinada atividade econômica.
3. O Acordo de Paris foi estabelecido em 2015 para entrar em vigor em 2020. Sua principal finalidade é evitar que a temperatura média do planeta aumente em 2 °C até 2100. Para tanto, os países participantes do acordo estabeleceram metas próprias para redução das emissões de gases estufa. Caso os objetivos do acordo sejam cumpridos, as consequências ambientais associadas às mudanças climáticas serão minimizadas. Logo, o acordo contribui com a sustentabilidade do planeta.
4. Sim. As usinas de biogás representam uma ação sustentável por estarem apoiadas sobre o tripé: social, ambiental e econômico. Na questão social, elas contribuem para a qualidade de vida das pessoas, possibilitando o abastecimento da sociedade com energia elétrica; na questão ambiental, elas fornecem um novo destino aos resíduos produzidos, minimizando os impactos associados ao seu descarte; na questão econômica, elas podem possibilitar o crescimento financeiro de um maior número de atividades econômicas, sem prejudicar o ambiente.
5. a) Entre os anos de 1950 e 2015 houve um aumento do desmatamento no território brasileiro, conforme indicado no mapa. Nos últimos anos ocorreu um aumento das áreas sob ação permanente do ser humano.
b) Espera-se que os estudantes relacionem o aumento do desmatamento e a destruição dos *habitats* ao grande número de espécies ameaçadas de extinção. O desmatamento, além de reduzir a população de espécies vegetais, provoca a morte imediata ou força a migração de populações animais a outros locais, onde irão competir por recursos. Como os recursos são limitados, haverá uma diminuição populacional, o que pode tornar algumas espécies ameaçadas de extinção.
c) A proteção da natureza é importante para garantir o equilíbrio dos ecossistemas, mantido pelas relações estabelecidas entre as espécies de seres vivos e delas com os fatores abióticos do ambiente, como água, luz, temperatura e pressão, por exemplo. Proteger a natureza, portanto, engloba a proteção da biodiversidade. As espécies encontradas em um ecossistema estão inter-relacionadas de tal forma que a extinção de uma delas pode afetar muitas outras. Além do mais, garantir a existência das espécies é uma forma de também garantir a sobrevivência futura da espécie humana, já que dependemos delas, direta ou indiretamente.
d) Algumas políticas ambientais, como a criação de Unidades de Conservação, estabelecem normas a serem cumpridas visando à proteção da natureza. Caso sejam desrespeitadas, os responsáveis deverão responder legalmente pelo crime cometido. Nesse sentido, a criação dessas políticas certifica e reitera a importância de algumas áreas que devem ser protegidas. Protegê-las, por consequência, é uma forma de proteger a biodiversidade.
6. a) 1 bilhão e 440 milhões de garrafas são compradas a cada dia.
Resolução:
 $1 \text{ milhão (número de garrafas vendidas em um minuto)} \times 1 \text{ 440 (quantos minutos existem em um dia)} = 1 \text{ bilhão e 440 milhões.}$
b) Parte das garrafas é coletada e destinada para a reciclagem (menos de 50%); destas, apenas uma pequena parte é, de fato, reciclada. Logo, uma grande parte das garrafas é destinada indevidamente a outros locais, provocando seu acúmulo no ambiente.
c) O acúmulo de garrafas e outros objetos plásticos nos oceanos prejudica a biodiversidade marinha, pois pode provocar a morte de muitos animais que as confundem com alimento, ou machucá-los. Para evitar que os plásticos se acumulem no ambiente, é importante garantir sua destinação adequada a centros de reciclagem. Outra possibilidade seria repensar e diminuir o consumo de produtos que possuem embalagem plástica, principalmente os de uso único, ou seja, descartáveis, minimizando a quantidade de resíduos produzida.
d) Diminuir o consumo de produtos de embalagem plástica e garantir sua destinação adequada, quando são descartados, representam formas de contribuir com a sustentabilidade do planeta (considerando o tripé social, econômico e ambiental). Nesse caso, além de minimizar a quantidade de resíduos produzida, evita-se seu acúmulo no ambiente. O encaminhamento de resíduos plásticos para usinas ou cooperativas de reciclagem gera emprego e renda a trabalhadores dessa área.
7. a) O estudo aponta para uma redução da biodiversidade do planeta, considerando que muitas espécies foram extintas desde o século 16.
b) O participante afirma que a redução da biodiversidade é uma consequência das atividades humanas e afeta a sobrevivência das próximas gerações, pois as espécies encontradas em um ecossistema estão inter-relacionadas de tal modo que a extinção de uma delas pode afetar muitas outras. Garantir a existência das espécies é uma forma de também garantir a sobrevivência futura da espécie humana, já que dependemos delas, direta ou indiretamente.
8. a) Resposta pessoal. Espera-se que os estudantes relacionem a redução do número de veículos circulantes à redução das emissões de gases poluentes decorrente da queima de combustíveis fósseis.
b) Sim, pois está apoiado no o tripé: social, ambiental

e econômico. Na questão social, o rodízio contribui para a qualidade de vida das pessoas, possibilitando a redução do tráfego de veículos; na questão ambiental, ele reduz a emissão de gases poluentes; na questão econômica, ele possibilita que as pessoas economizem com os gastos destinados ao deslocamento por veículos próprios.

9. a) O Protocolo de Montreal é um tratado internacional que entrou em vigor em 1989. Os países signatários se comprometeram a reduzir, dentro de dez anos, a produção e o consumo de substâncias capazes de destruir a camada de ozônio, como os clorofluorcarbonetos (CFCs).
- b) Sim, pois está apoiado no tripé: social, ambiental e econômico. Na questão social, contribui para a qualidade de vida das pessoas, considerando sua saúde; na questão ambiental, ele reduz a emissão de gases que destroem a camada de ozônio; na questão econômica, ele possibilita um crescimento econômico justo.
10. Essa Unidade de Conservação é de Proteção Integral, pois preserva a natureza, ou seja, mantém esse espaço territorial longe da interferência humana – permitindo apenas pesquisas. Para saber mais sobre a Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins, acesse: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. ICMBio. **Esec Serra Geral do Tocantins**. Brasília, DF, 2014. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/cerrado/unidades-de-conservacao-cerrado/2068-esec-serra-geral-do-tocantins>. Acesso em: 17 set. 2020.

Atividades extras

1. a) Entre os benefícios ambientais estão a não contaminação do ambiente pelo uso de produtos químicos, como os fertilizantes e os agrotóxicos, além de se evitar prejudicar a saúde dos seres vivos devido à exposição aos agrotóxicos. O uso excessivo de fertilizantes, no caso, poderia provocar a eutrofização de corpos d'água, processo que culmina na redução da quantidade de oxigênio dissolvido e na morte de diversos seres. O uso de agrotóxicos pode contaminar outros ambientes ao redor das plantações, a água e o solo, bem como prejudicar a saúde dos seres vivos que não prejudicam as plantações.
- b) Sim, pois a agricultura orgânica está apoiada sob o tripé: social, ambiental e econômico. Na questão social, ela contribui para a qualidade de vida das pessoas, evitando prejuízos à saúde tanto de quem produz quanto de quem consome os alimentos; na questão ambiental, ela evita a contaminação ambiental e os impactos decorrentes do uso de fertilizantes e de agrotóxicos; na questão econômica, ela possibilita o crescimento financeiro justo, sem prejudicar o ambiente ou a saúde das pessoas associadas à determinada atividade econômica.
- c) Sim. Ao evitar os impactos ambientais associados

ao uso dos fertilizantes e dos agrotóxicos, a agricultura orgânica contribui para a proteção da natureza e, por consequência, da biodiversidade.

2. Para mais informações sobre a Amazônia Legal, acesse: BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Amazônia Legal**. Brasília, DF, [2020]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html>. Acesso em: 17 set. 2020. Para mais informações sobre o desmatamento da Amazônia Legal, acesse: BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **A estimativa da taxa de desmatamento por corte raso para a Amazônia Legal em 2019 é de 9.762 km²**. Brasília, DF, 18 nov. 2019. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5294. Acesso em: 17 set. 2020.
- a) Em ambos os anos, a maior taxa de desmatamento da Amazônia Legal ocorreu no estado do Pará (foram 2 744 km², em 2018, e 3 862 km², em 2019).
- b) Em Roraima, onde ocorreu um aumento de 216,4% da taxa de desmatamento.
- c) O desmatamento provoca uma redução das populações das espécies vegetais do ambiente. Além disso, é responsável pela morte de animais e força o deslocamento daqueles que sobrevivem para outros locais, aumentando a competição por recursos, como alimento, abrigo ou parceiros para a reprodução. Isso pode interferir nas relações tróficas estabelecidas entre os seres vivos, alterando o equilíbrio das cadeias alimentares. Também pode deixar o solo suscetível a processos de erosão e ter sua fertilidade reduzida, pois a ciclagem de nutrientes é interrompida. Outro impacto relacionado à remoção da cobertura vegetal é a interferência no ciclo hidrológico, alterando o regime de chuvas da região.
3. A Reserva Extrativista é uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, pois promove a proteção da natureza e possibilita o uso sustentável e consciente dos recursos naturais.
4. a) Os resíduos podem provocar impactos ambientais quando descartados ou destinados de modo inadequado. Nesse caso, eles podem se acumular em ambientes terrestres, favorecendo a proliferação de seres causadores e/ou transmissores de doenças, e em ambientes aquáticos, podendo provocar a eutrofização ou a morte de diversos seres que os ingerem confundindo com alimentos. Os resíduos também podem contaminar o solo e a água, caso sejam constituídos por elementos tóxicos, e contaminar, por consequência, os seres vivos.
- b) Possíveis respostas: repensar o consumo diário de materiais escolares visando possíveis modos de minimizá-lo; reduzir a quantidade de folhas de papéis usadas para anotações; reutilizar tubos de cola líquida para armazenar resíduos de lápis após terem sido apontados; destinar folhas de papéis usadas para a reciclagem; recusar o

consumo de novos materiais escolares caso haja materiais suficientes para serem utilizados.

c) Sim, pois está apoiada sob o tripé: social, econômico e ambiental. Na questão social, ela contribui para a qualidade de vida das pessoas, evitando a produção excessiva de resíduos na sociedade; na questão ambiental, ela evita os impactos ambientais associados à produção excessiva e ao descarte indevido de resíduos; na questão econômica, ela possibilita o crescimento financeiro justo, sem prejudicar o ambiente ou as pessoas associadas à determinada atividade econômica.

5. a) Temperatura e altitude.
b) A presença de morcegos que realizam a polinização de suas flores, permitindo, assim, sua reprodução.
6. Mutualismo obrigatório, pois os indivíduos da relação recebem benefícios: as formigas recebem alimentos, e as plantas, proteção.
7. a) A caça reduz o tamanho da população de baleias no ambiente. Além de interferir no equilíbrio das cadeias alimentares das quais participam, pode provocar sua extinção local, reduzindo a biodiversidade. No caso, devido à caça, as baleias estão ameaçadas de extinção.
b) Espera-se que os estudantes elaborem argumentos contrários à permissão da caça comercial de baleias, pois elas estão ameaçadas de extinção, reiterando a importância de se proteger a biodiversidade. Entre os argumentos, é possível afirmar que a manutenção das espécies em seus ecossistemas garante o equilíbrio de relações que neles ocorrem, entre as espécies e delas com os fatores abióticos.
8. Alternativa d.
9. Alternativa a.
10. Alternativa a.
11. Alternativa d.
12. Alternativa a.
13. Alternativa d.
14. Alternativa a.

Integrando com Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

1. O saneamento básico é um conjunto de serviços e de instalações operacionais que visam à promoção da saúde da população, além da proteção do ambiente. Entre esses serviços estão o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário e o manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais.
2. O saneamento básico contribui para a manutenção da saúde da população ao evitar a disseminação de doenças veiculadas pela contaminação do ambiente (solo, água, alimentos) por esgoto não coletado e tratado. Essa situação é evidenciada no gráfico, que mostra uma relação direta entre o número de casos de infecções gastrointestinais e o acesso à coleta de esgoto. Os casos diminuíram ao longo dos anos de 2003 a 2015, conforme o acesso ao serviço aumentou. Além disso, o saneamento é importante ao evitar a contaminação de corpos d'água, como rios e lagos, que podem ser fonte de abastecimento de comunidades; e, ao evitar também a disseminação de agentes transmissores de doenças pelo acúmulo de resíduos.
3. Espera-se que os estudantes analisem o acesso aos serviços de saneamento de seu bairro, incluindo o tratamento de água e de esgoto, o escoamento de águas pluviais, a limpeza urbana e a coleta de resíduos. A partir dos resultados encontrados, eles devem produzir um relatório, evidenciando a importância desses serviços e as eventuais necessidades de acesso a eles.
4. Resposta pessoal. Os motivos pelos quais as pessoas contaminam o ambiente podem envolver o desconhecimento, a falta de consciência ambiental, o descarte, entre outros. De qualquer forma, é importante que os estudantes proponham ações que busquem a conscientização da população, tais como: produzir cartazes para serem colocados em locais de grande circulação de pessoas; criar textos para serem disponibilizados no site da escola, entre outras.

MATERIAL PARA DIVULGAÇÃO DA EDITORA FTD
REPRODUÇÃO PROIBIDA

HINO NACIONAL

Letra: Joaquim Osório Duque Estrada

Ouviram do Ipiranga as margens plácidas
De um povo heroico o brado retumbante,
E o sol da liberdade, em raios fúlgidos,
Brilhou no céu da Pátria nesse instante.

Se o penhor dessa igualdade
Conseguimos conquistar com braço forte,
Em teu seio, ó liberdade,
Desafia o nosso peito a própria morte!

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, um sonho intenso, um raio vívido
De amor e de esperança à terra desce,
Se em teu formoso céu, risonho e límpido,
A imagem do Cruzeiro resplandece.

Gigante pela própria natureza,
És belo, és forte, impávido colosso,
E o teu futuro espelha essa grandeza.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!

Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada,
Brasil!

Música: Francisco Manuel da Silva

Deitado eternamente em berço esplêndido,
Ao som do mar e à luz do céu profundo,
Fulguras, ó Brasil, florão da América,
Iluminado ao sol do Novo Mundo!

Do que a terra mais garrida
Teus risonhos, lindos campos têm mais flores;
"Nossos bosques têm mais vida",
"Nossa vida" no teu seio "mais amores".

Ó Pátria amada,
Idolatrada,
Salve! Salve!

Brasil, de amor eterno seja símbolo
O lábaro que ostentas estrelado,
E diga o verde-louro desta flâmula
- Paz no futuro e glória no passado.

Mas, se ergues da justiça a clava forte,
Verás que um filho teu não foge à luta,
Nem teme, quem te adora, a própria morte.

Terra adorada,
Entre outras mil,
És tu, Brasil,
Ó Pátria amada!

Dos filhos deste solo és mãe gentil,
Pátria amada,
Brasil!

